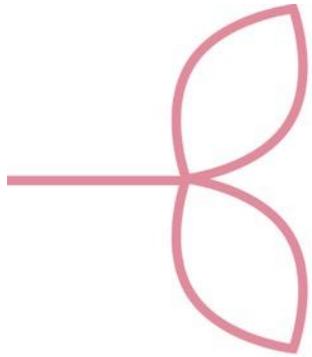




Conservation des pommes : Les solutions pour l'agriculture biologique (avant et après récolte)

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:

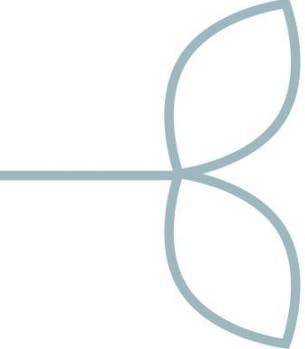
- **Maturité des produits, critères de récolte**
- Soins à la cueillette ...



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.*



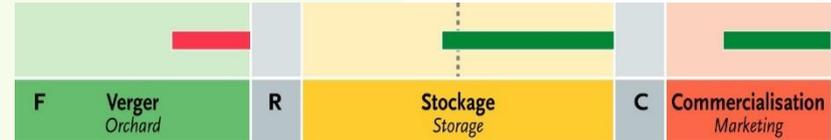
Gloeosporioses

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

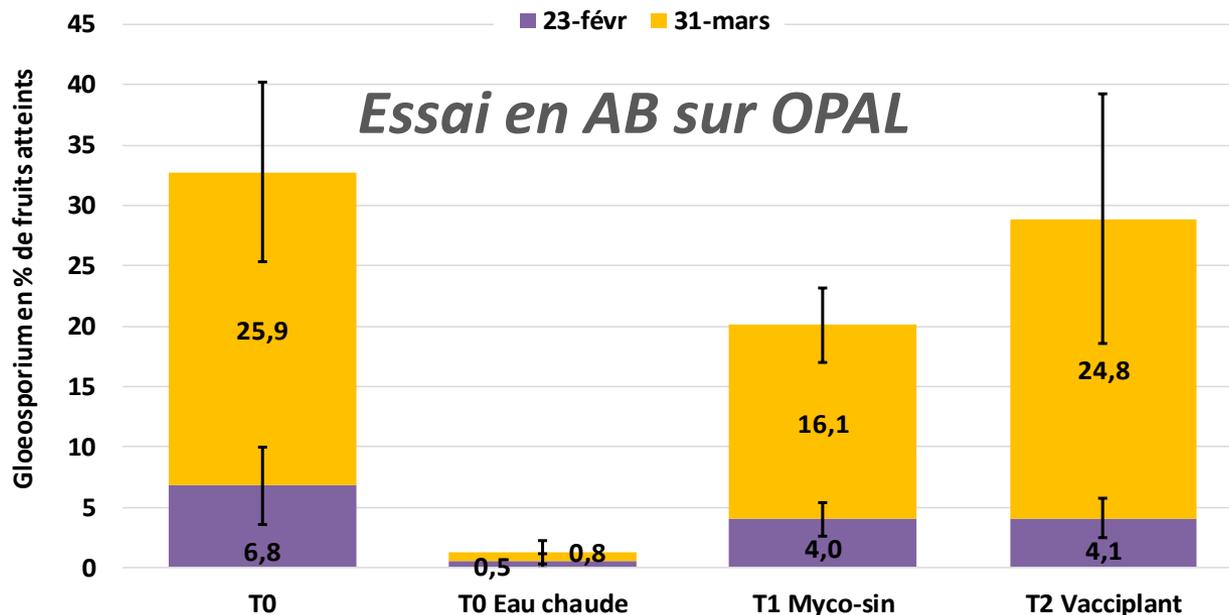
Gloeosporioses - Méthode de lutte en AB

	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

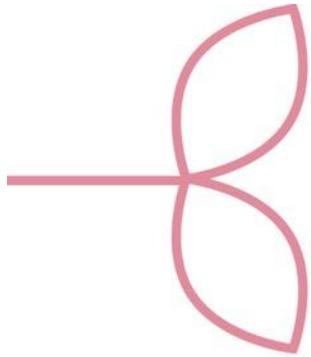


Reconnaitre : Pourriture ferme, marron clair, la peau se décolle (parfois fripée)

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

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

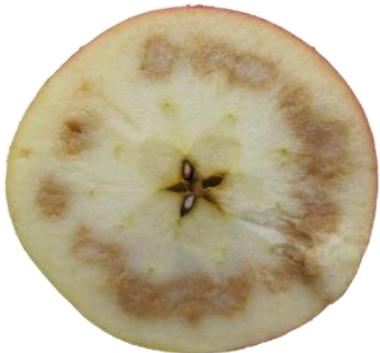
Conservation à T° C basse : Facteur n° 1 pour ralentir les processus métaboliques et allonger la durée de vie.

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

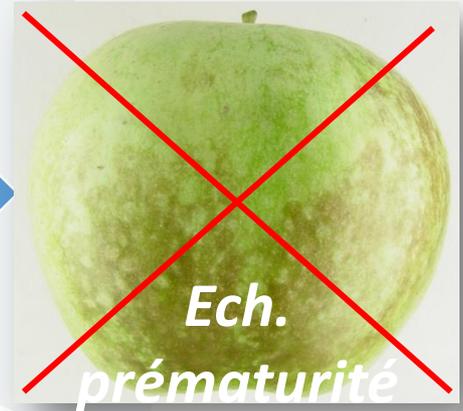
Différents types
d'atmosphère
contrôlée

AC
(3 %)

ULO
(1,5 %)

Extrême
ULO
(0,7-0,9 %)

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



Ou d'atmosphère modifiée



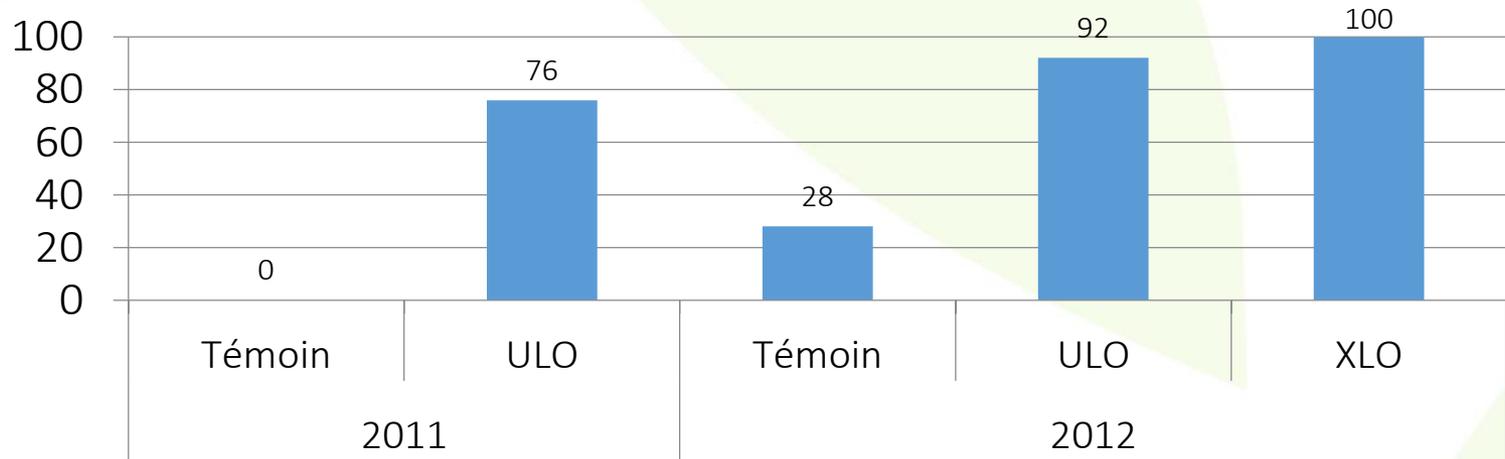
Impact positif de l'AC et l'AM sur :

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

Sous atmosphère contrôlée

Dalinette_{cov} (% 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 ; Adsorbant de CO₂ ; Analyseur(s) de gaz et gestion centralisée ...

Bonnes pratiques :

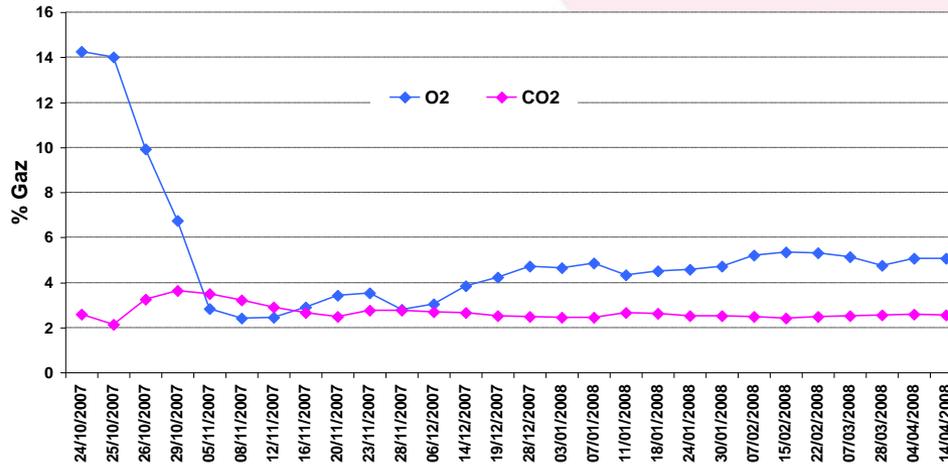
- Ne pas descendre l'oxygène sur des fruits chauds
- Variété « déconseillée » en AC : Story®
- Attention si mélange de variétés dans une même chambre, notamment si sensibilité différente au CO₂



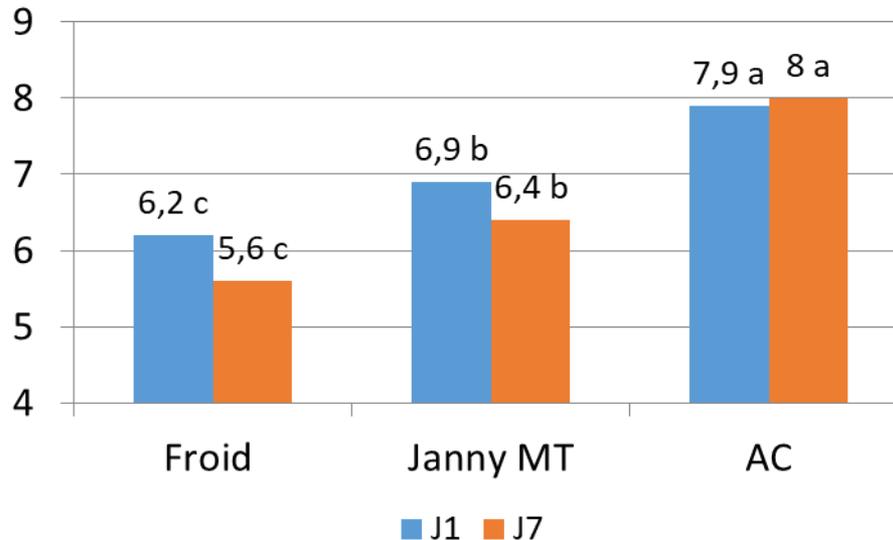
Sous atmosphère modifiée



%O₂/CO₂
(La Morinière, 2007 - variété Goldrush®)



Fermeté
(kg/cm²)
(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'O₂ et CO₂*
 - 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

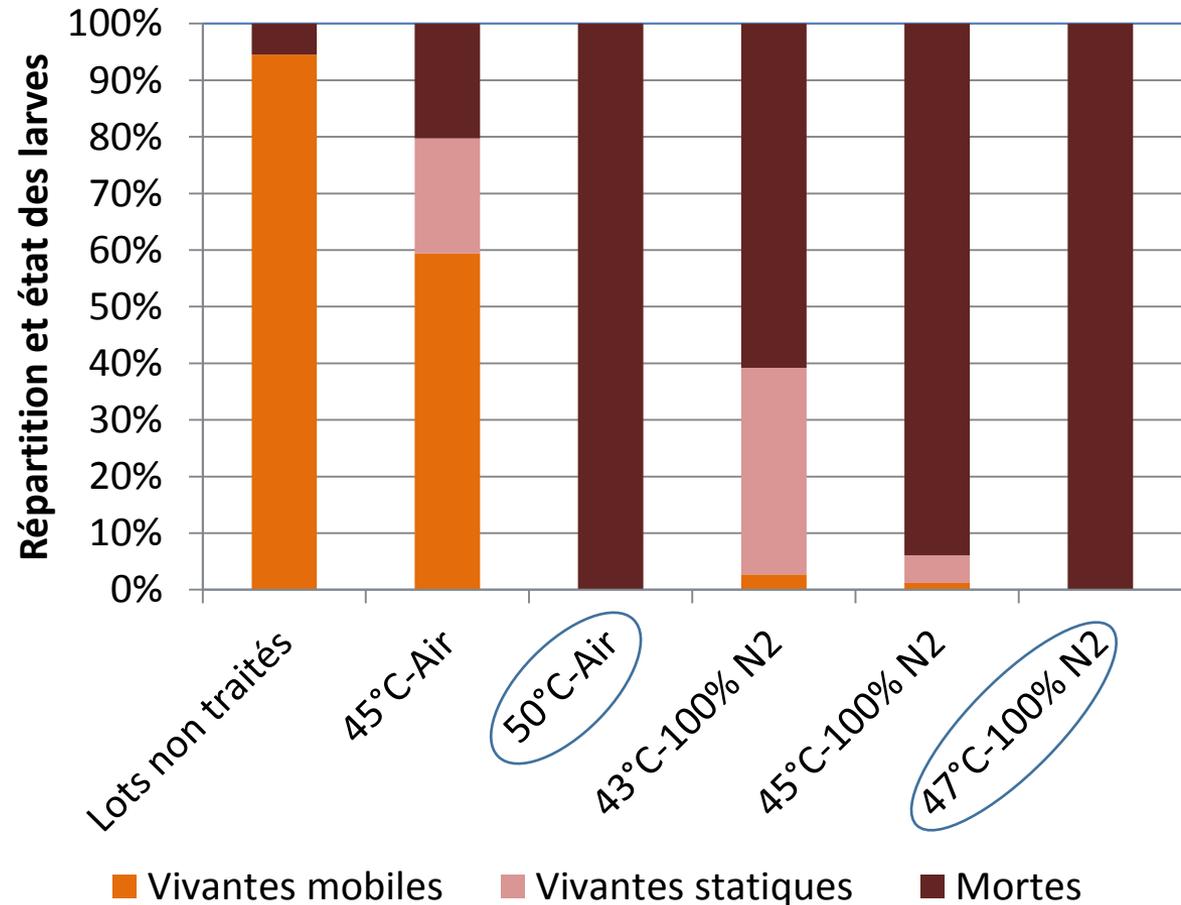


Éthylène



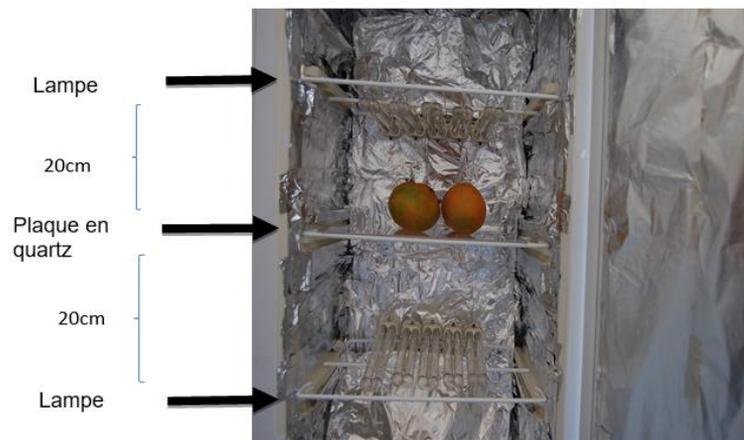
Prototype de désinsectisation des châtaignes

40 min de traitement appliqué sur des caisses de châtaignes

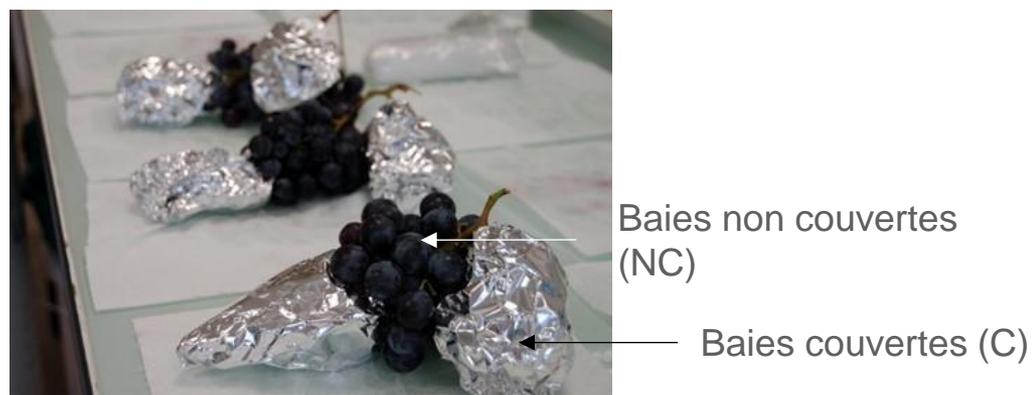


➤ Intérêt d'une combinaison chaleur + humidité + anoxie pour réduire la température de traitement et garantir une efficacité à 100 %

	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 ²	0,4 J/cm ²
Stockage après traitement	Stockage à 20°C et 50% HR	



Dispositif d'application des UV-C à petite échelle



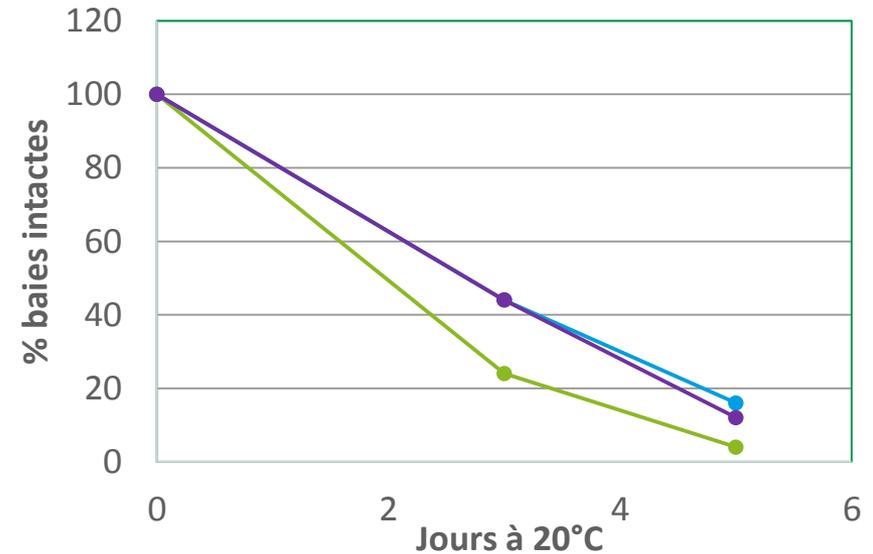
Evolution du % de fruits nécrosés après inoculation de nectarines avec souche de *Monilia*



	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

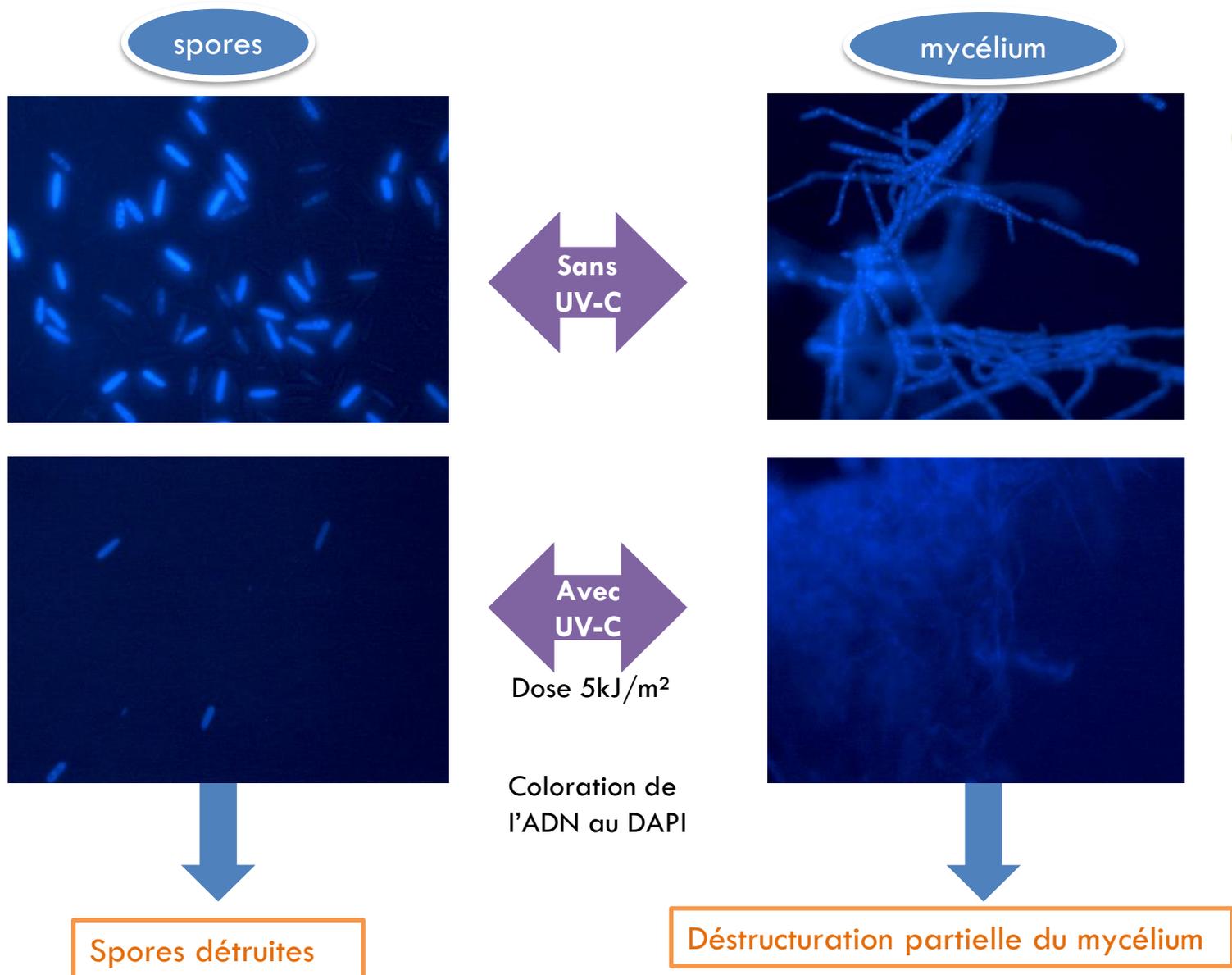
Evolution du % de baies de raisin saines après application d'UV-C



—●— 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 :

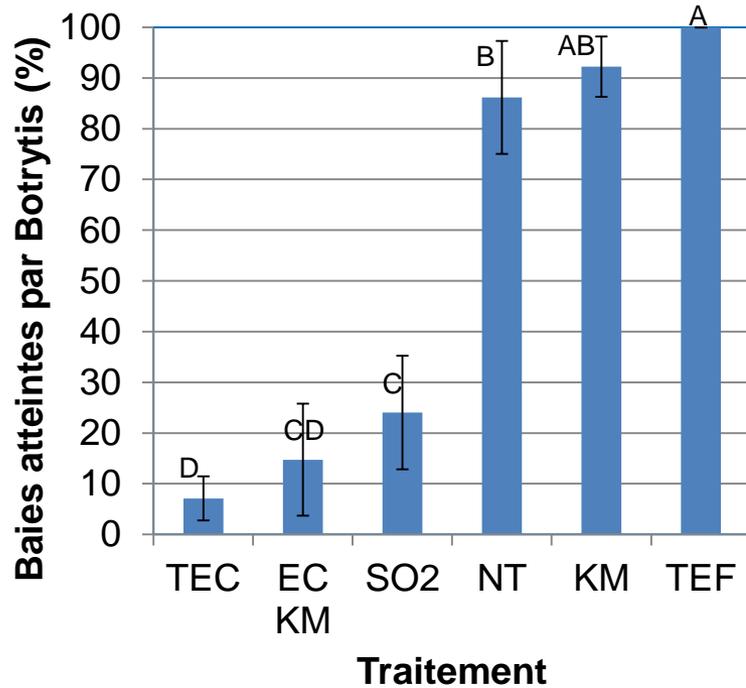
- 50 sec à 56° C pour les pêches
- 2 min à 52° C pour les raisins



- **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

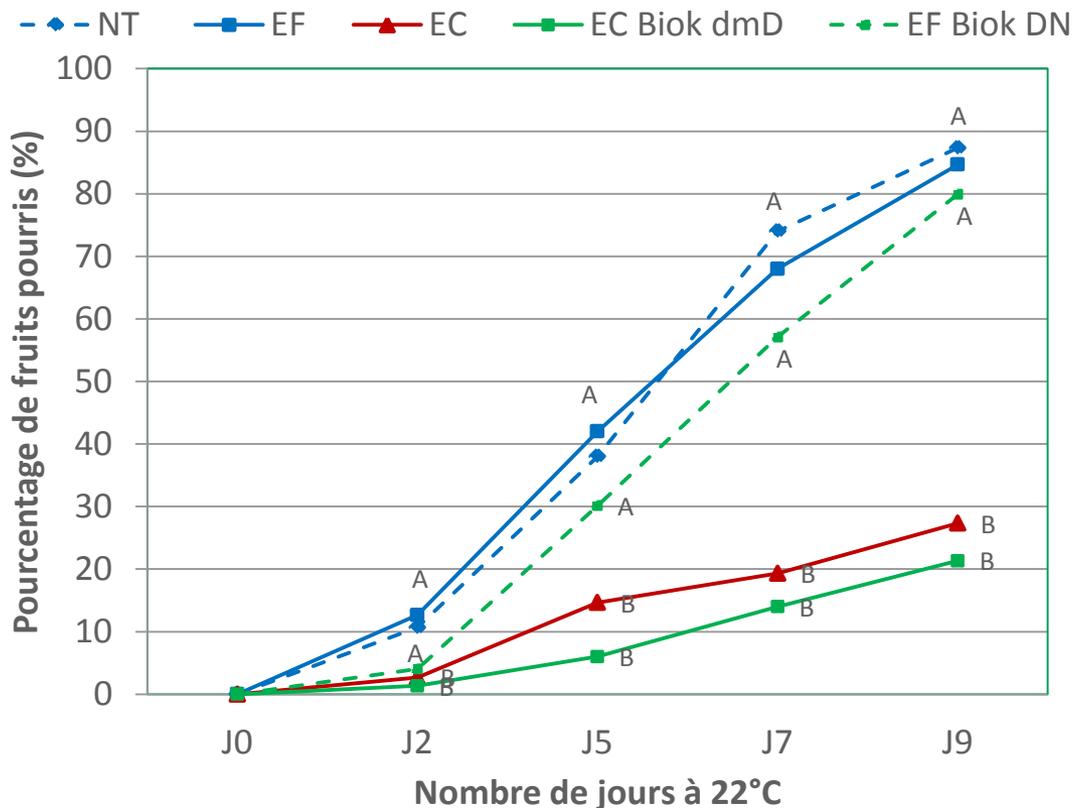
EC – KM : eau chaude puis levure 0,2 % KM : levure appliquée dans l'eau froide

KM : levure KM1110 appliquée dans l'eau froide

SO₂ : 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

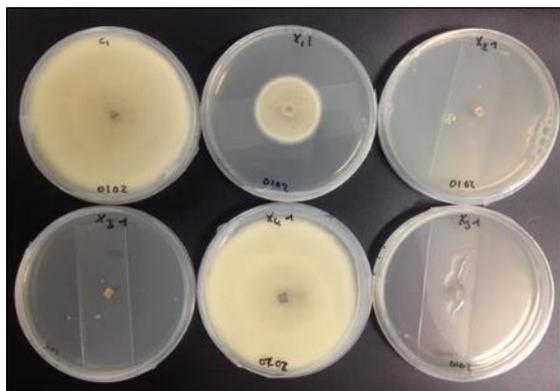
EF : trempage eau froide (20° C – 50 sec)

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

—●— Concentration Thymol dans la peau —●— Concentration Thymol dans la pulpe



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**

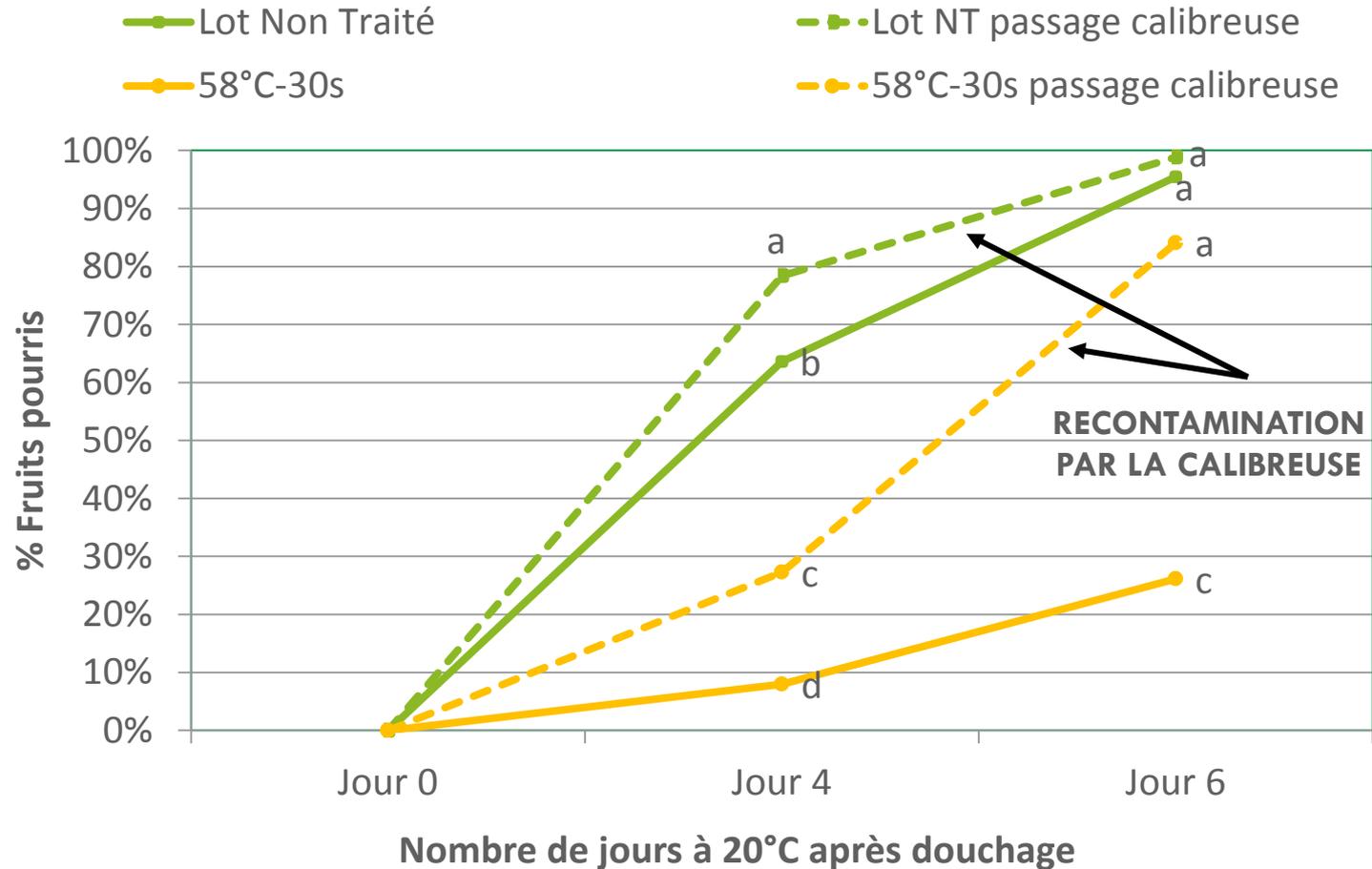


Tunnel de séchage



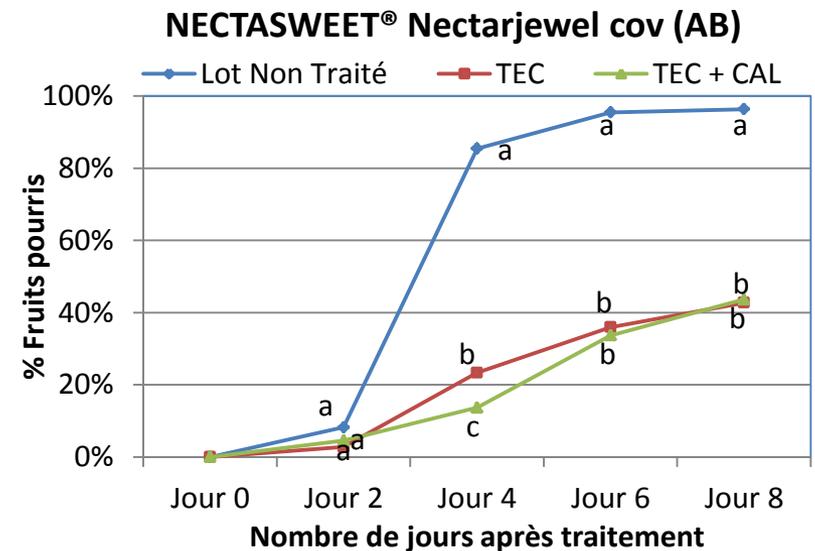
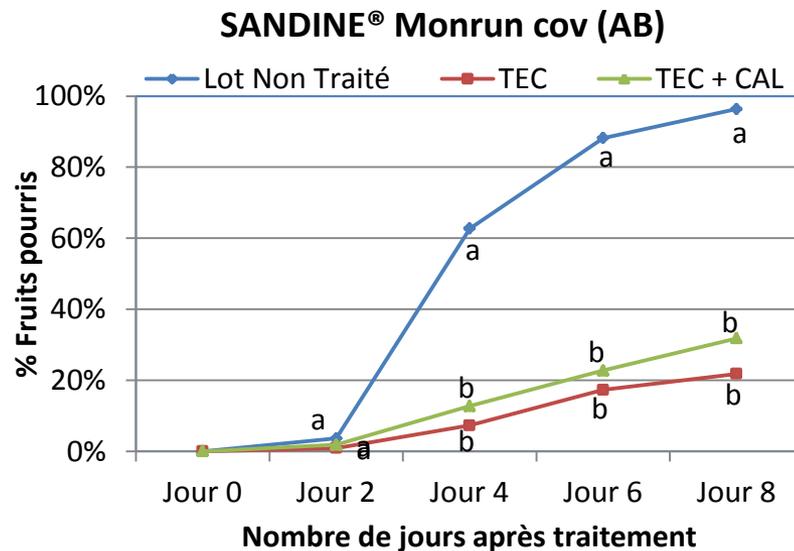
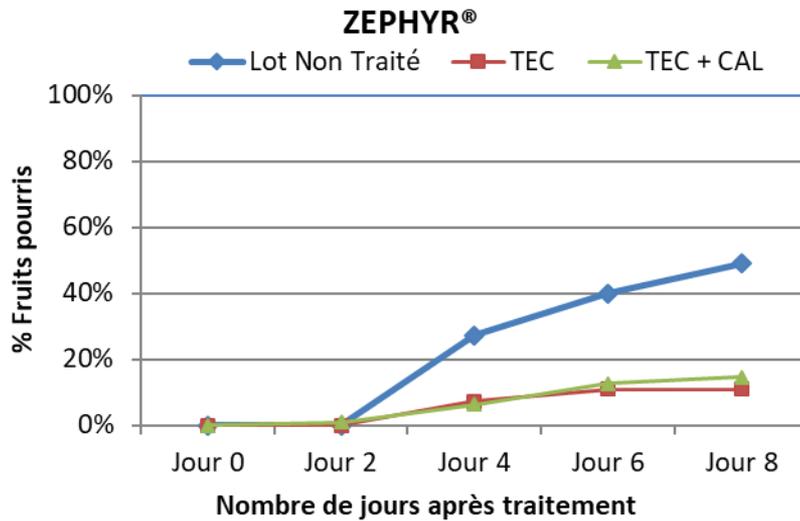
*Bac de chauffage et de recyclage
de l'eau*

Nectarine NECTARPERLE _(cov) (AB)



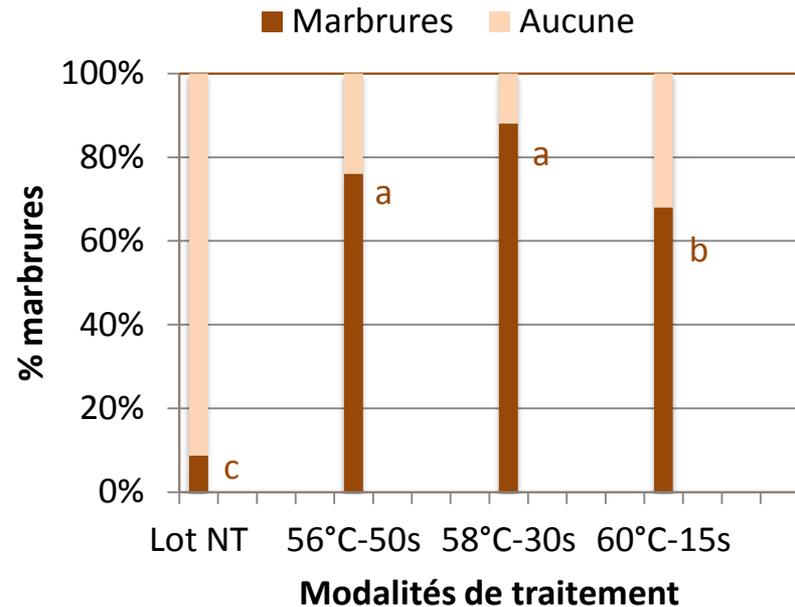
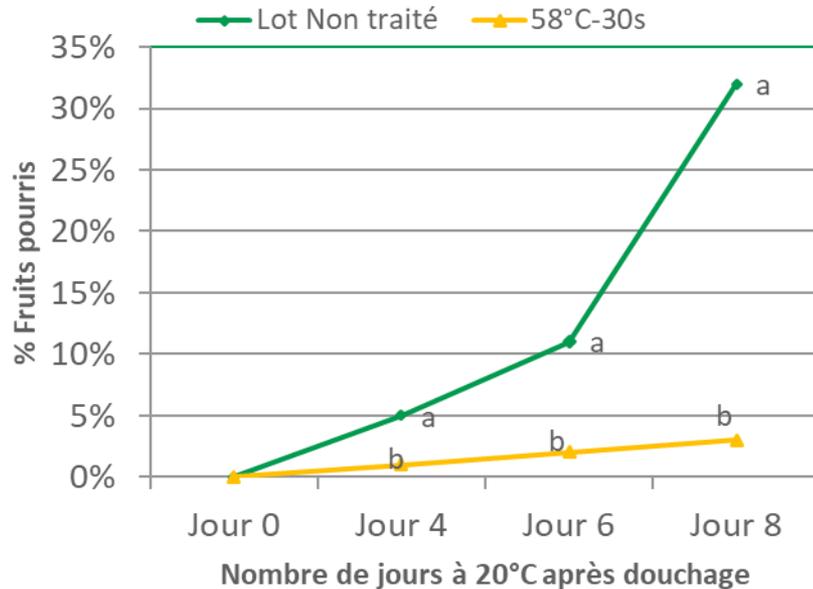
- Nécessité d'un nettoyage et désinfection minutieux de la calibreuse en aval du doucheur

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



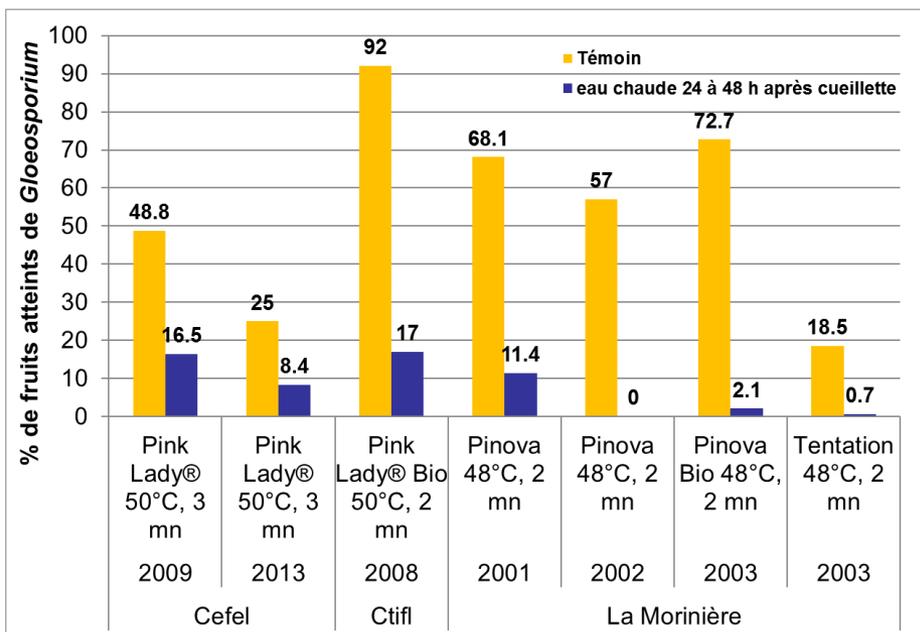
- Efficacité de l'eau chaude comprise entre 60 et 90 % en fonction des variétés et des dates. Pas de recontamination par la calibreuse après désinfection.

Résultats sur abricots en AB : exemple de Big Red®

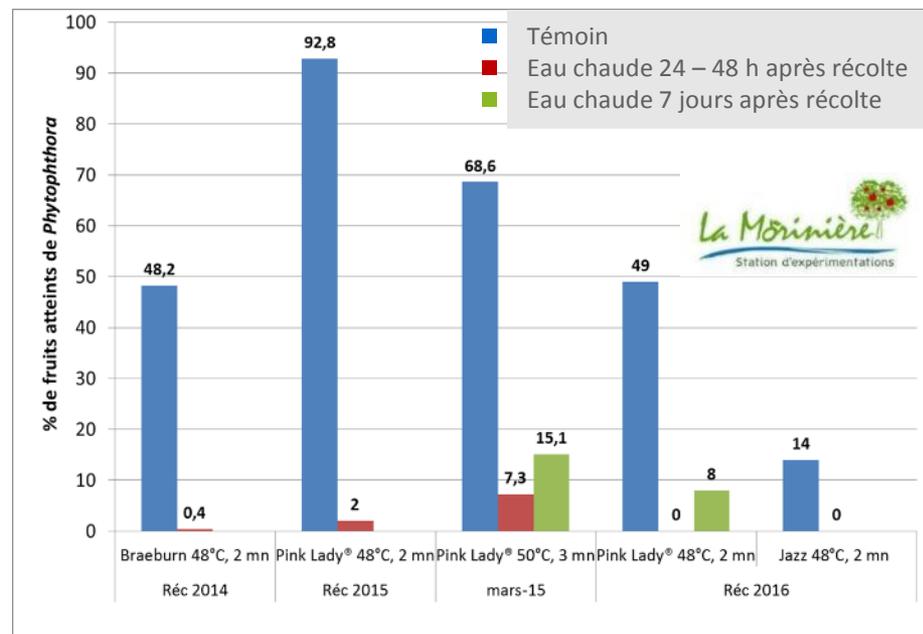


- Le doucheage eau chaude permet une réduction du taux de fruits présentant des pourritures...mais **la machine n'est pas encore opérationnelle sur abricot car le traitement accentue les problèmes de marbrures (brunissement externe)**
- **Poursuite des travaux en 2019 - 2020**

Efficacité *Gloeosporium*



Efficacité *Phytophthora*

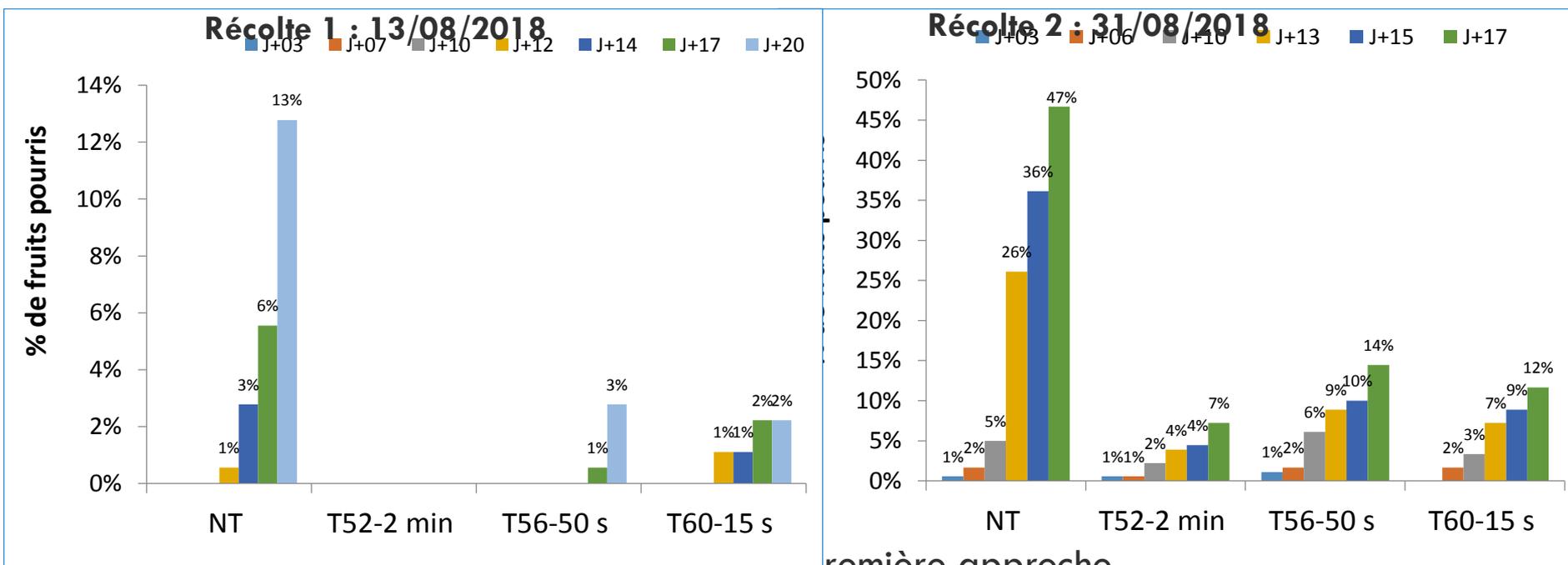


- Très bonne efficacité de l'eau chaude pour réduire les pertes liées à *Gloeosporium* et *Phytophthora*
- Pas d'efficacité de l'eau chaude sur *Penicillium* à une température de 48 – 50° C supportée par la pomme

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

2 dates de récolte début et fin de campagne

Trempage 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 efficaces 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

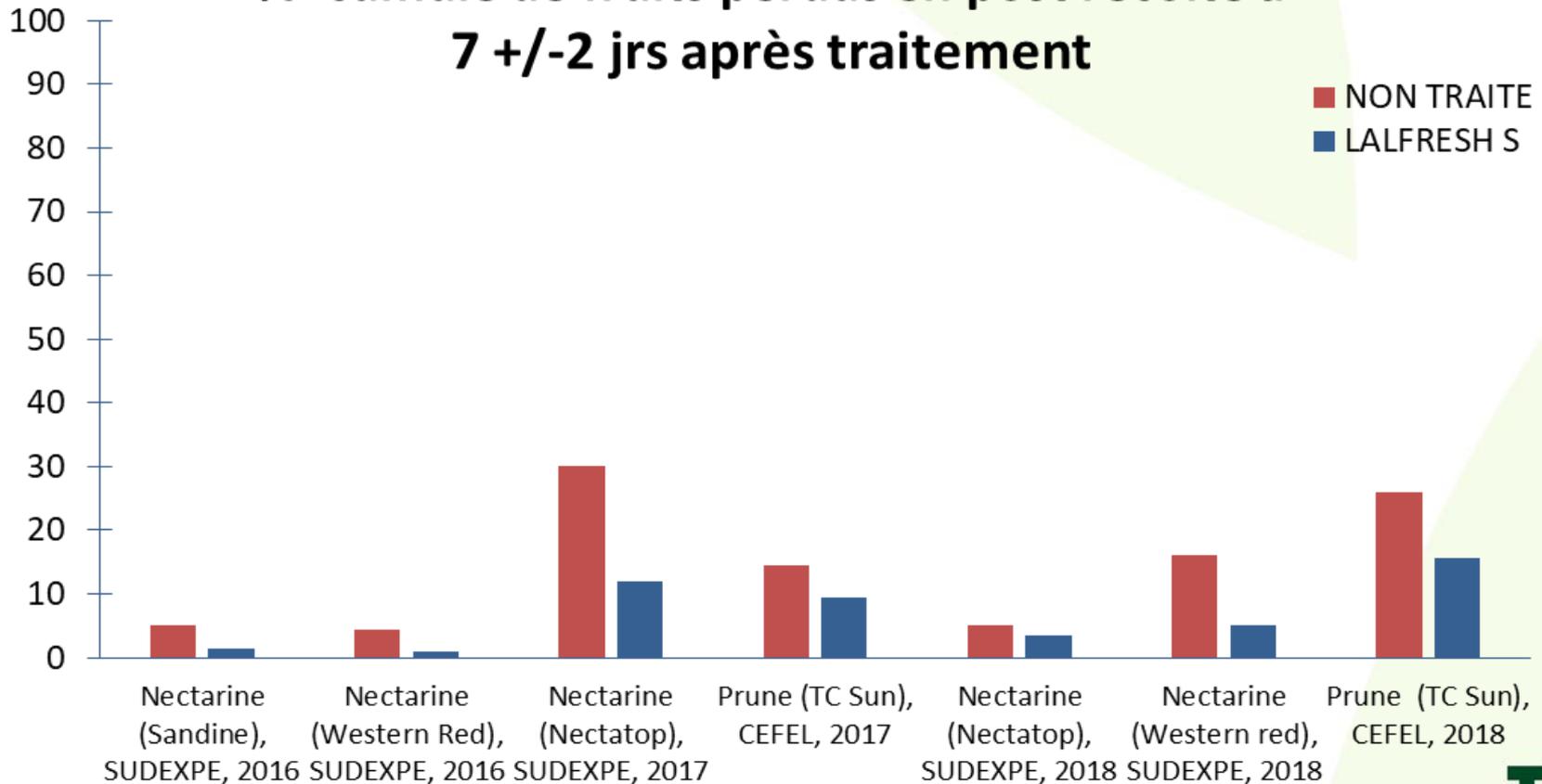
- Produit sans classement, utilisable en AB
- Positionnement en post-récolte envisagé avec la société Lallemand Plant Care : *Clonostachys rosea* J1446 (PRESTOP sur Fraisier* Pourriture grise et sclérotinioses)
- 2 modes d'action :
 - compétition (colonisation rapide de la surface du fruit)
 - action 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

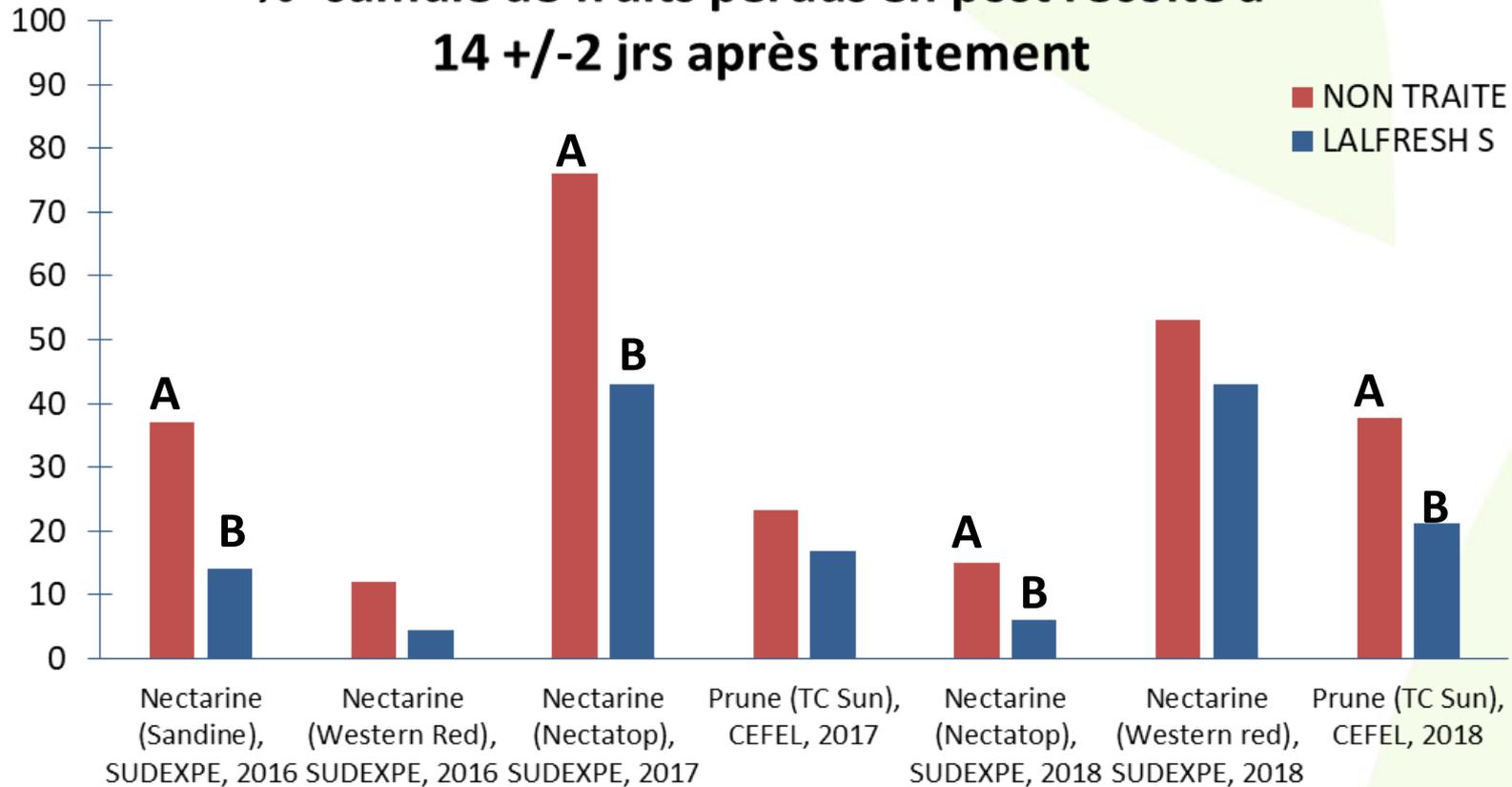
**% cumulé de fruits perdus en post récolte à
7 +/-2 jrs après traitement**



Bilan 7 essais, 2016 à 2018

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

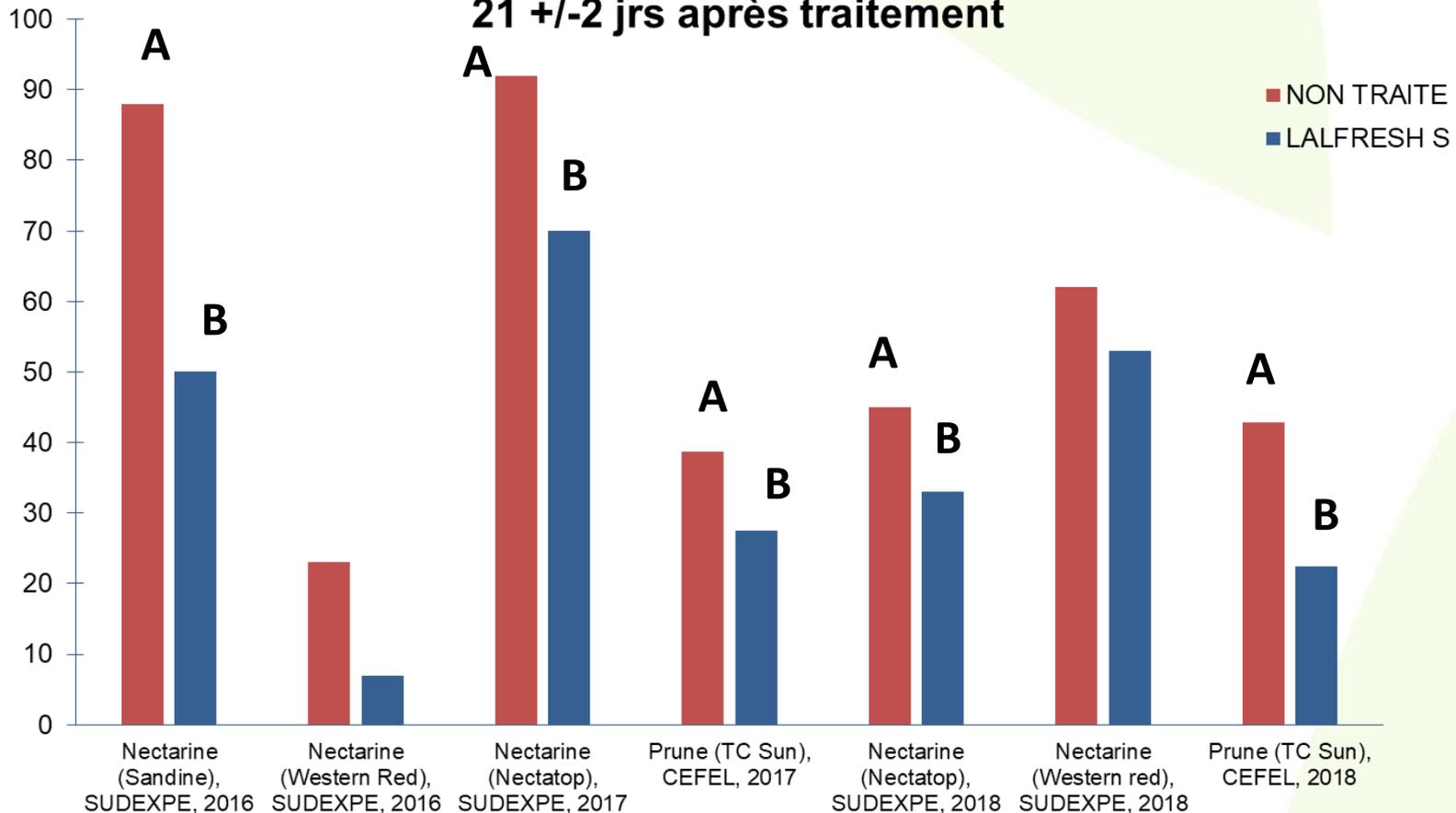
**% cumulé de fruits perdus en post récolte à
14 +/-2 jrs après traitement**



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 ?

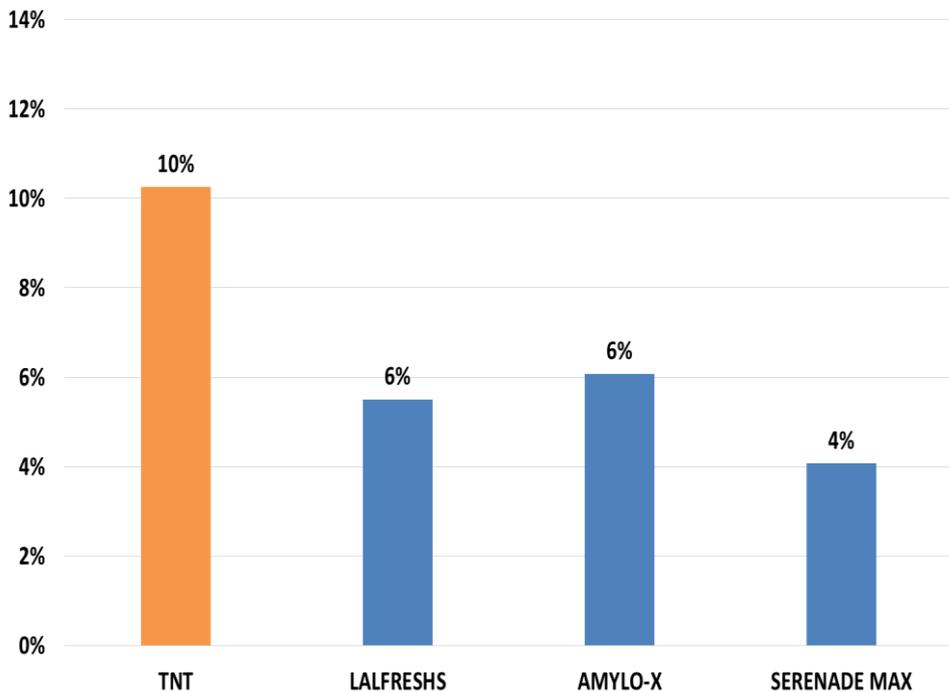


- Suivi en cours, en collaboration avec le Ceta du Vidourle

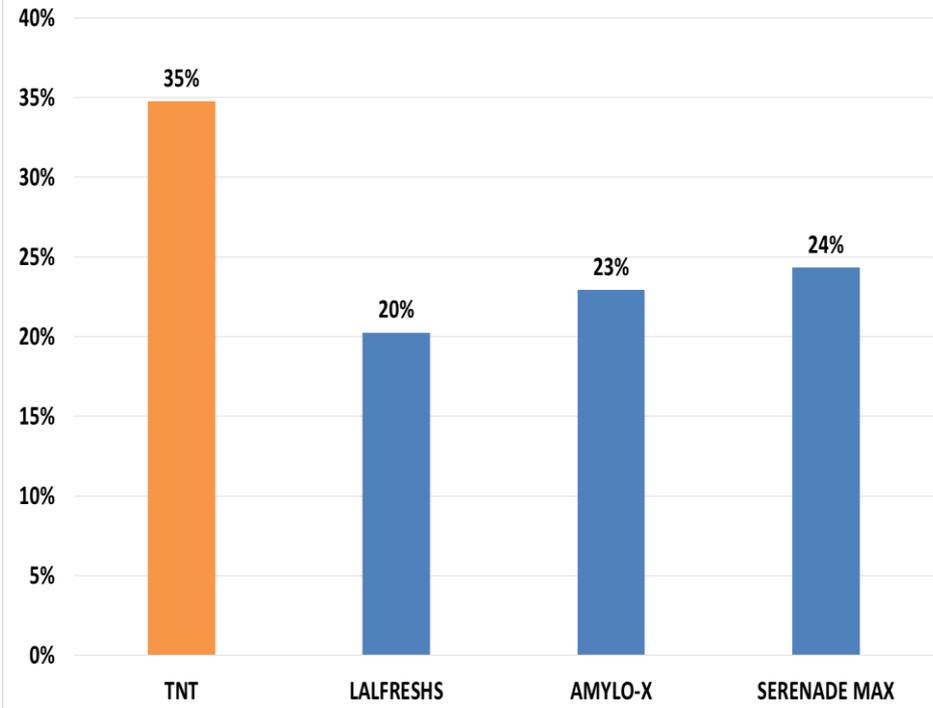
Screening autres molécules

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

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

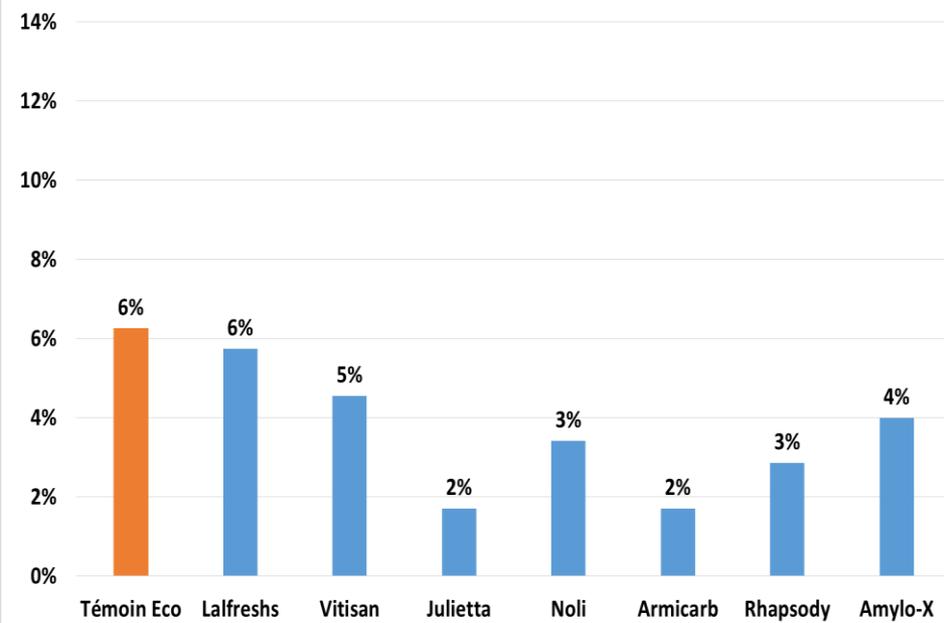


% CUMULE DE FRUITS POURRIS EN POST-RECOLTE APRES 12 JOURS
Westernred 2018

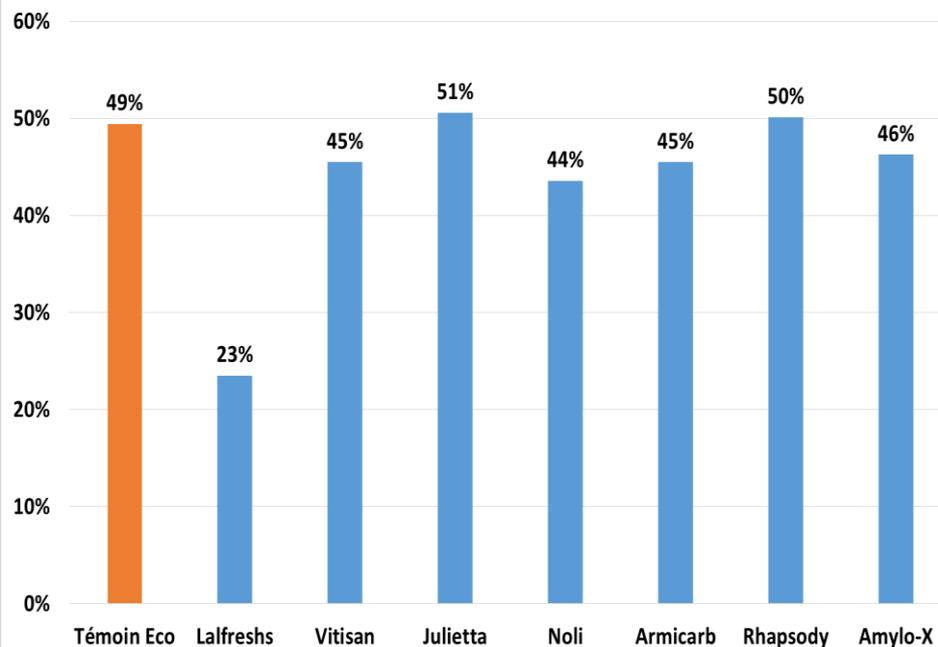


Screening autres molécules

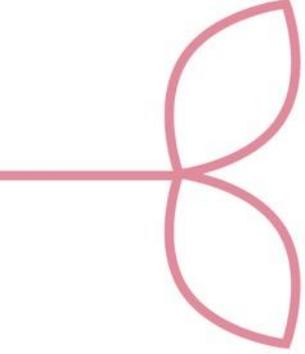
% CUMULE DE FRUITS POURRIS EN POST-RECOLTE APRES 4 JOURS
Sandine 2019



% 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