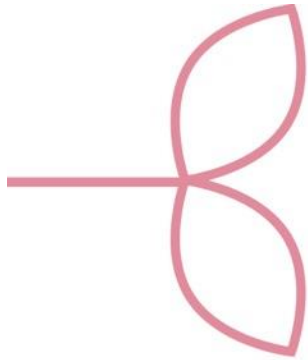




# Conservation des pommes : Les solutions pour l'agriculture biologique (avant et après récolte)

*Vincent Mathieu-HURTIGER (CTIFL) - Philippe BONY (CTIFL)*  
*Pascale WESTERCAMP (CTIFL/CEFEL) - Ghislaine MONTEILS (CEFEL)*  
*Claude COUREAU (CTIFL/La Morinière) - Christine TESSIER (La Morinière)*





# Comment maintenir un produit de qualité jusqu'au consommateur?



## 1- Production :

- Potentiel génétique : variété, sensibilité aux maladies ...
- Conditions pédo-climatiques
- Techniques culturales, traitements de protection au verger ...



## 2 – Récolte:

- **Maturité des produits, critères de récolte**
- Soins à la cueillette ...



## 3- Stockage et conditionnement en station :

- **Froid ; Atmosphère** (modifiée, contrôlée...)
- **Traitements post-récolte** (éventuels)





# Principales maladies fongiques en conservation

## **Parasites lenticellaires**

- Gloeosporioses et associées (Cylindrocarpon)

## **Parasites de microblessures**

- Phytophthora ; Black Rot

## **Parasites superficiels**

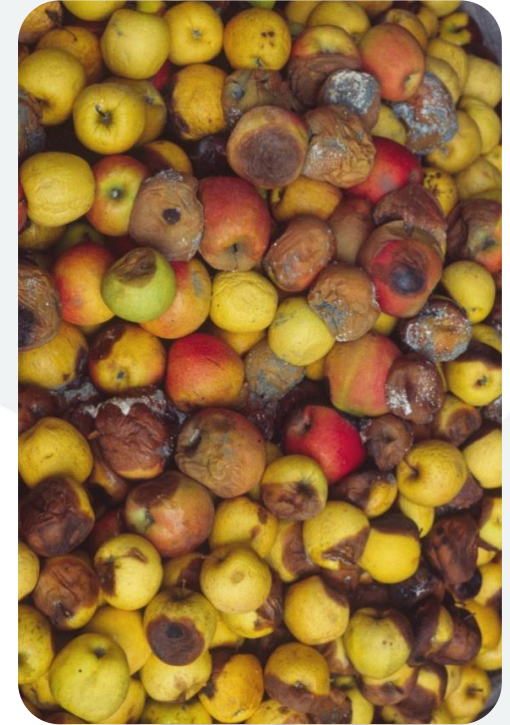
- Tavelure de conservation ; Crottes de mouche ; Maladie de la suie

## ***Parasites de blessures***

- *Penicillium* ; *Botrytis* ; *Monilia*

## ***Pourritures de cœur***

- *Alternaria spp.*



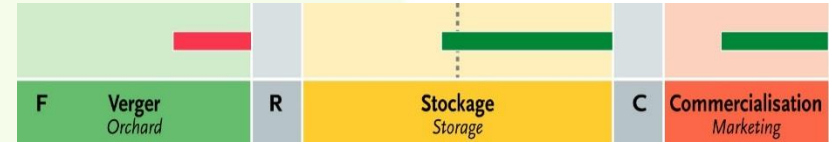
# Gloeosporioses

## Reconnaitre pour agir

*Neofabrea alba*



*Colletotrichum*



**Reconnaitre** : Rond « pièce de monnaie », avec ≠ couleurs

**Contamination** : Dans les semaines avant récolte (ou plus tôt pour colletotrichum): pluie et humectation, via lenticelles.

**Développement** : Avant récolte (colletotrichum uniquement) et après plusieurs mois d'entreposage (maladies latentes).

Tri difficile et évolutif

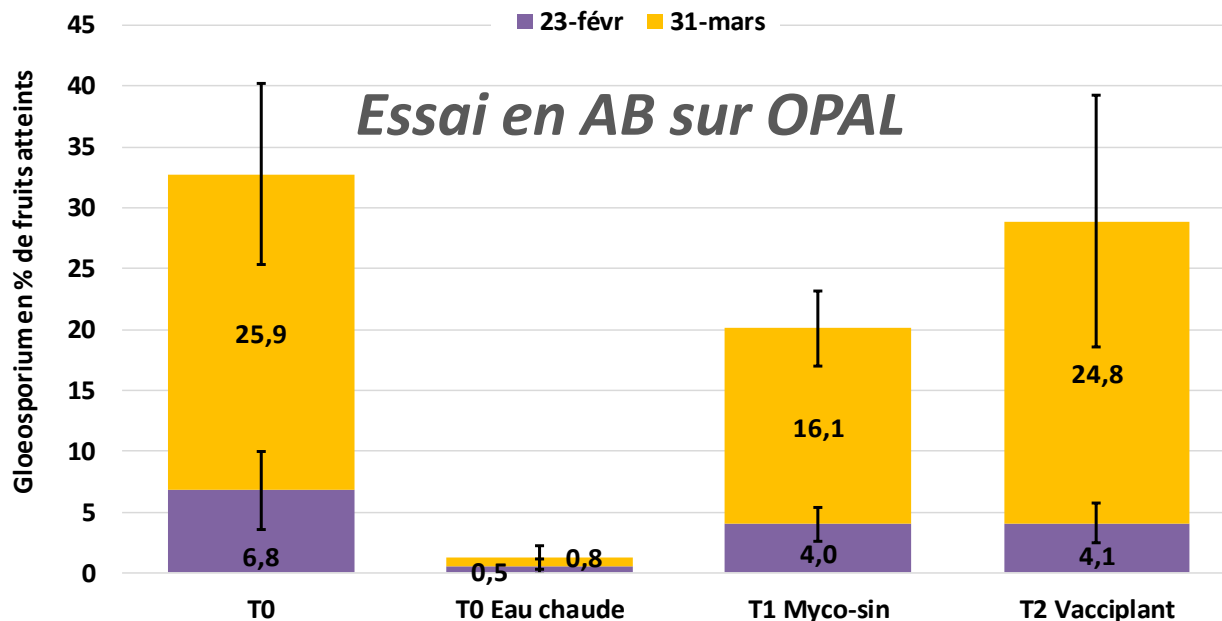
# Gloeosporioses - Méthode de lutte en AB

	Solution(s)	Efficacité
Pré-Récolte	Myco-Sin* (argiles sulfurées + prêle)	Assez bonne
	Amylo-X WG ( <i>Bacil. amyloliquefaciens</i> )	Variable selon climato
	Blossom protect ( <i>Aureobasidium pullulans</i> )	Faible à nulle (plutôt sur parasite de blessure)
	Autres produits...	Faible à nulle...
Post-Récolte	Eau Chaude (+ BioXeda - huile de girofle)	Très bonne
Rq: Nexy ( <i>Candida oleophila</i> )		Sur parasites de blessure



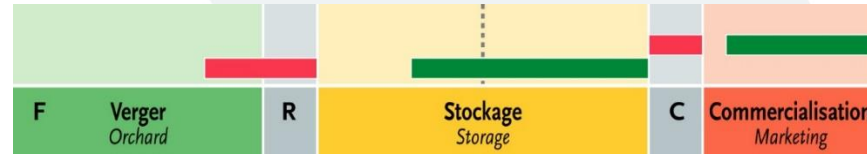
**Conservation Froid normal à 3° C**  
Récolte : 08/10/14  
La Morinière

\* Myco-Sin : non homologué en France



# Phytophthora

## Reconnaitre pour agir

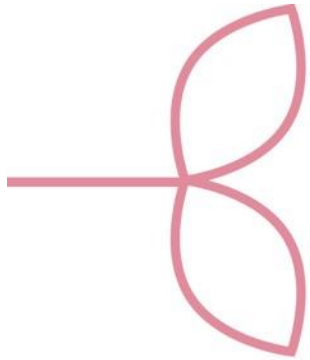


**Reconnaitre** : Pourriture ferme, marron clair, la peau se décolle (parfois fripée)

**Contaminations** : Avant récolte : pluie et terre / Après récolte : dans l'eau au précalibrage, via la terre (pas besoin de blessure)

**Développement** : Récolte et en cours d'entreposage. Pas de possibilité de trier en sortie de frigo (développement très rapide, 72h)

**Méthode de lutte en AB** : Eau chaude en post-récolte ; Efficacité irrégulière du cuivre (bouillie bordelaise...)



*Tavelure de conservation*

*Crottes de mouche*

*Maladie de la suie*

Reconnaitre  
pour agir



**Reconnaitre** : Ne s'enlève pas si on frotte (*confusion avec Fumagine*)

**Contaminations** : Principalement été /avant récolte, pluie et humidité

**Développement** : Récolte et en cours d'entreposage, tri possible après stockage

*Méthode de lutte en AB :*

*Variétés RT / prophylaxie pour réduire inoculum (tavelure)*

*Traitements : cuivre (faibles doses) et soufre, bicarbonate de potassium*

# Maladies de la suie et des crottes de mouche

## Méthode de lutte en AB



Applications tous les 50 mm cumulés ou au minimum une fois par mois

Essais CEFEL  
2017 et 2018

Modalité (dose/ha)	% fruits atteints 2017	% fruits atteints 2018
Témoin non traité	19,3 %	54 %
Bouillie bordelaise (0,5 kg)	5,3 %	18,5 %
Armcarb* (3 kg) + soufre (3 kg)	1,3 %	17,5 %
Vitisan* (5 kg)	2,7 %	17,5 %

\* bicarbonate de potassium

### Résultats variables selon la climatologie de l'été :

- bonne efficacité en cas de pluies fréquentes mais séchage rapide (2017)
- efficacité insuffisante en cas de pluies espacées mais de périodes d'humectation longues (2018)

Nécessité de renouveler plus régulièrement les applications (15 jours - 3 semaines)





# Outils sur les maladies et ravageurs du pommier / Di@gnoPom



*Via Google Play / App Store*

*[http://ephytia.inra.fr/fr/P/132/Di\\_gno\\_Pom](http://ephytia.inra.fr/fr/P/132/Di_gno_Pom)*

***Application dédiée à la pomme***

***Outil d'aide au diagnostic des maladies, des ravageurs et des désordres physiologiques de la pomme et du pommier.***

# Après la récolte, la mise au froid

**Conservation à T° C basse** : Facteur n° 1 pour ralentir les processus métaboliques et allonger la durée de vie.

## **Mais : Adaptation variétale nécessaire ...**

- **T° C** : *Story*® (3 ° C) ; *Belchard*® (2 ° C) ; *Dalinette* ou *Juliet*® (0,5-1 ° C)
- **Durée** : qq. semaines (*R. Reinette*) à plusieurs mois (*Golden*)

## **Risques « physiologiques » :**

- Maladie du froid ; échaudure molle.
- Brunissement de sénescence externe/interne (chair ou cœur)
- Fruits farineux ...



**Brunissement  
lié au froid**



**Echaudure molle**



**Cœur rosé**

# Après la récolte, les atmosphères

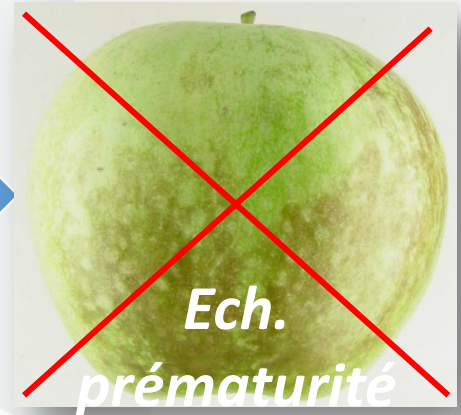
Différents types  
d'atmosphère  
contrôlée

AC  
(3 %)

ULO  
(1,5 %)

Extrême  
ULO  
(0,7-0,9 %)

AC  
Dynamique(s)  
( $< 0,7$  %)



Ou d'atmosphère modifiée



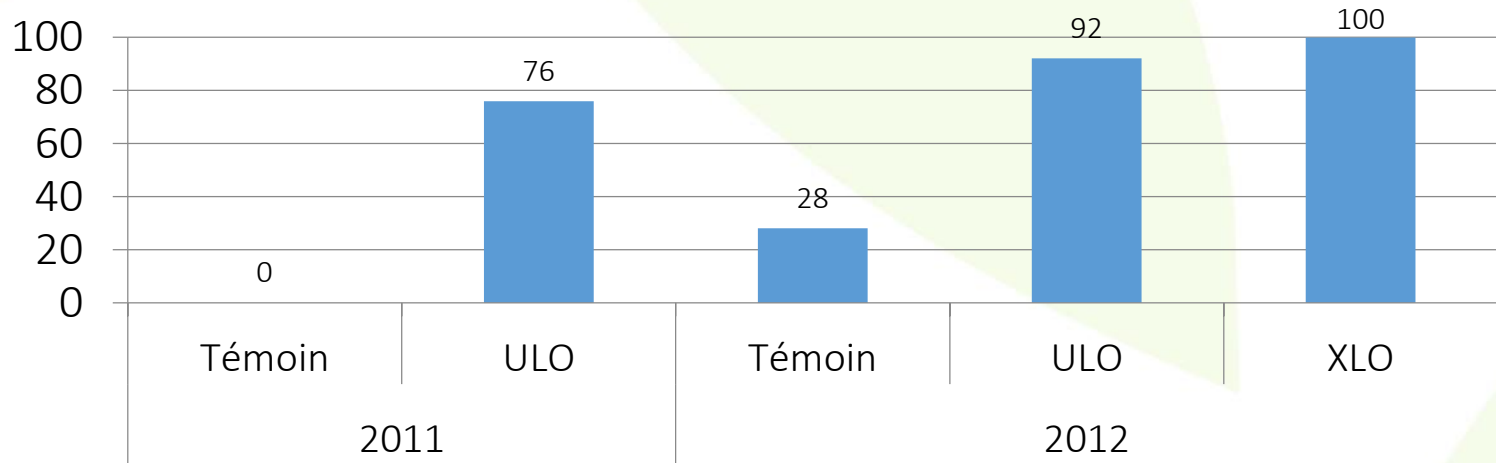
Impact positif de l'AC et l'AM sur :

- l'échaudure de prématurité (scald),
- la senescence
- le maintien de la qualité physico-chimique (fermeté, acidité, couleur de fond ...).

# Sous atmosphère contrôlée

Dalinette<sub>cov</sub> (% fruits sans échaudure - CEFEL)

\* après 6 m d'AC, 6 j au froid et 8 j à 19° C.



## **Principaux équipements pour l'AC :**

- Chambre froide étanche ; Générateur d'azote ; Adsorbent de CO<sub>2</sub> ; Analyseur(s) de gaz et gestion centralisée ...

## **Bonnes pratiques :**

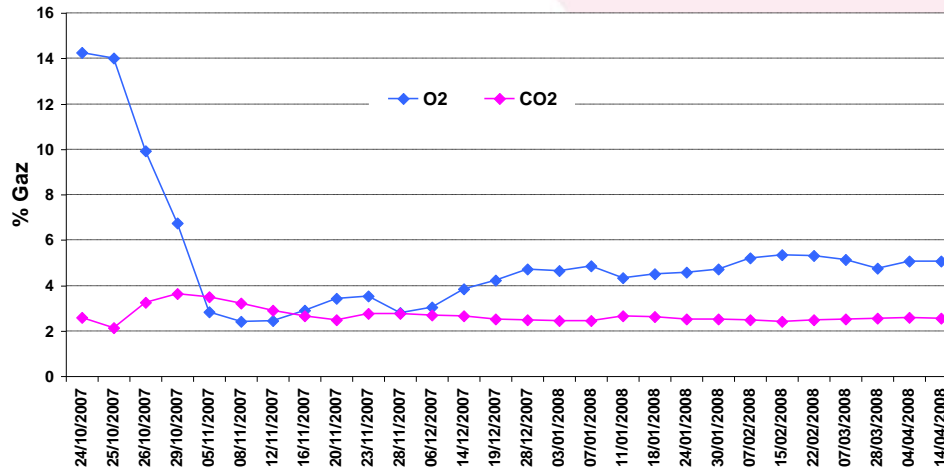
- Ne pas descendre l'oxygène sur des fruits chauds
- Variété « déconseillée » en AC : Story®
- Attention si mélange de variétés dans une même chambre, notamment si sensibilité différente au CO<sub>2</sub>



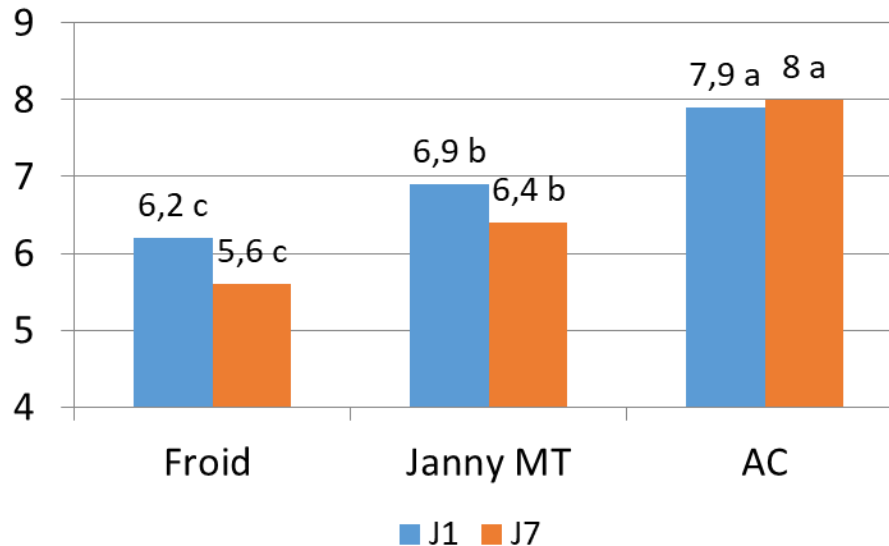
# Sous atmosphère modifiée



%O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>  
(La Morinière, 2007 - variété Goldrush®)



Fermeté  
(kg/cm<sup>2</sup>)  
(CTIFL, 2008 - variété Joya®)



**+**  
Mise en œuvre ;  
modularité ; multi-  
espèces ...

**-**  
Équilibre gazeux  
variable et peu  
maitrisable  
(si possible contrôler  
les taux)

# Conclusion : Les bonnes pratiques



- **A la récolte:** Soins à la récolte (cf parasite de blessure) ; Date cueillette, mise au froid...
- **En conservation:**
  - Attention aux mélanges variétaux dans les chambres froides : priorité au plus sensible. *A chaque variété, sa conservation (T° C, AC, Durée...)*
  - Bien « ranger la chambre » pour le circuit de l'air : *limiter les mélanges de palox par travée ; vérification de la circulation de l'air.*
  - Avoir un contrôle journalier *de la température, des temps de marche du froid, des taux d'O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>*
  - Contrôle et maintenance des appareils avant démarrage / pendant la saison (étalonnage,...)
  - Ne pas faire confiance à l'électronique : *avoir des contrôles croisés*

## Perspectives ...

OAD (avant et pendant la conservation) ;  
Conservation sans éthylène ; Traitement de l'air...





# Traitements alternatifs post-récolte

Sébastien Lurol - CTIFL





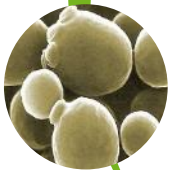
## Action 1 : évaluation et quantification des pertes

# MÉTHODES COMPATIBLES AVEC L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

- Diagnostics d'entreprises
- Recueil de données / historiques
- Communauté online consommateurs
- Analyses microbiologiques

## Action 3 : formulations de biocontrôle en pré et post-récolte

Levures antagonistes



Huiles essentielles *in vitro* et *in vivo*



## Action 2 : méthodes physiques post-récolte



Chaleur



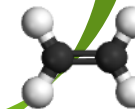
Humidité



Lumière



Atmosphère contrôlée  
Anoxie



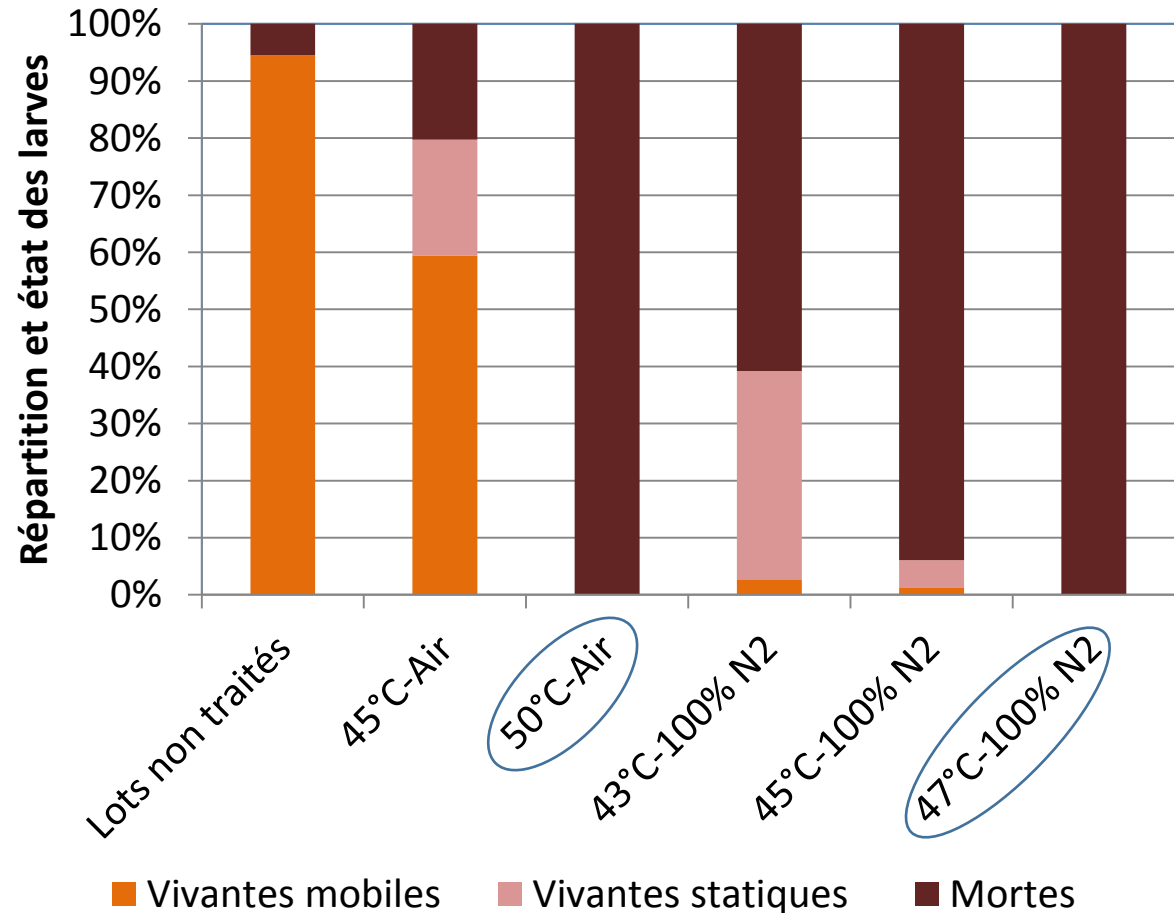
Éthylène





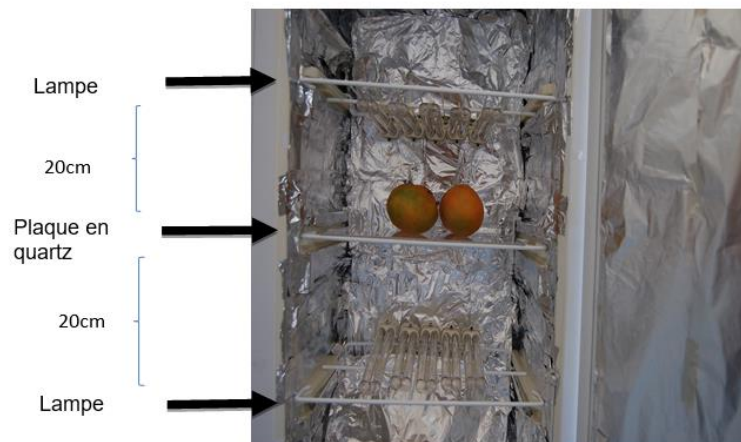
Prototype de désinsectisation des châtaignes

## 40 min de traitement appliqué sur des caisses de châtaignes

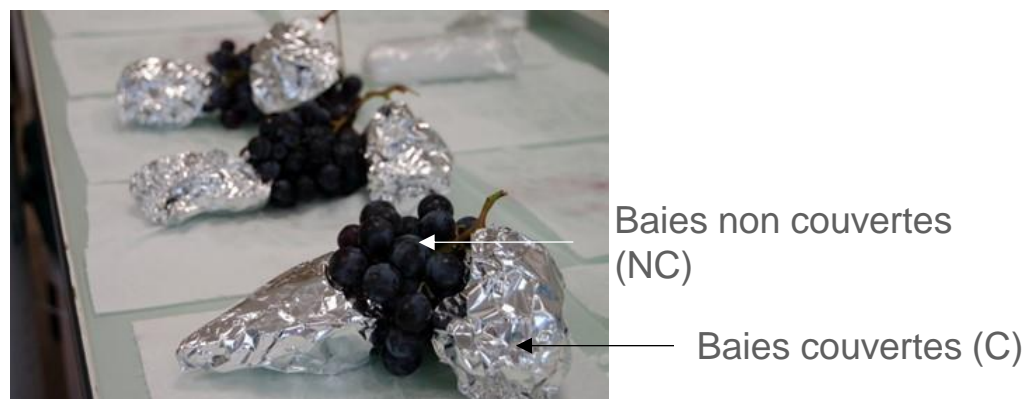


➤ Intérêt d'une combinaison chaleur + humidité + anoxie pour réduire la température de traitement et garantir une efficacité à 100 %

	Nectarine (AB)	Raisin Muscat de Hambourg (AB)
Modalités	1. Témoin inoculé (Monilia) 2. Inoculé → traité UV-C 3. Traité UV-C → inoculé	1. Témoin inoculé Botrytis (T) 2. Traité UV-C : baies non couvertes (NC) 3. Traité UV-C : baies couvertes (C)
Dose UV-C appliquée	0,6 J/cm <sup>2</sup>	0,4 J/cm <sup>2</sup>
Stockage après traitement	Stockage à 20°C et 50% HR	



Dispositif d'application des UV-C à petite échelle



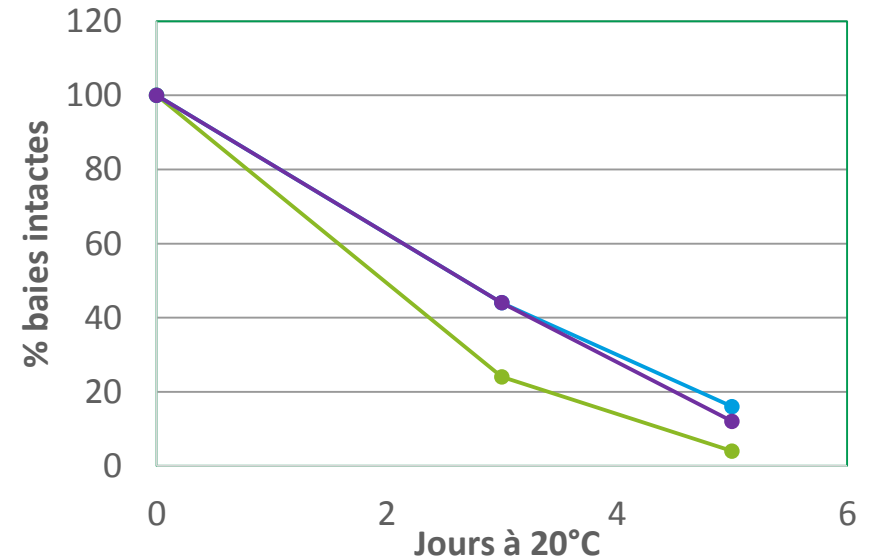
## Evolution du % de fruits nécrosés après inoculation de nectarines avec souche de Monilia



	Jours après inoculation	
	3 jours à 20°C	6 jours à 20°C
Témoin Inoculé	70	100
Inoculé + UVC (Germicide)	20	70
UVC + inoculé (Hormétique)	0	30

- Effet germicide et hormétique des UV-C
- Brûlure observée sur le duvet des pêches

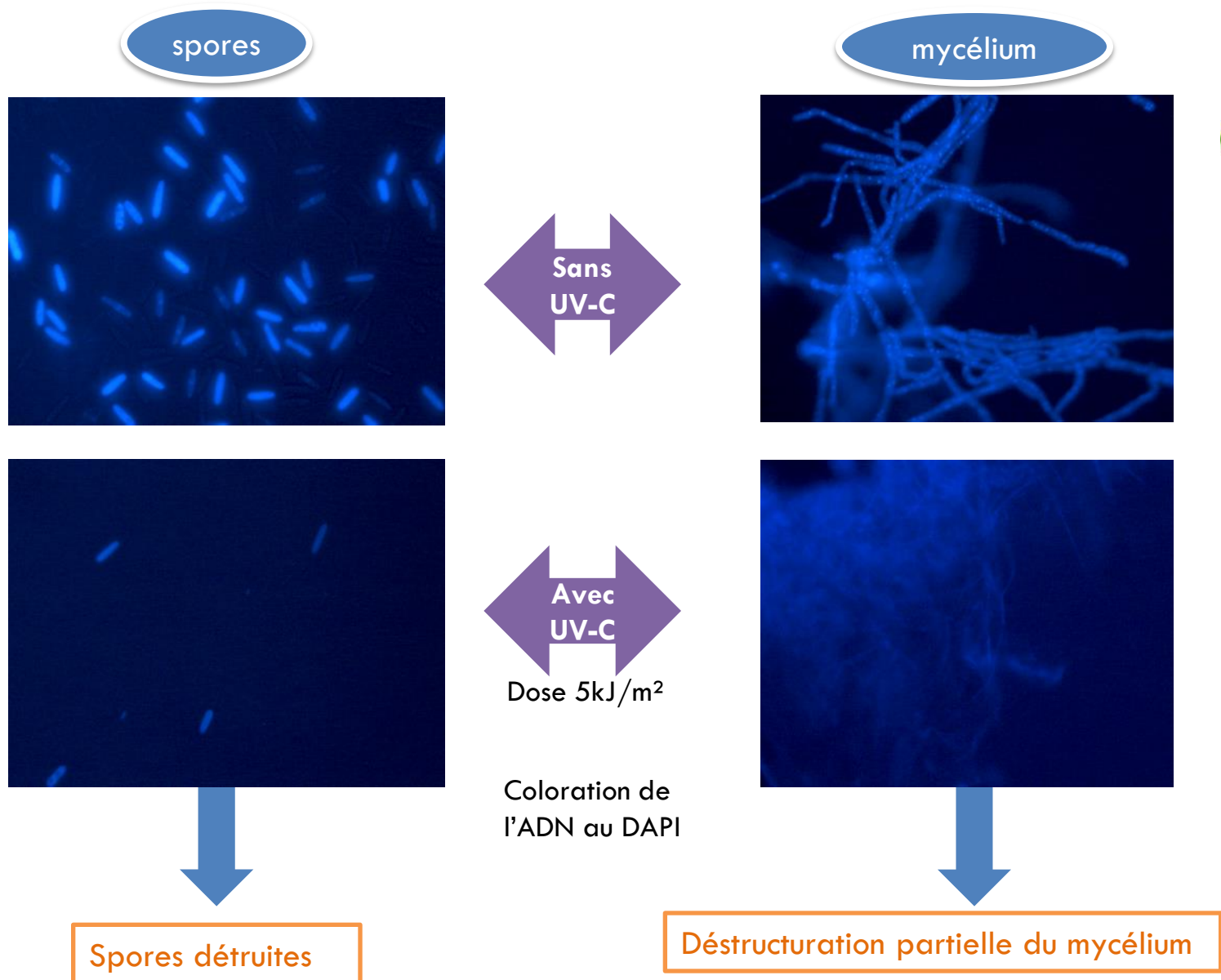
## Evolution du % de baies de raisin saines après application d'UV-C



—●— Témoin —●— UV-C couvert —●— UV-C non couvert

- Les baies « UV-C couvertes » et « UV-C non couvertes » présentent une résistance à Botrytis plus importante que les baies provenant de grappes non traitées : effet hormétique ET germicide

# *Colletotrichum gloeosporioides* (anthracnose mangue)





### **Modalités eau chaude :**

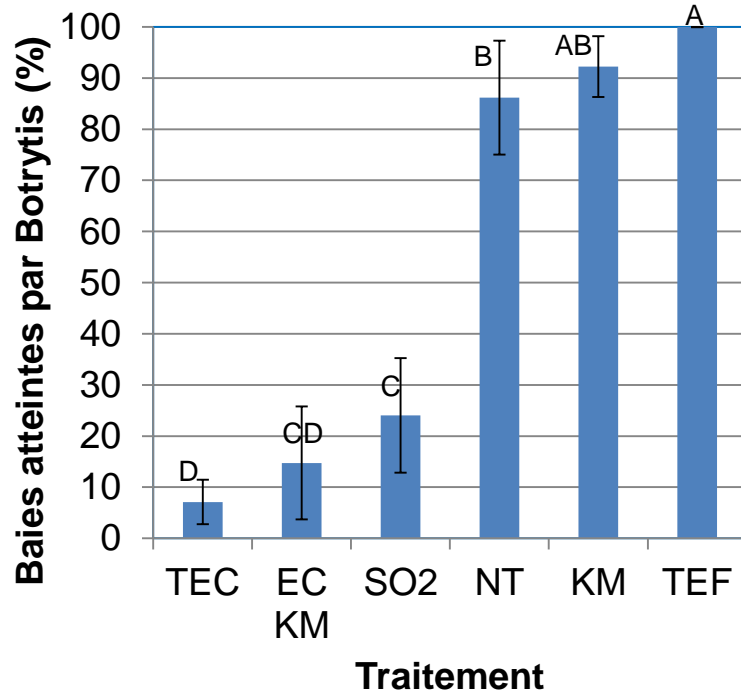
- 50 sec à 56° C pour les pêches
- 2 min à 52° C pour les raisins



- **Levures appliquées dans de l'eau froide (20° C) en traitement seul ou à la suite d'un trempage dans de l'eau chaude**
- **Formulations d'huiles essentielles appliquées dans de l'eau froide (20° C) ou dans de l'eau chaude (56° C).**

# Évolution des pourritures sur raisin Muscat de Hambourg AB stocké 35 j à 0° C + 4 j à 20° C

Levure *Metschnikowia fructicola* (KM1110)



## Modalités post-récolte :

TEC : trempé eau chaude

NT : non traité

TEF : trempé eau froide

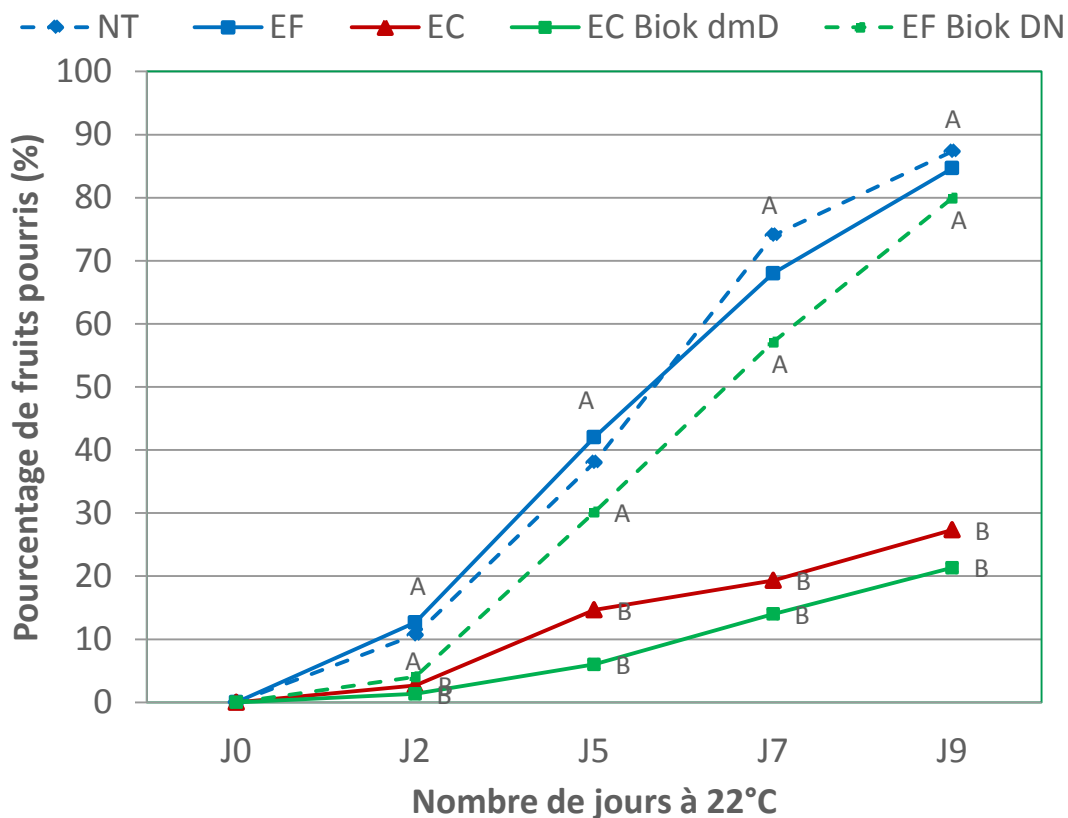
EC – KM : eau chaude puis levure 0,2 % KM : levure appliquée dans l'eau froide

KM : levure KM1110 appliquée dans l'eau froide

SO<sub>2</sub> : métabisulfite de sodium (référence en conventionnel)

- Très bonne efficacité de l'eau chaude (52 ° C – 2 min)
- Pas d'efficacité significative de la levure appliquée seule (0,2 %)
- Pas de différence significative supplémentaire pour les modalités eau chaude avec et sans application de levures

## Évolution des pourritures sur pêche Royal Pride® stockées à 22° C



EC : trempage eau chaude (56° C – 50 sec)

NT : non traité

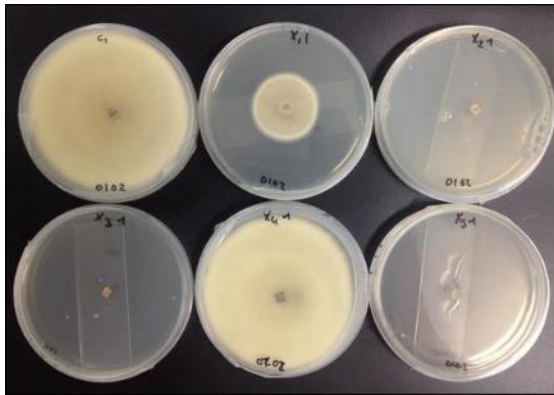
EF : trempage eau froide (20° C – 50 sec)

EC – Biok 1/2 dose (0,35 % v/v) : eau chaude avec formulation (huile de girofle et phosphite de potassium)

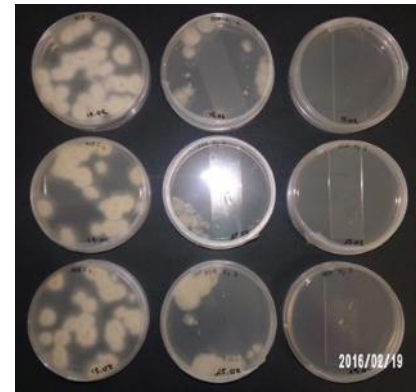
EF – Biok 1 dose (0,7 % v/v) : eau froide avec formulation (huile de girofle et phosphite de potassium)

- Très bonne efficacité de l'eau chaude (56 ° C – 50 sec)
- Pas de différence significative supplémentaire de la formulation à base d'huile essentielle ajoutée dans l'eau chaude
- Efficacité significative observée dans 1 essai sur 4 après 7 jours à 22° C

# Application *in vitro* : *Colletotrichum gloeosporioides*



Inhibition du développement mycélien sur PDA après 7 jours de croissance évaluation de 5 huiles dont huile de girofle et thymol

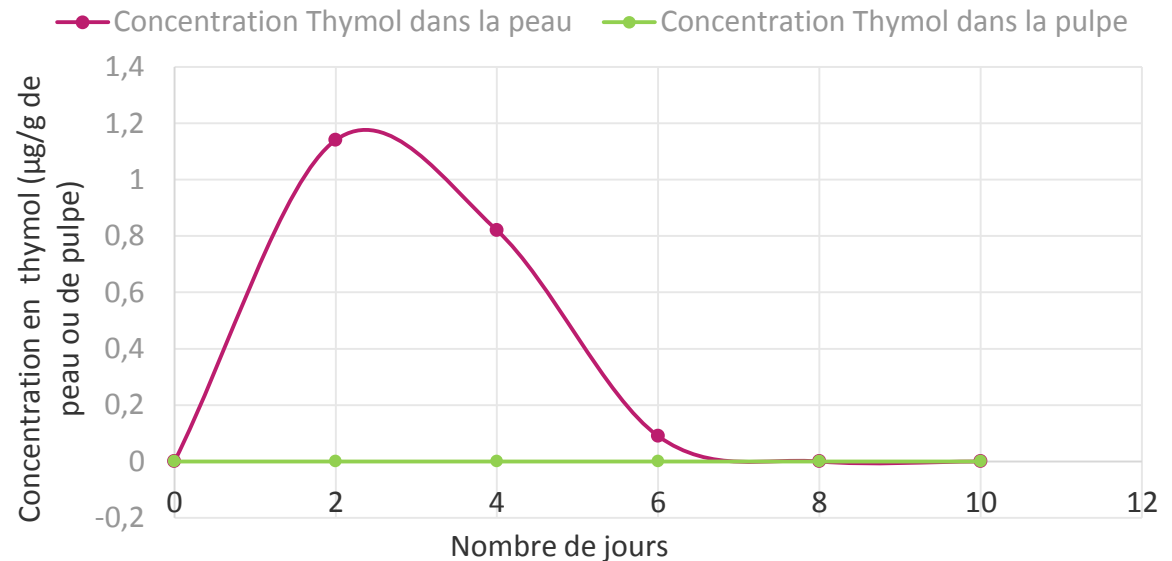


Germination des spores sur PDA 4 jours après dépôt



## Pas d'efficacité *in vivo* sur mangue

Étude de la perméabilité de la peau de la variété de mangue Kent au thymol





# Conception et validation d'une machine de douchage en ligne à l'eau chaude

## MACHINE CROVARA (projet TEC)

*Rouleaux entrée machine*



*Tunnel de douchage*



**Machine positionnée  
entre vide caisse et  
calibreuse**

**Débit actuel jusqu'à  
7t/h par ligne**

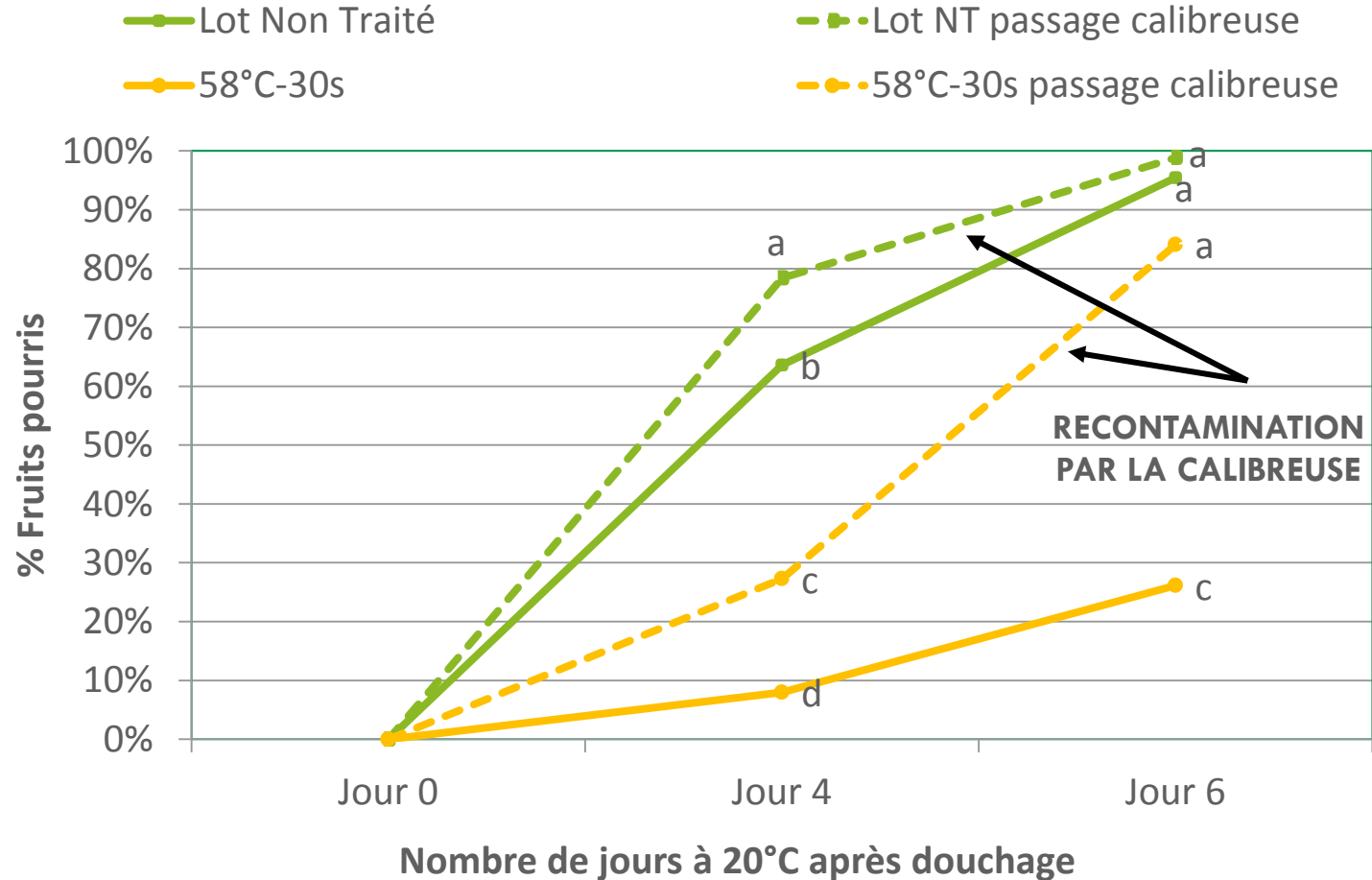


*Tunnel de séchage*



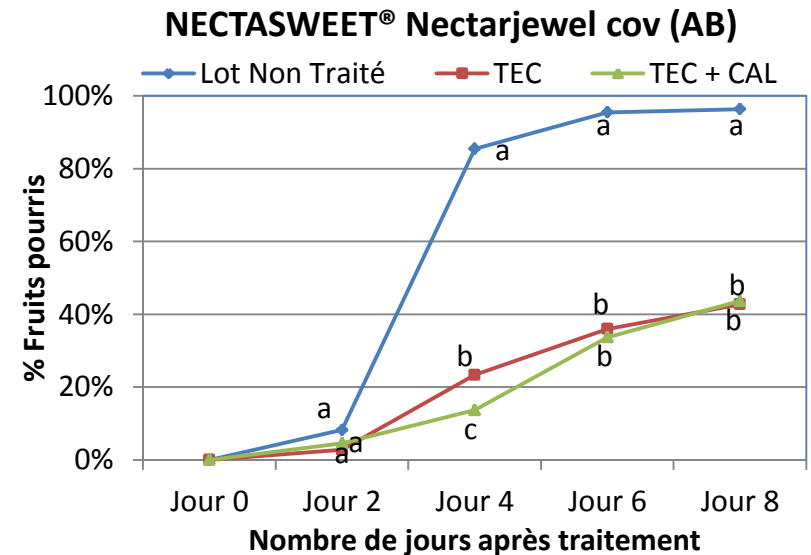
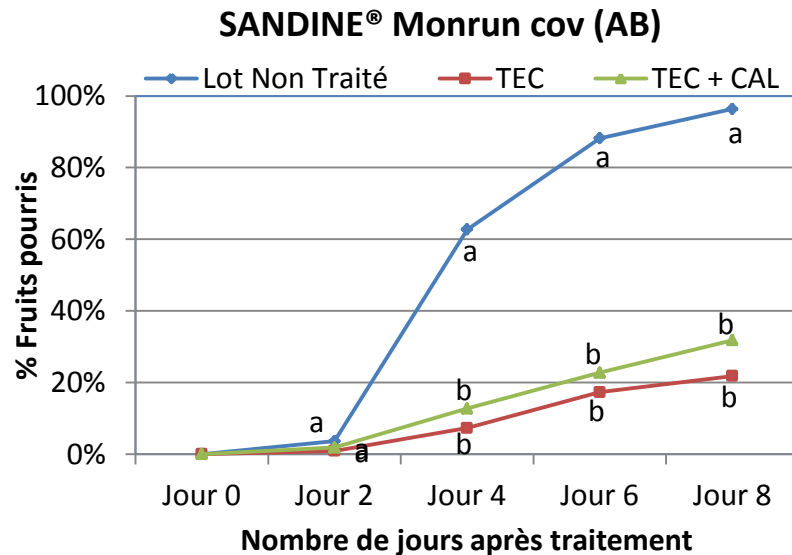
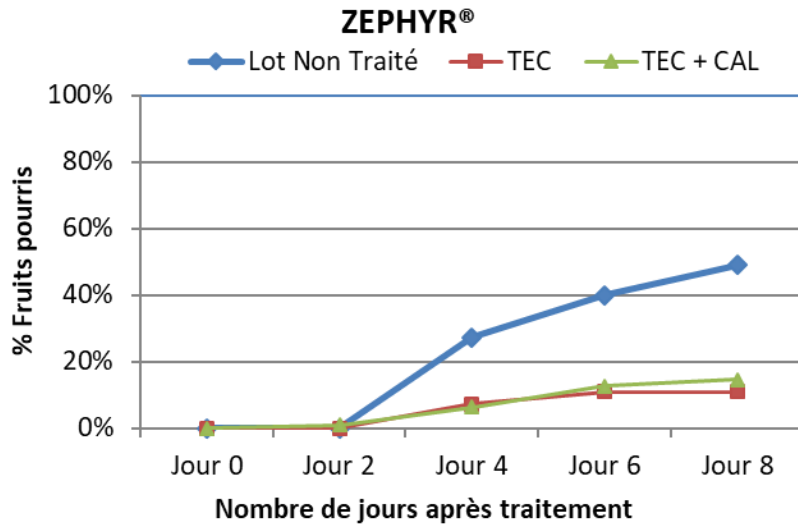
*Bac de chauffage et de recyclage  
de l'eau*

## Nectarine NECTARPERLE <sub>(cov)</sub> (AB)



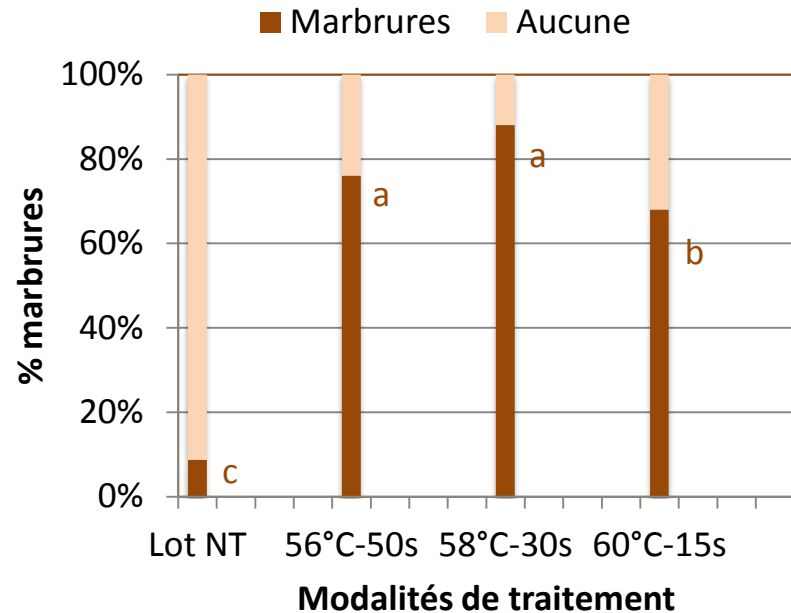
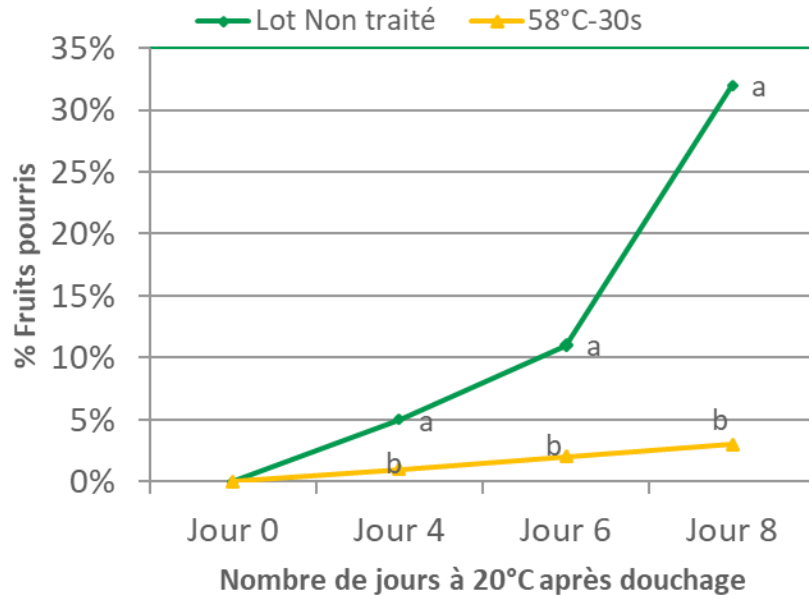
- Nécessité d'un nettoyage et désinfection minutieux de la calibreuse en aval du doucheur

variété ZEPHYR®- 4 jours à 20° C après traitement –  
lot traité eau chaude et calibré (TEC + CAL) à gauche et  
NT à droite



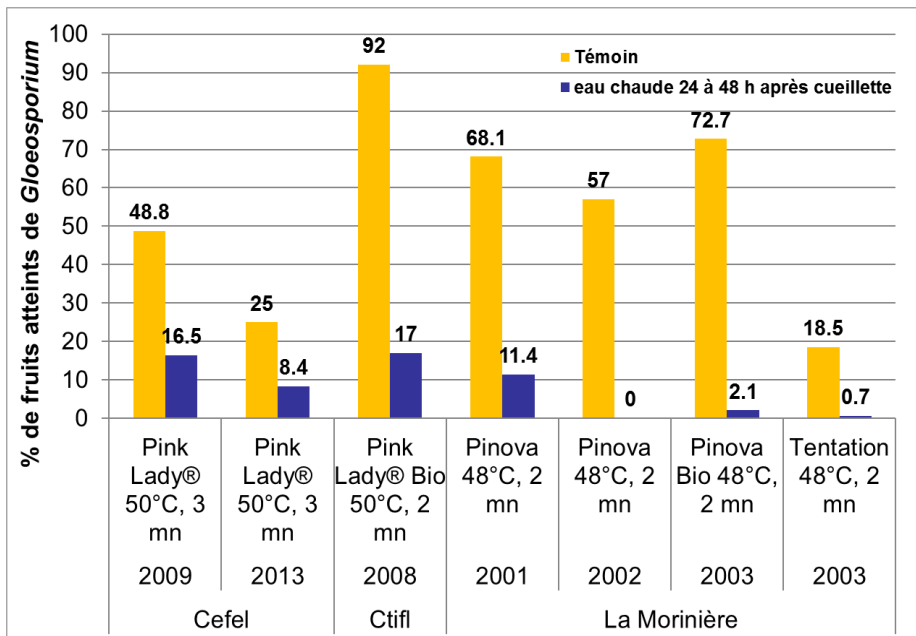
- Efficacité de l'eau chaude comprise entre 60 et 90 % en fonction des variétés et des dates. Pas de recontamination par la calibreuse après désinfection.

## Résultats sur abricots en AB : exemple de Big Red®

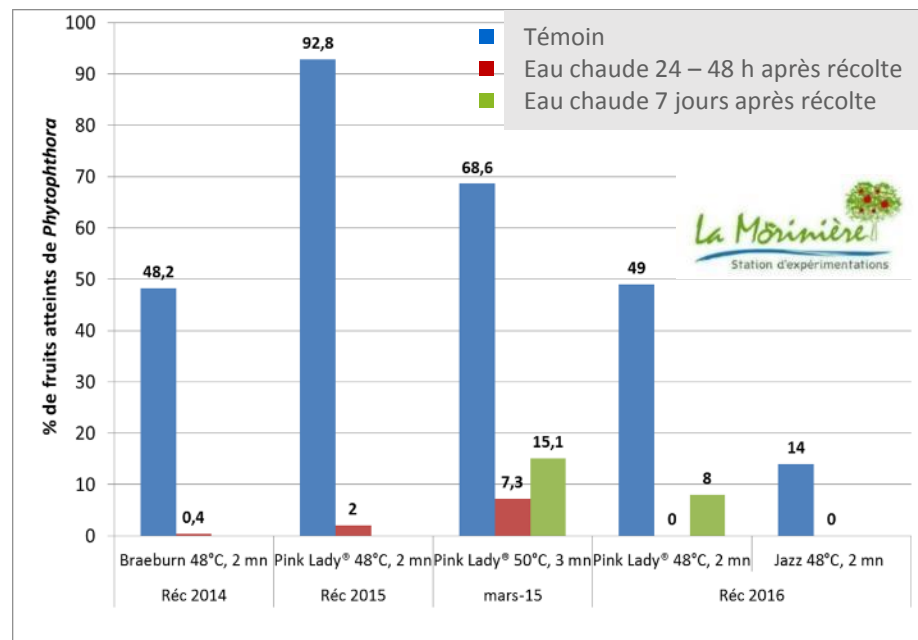


- Le doucheage eau chaude permet une réduction du taux de fruits présentant des pourritures...mais **la machine n'est pas encore opérationnelle sur abricot car le traitement accentue les problèmes de marbrures (brunissement externe)**
- **Poursuite des travaux en 2019 - 2020**

## Efficacité *Gloeosporium*



## Efficacité *Phytophthora*

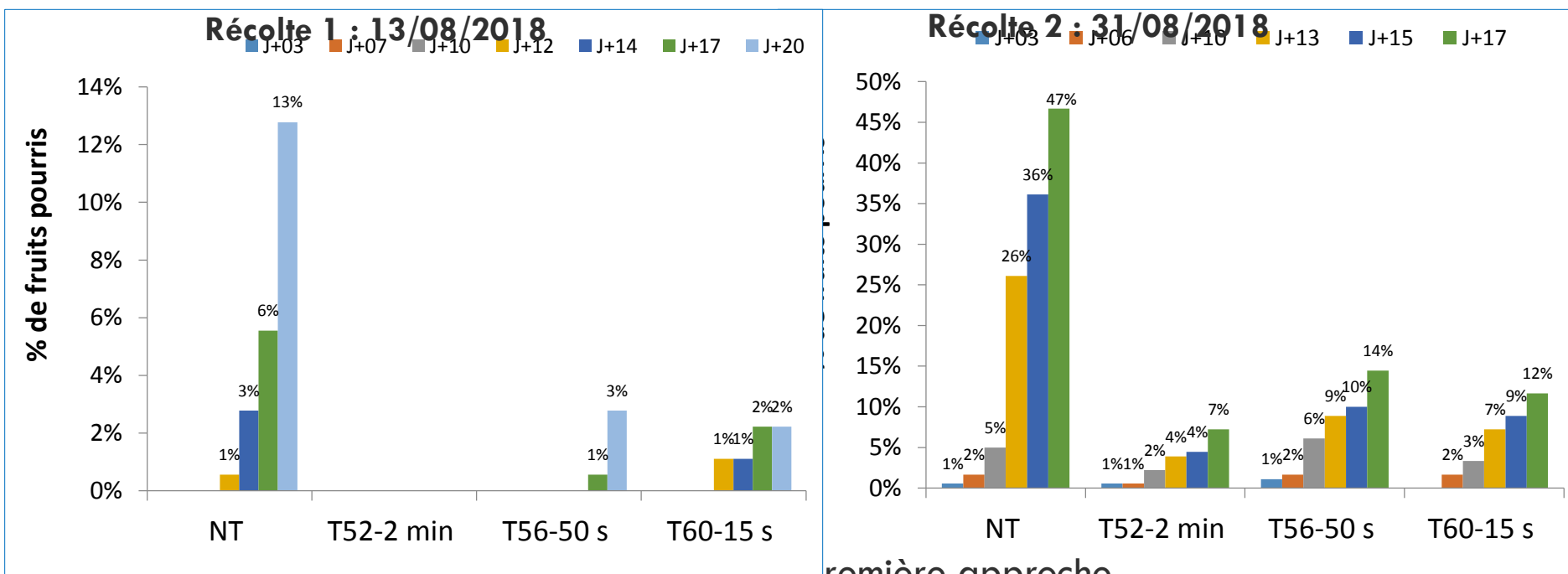


- Très bonne efficacité de l'eau chaude pour réduire les pertes liées à *Gloeosporium* et *Phytophthora*
- Pas d'efficacité de l'eau chaude sur *Penicillium* à une température de 48 – 50° C supportée par la pomme

# Premiers tests à petite échelle sur des lots de prunes mirabelles AB (AREFE – Lorraine)

## 2 dates de récolte début et fin de campagne

Trempeage eau chaude : 52° C – 2 min / 56° C – 50 sec / 60° C – 15 sec  
 Stockage à 4° C pendant 17 à 20 jours en barquettes (20 fruits)



Donne efficacité de l'eau chaude dans cette première approche

- **Impact sur la qualité à vérifier** : augmentation de la quantité de fruits avec « brunissement interne » et réduction de la pruine (dans le cas de l'expérimentation à petite échelle) sur les lots traités
- Présence de pénicillium non éliminé par l'eau chaude

## TREMPAGE



Trempage palox/palette – Xeda (France)



Trempage palox/palette – Burgs  
Machinefabriek (Pays-Bas)

## DOUCHAGE



Douchage pommes – PALM  
system (Allemagne)



Douchage palox pommes  
(Autriche)  
Débit 13 t/h – coût 3 c€  
TTC/kg



Douchage palox pomme -  
Crovara (France)  
Débit 30 à 60 palox/h

# MONILIOSES SUR FRUITS SUR PECHE-NECTARINE

**tech & bio**

## TRAITEMENT POST-RECOLTE AVEC BIOCONTROLE : UNE NOUVELLE VOIE ?

Valérie Gallia (CA30/Sudexpé)

Hélène Deguette, Camille Devineau, Noémie Dubernard,


Maëlle Guiraud, Alexandre Magrit (Sud Expé)

Ghislaine Monteils (Cefel)

Matthieu Morel (Lallemand Plant Care)



## Enjeux et contexte

- Moniliose sur fruits : principal verrou technique pour l'espèce pêcher en particulier en AB
  - Principal frein au développement de pêches-nectarines bio
- 
- Nombreux produits de biocontrôle testés en verger contre les monilioses : efficacité limitée, peu répétable
  - Conditions ambiantes défavorables : UV, température élevée, faible hygrométrie...
  - Autre voie explorée : intervention post-récolte

# LALFRESHS : résultats 2016-2018

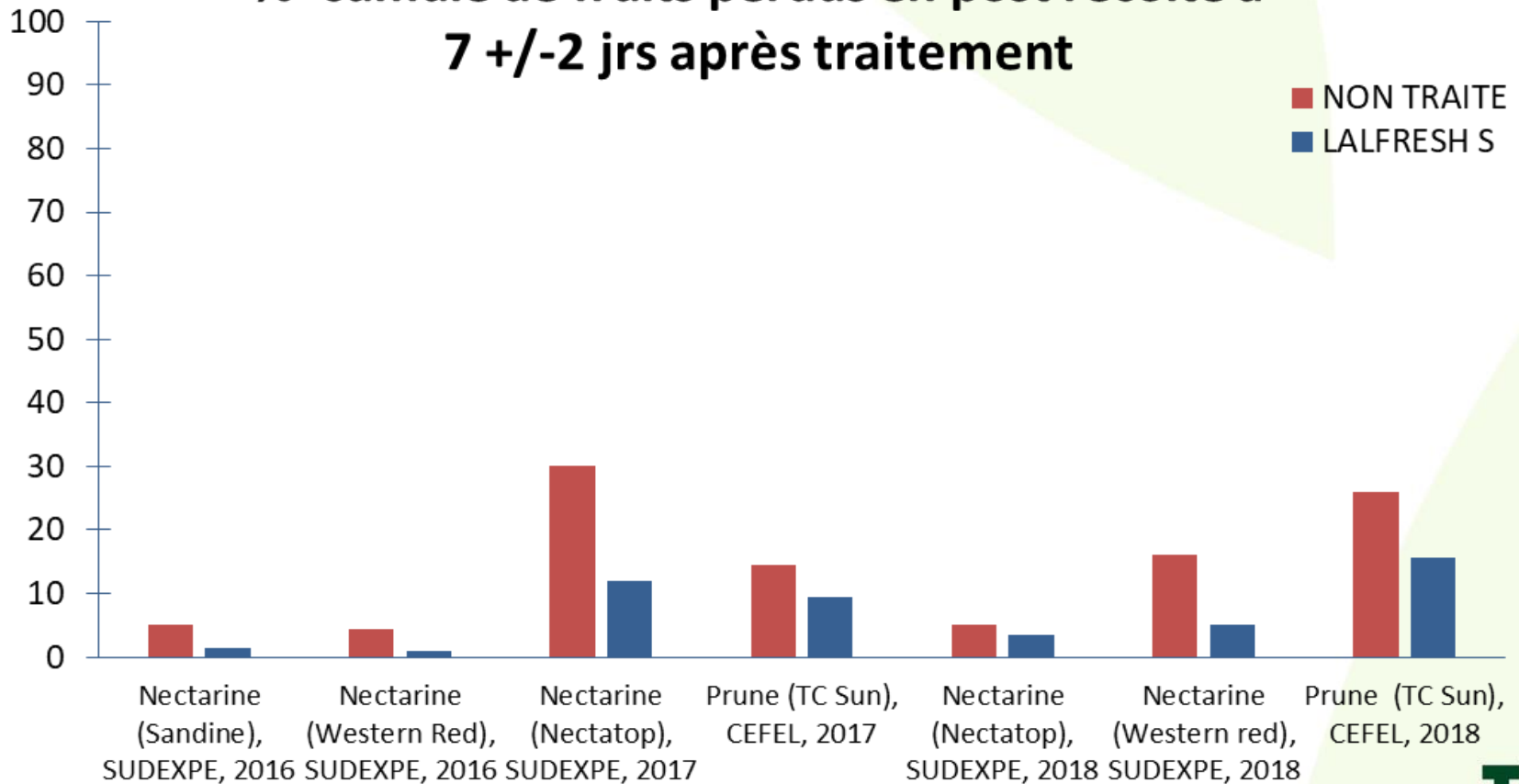
- Produit sans classement, utilisable en AB
- Positionnement en post-récolte envisagé avec la société Lallemand Plant Care : *Clonostachys rosea* J1446 (PRESTOP sur Fraisier\* Pourriture grise et sclérotinioses)
- 2 modes d'action :
  - compétition (colonisation rapide de la surface du fruit)
  - action directe : mycoparasitisme
- 3 années d'essais sur pêche-nectarines et prune américano-japonaise, protection allégée en verger
- Application expérimentale à la main ou à l'aide d'un pulvérisateur à ultra-bas volume Mafex



# Bilan 7 essais, 2016 à 2018

- **1 semaine** après traitement, stockage à 20-22° C

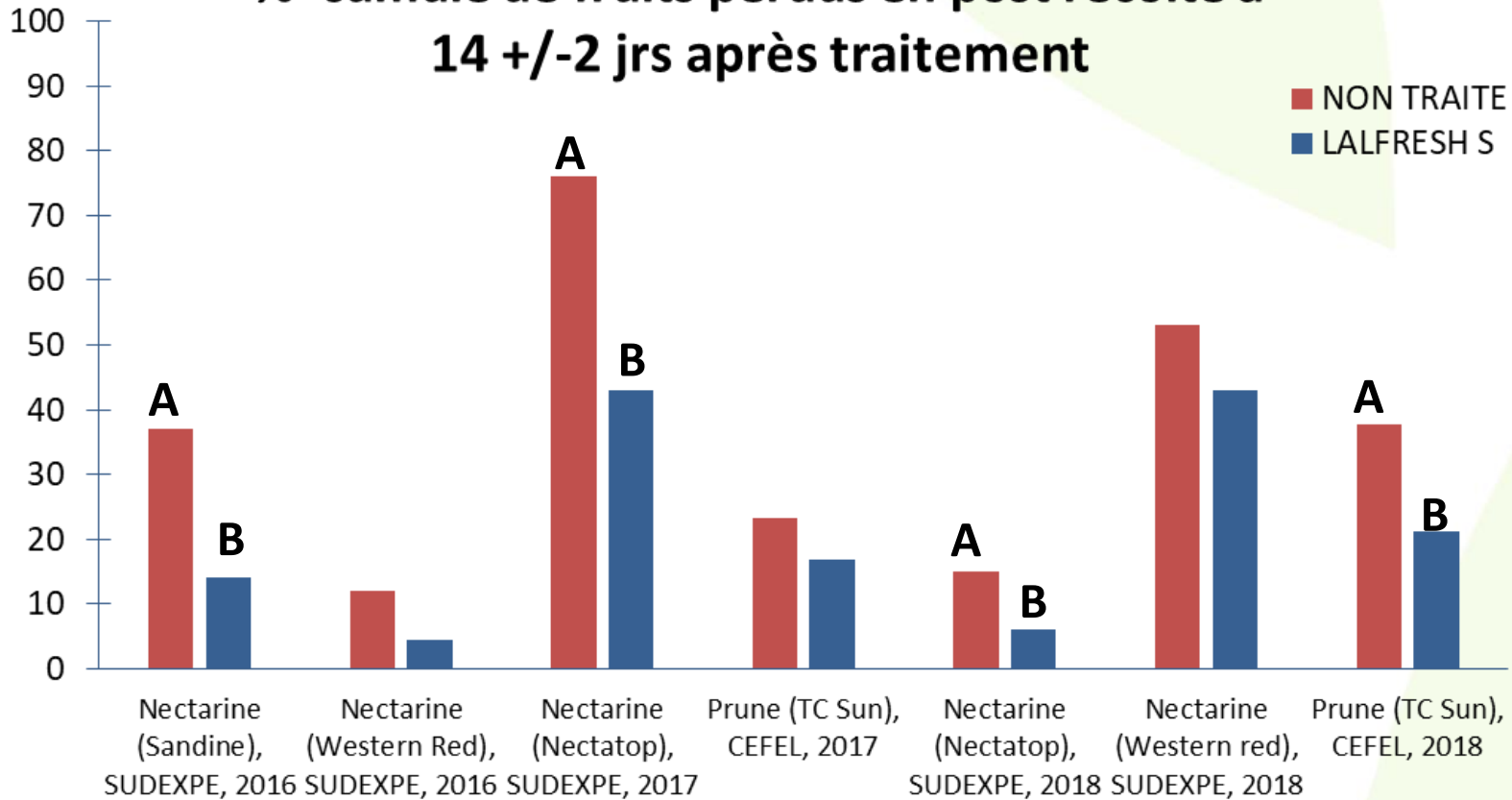
**% cumulé de fruits perdus en post récolte à  
7 +/-2 jrs après traitement**



# Bilan 7 essais, 2016 à 2018

- **2 semaines** après traitement, stockage à 20-22° C

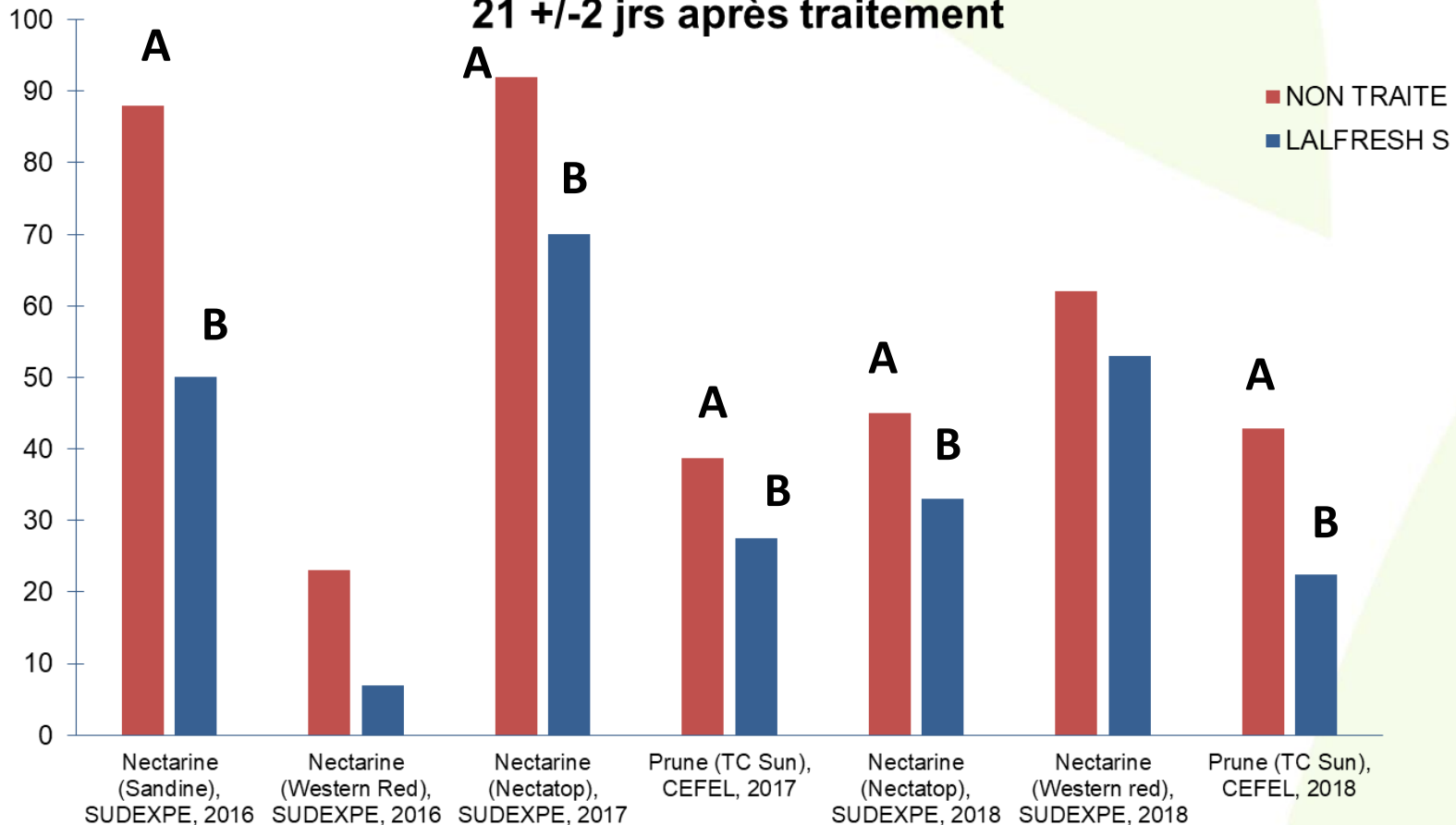
**% cumulé de fruits perdus en post récolte à  
14 +/-2 jrs après traitement**



# Bilan 7 essais, 2016 à 2018

- 3 semaines après traitement, stockage à 20-22° C

% cumulé de fruits perdus en post récolte à  
21 +/-2 jrs après traitement



# 2019 : premier test « grandeur nature » au Mas de la Tapie (Gard)

- Mise en place dans une station de conditionnement :  
quels réglages ? quelle efficacité ?

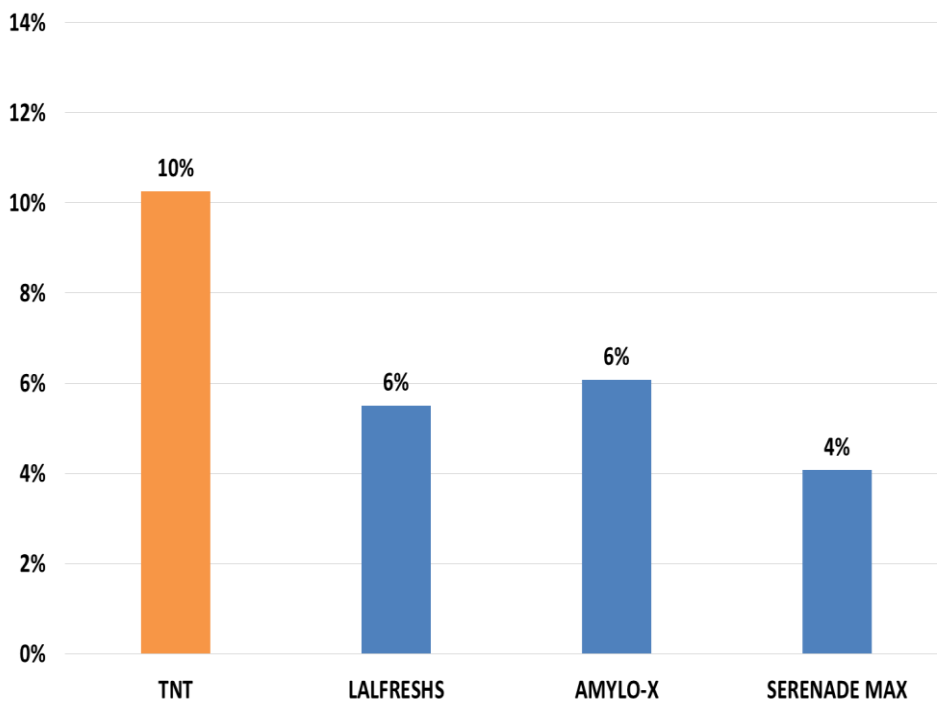


- Suivi en cours, en collaboration avec le Ceta du Vidourle

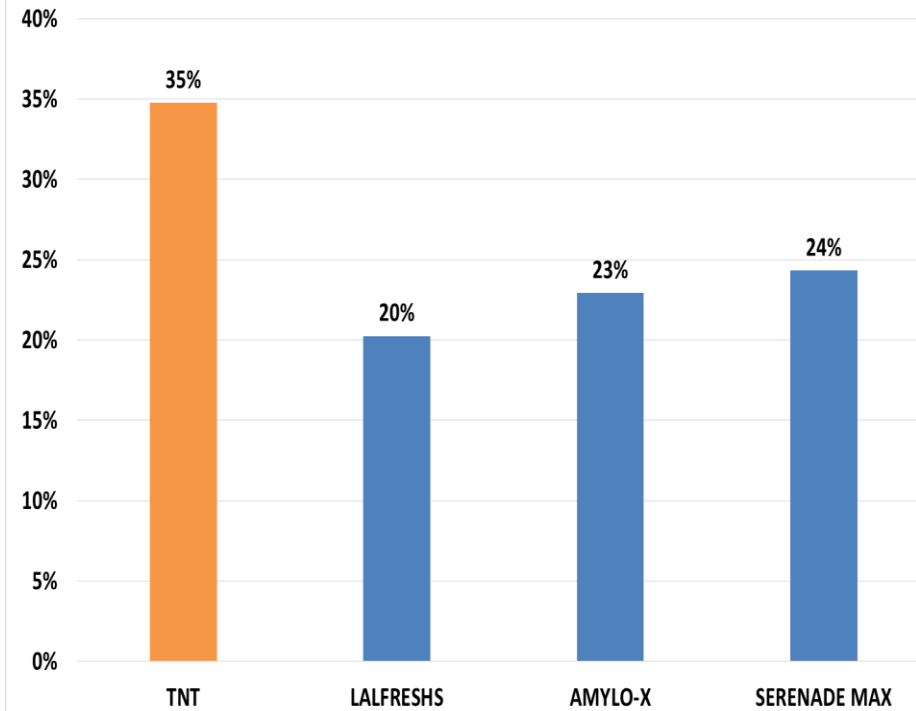
# Screening autres molécules

- Screening d'autres produits de biocontrôle
- 2 années d'essais sur nectarine

% CUMULE DE FRUITS POURRIS EN POST-RECOLTE APRES 5 JOURS  
Westernred 2018

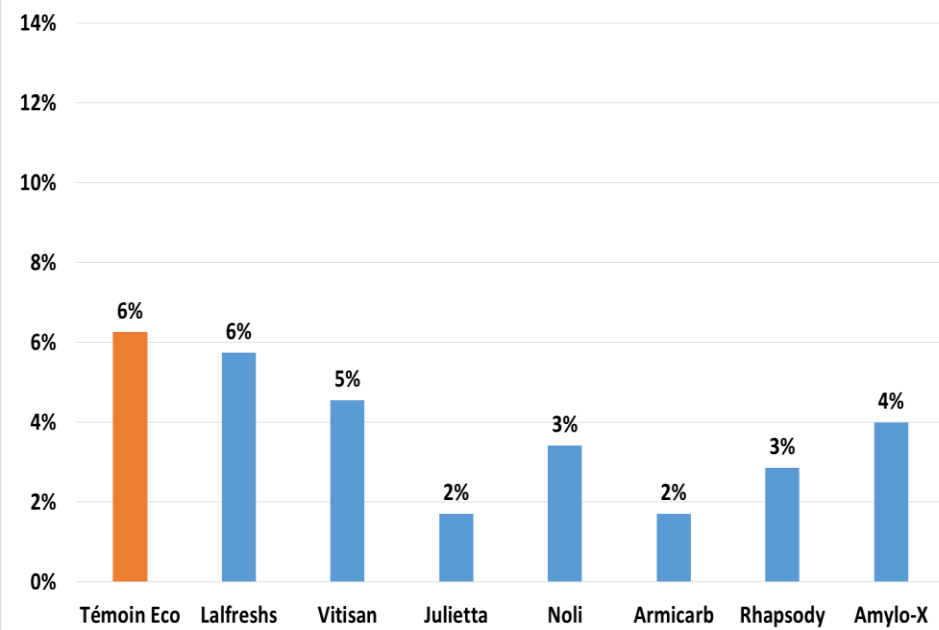


% CUMULE DE FRUITS POURRIS EN POST-RECOLTE APRES 12 JOURS  
Westernred 2018

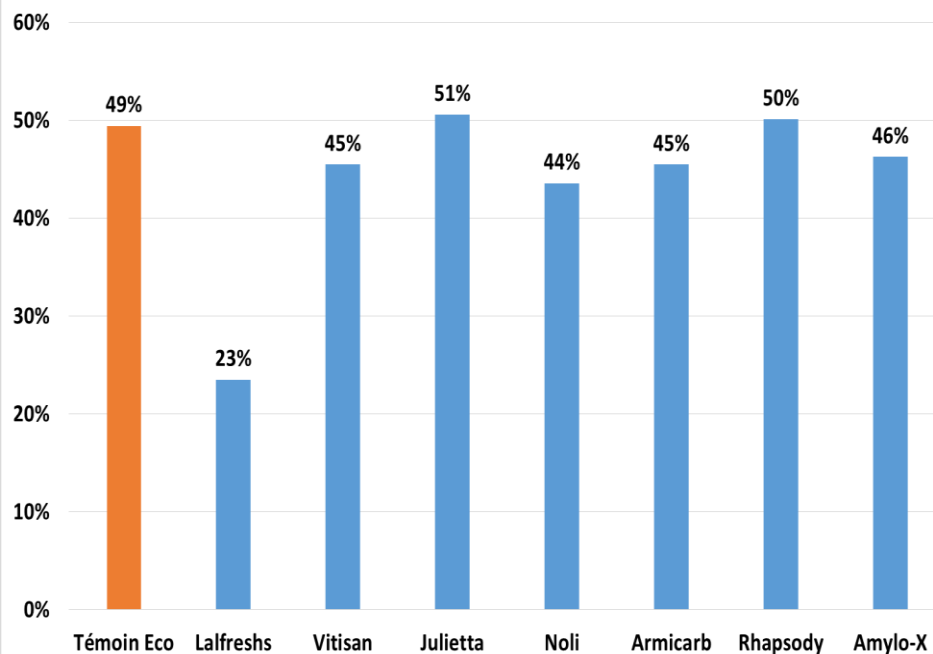


# Screening autres molécules

% CUMULE DE FRUITS POURRIS EN POST-RECOLTE APRES 4 JOURS  
Sandine 2019



% CUMULE DE FRUITS POURRIS EN POST-RECOLTE APRES 11 JOURS  
Sandine 2019



- Résultats à confirmer





# Conclusions et perspectives

- Nouvelle approche du biocontrôle sur moniliose fruit : efficacité très intéressante du LALFRESHS !
- Efficacité comparée et/ou combinée à la thermothérapie ?
- Efficacité en situation de forte pression (Bio) ?
- Efficacité en conditions « grandeur nature » à confirmer ?  
Quel effet des brosses ?
- Screening d'autres produits de biocontrôle à poursuivre