

# Matinées techniques du Pôle Technique et Qualité du BIVB

## Le biocontrôle & la pulvérisation

Mardi 24 novembre 2020



# Programme

---

- ◆ **Efficiencce de la pulvérisation & produits de biocontrôle**

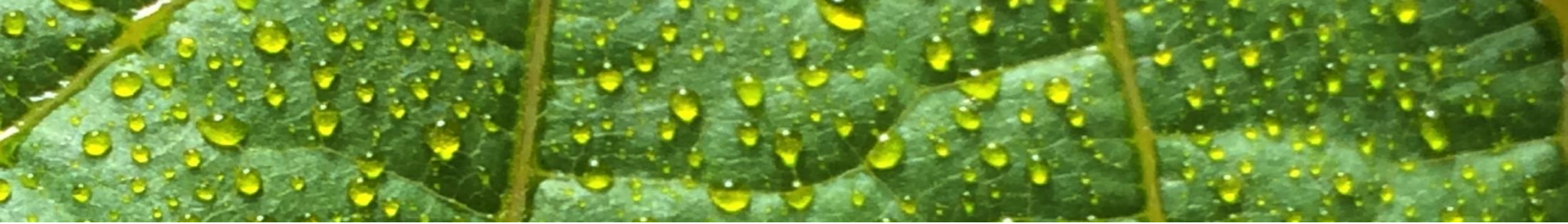
*Sophie TROUVELOT (IUVV, uB) & Xavier DAIRE (INRAE) - chercheurs à l'UMR Agroécologie de Dijon*

- ◆ **Importance de la qualité de pulvérisation & réglage des pulvérisateurs**

*Pierre PETITOT – Conseiller vigne – Chambre d'Agriculture de Côte-d'Or*

- ◆ **Outils disponibles dans la détection des maladies de la vigne**

*Frédéric COINTAULT (AgroSup Dijon) - chercheur à l'UMR Agroécologie de Dijon*



# Efficiencce de la pulvérisation & produits de biocontrôle

*Sophie TROUVELOT (IUVV, uB) & Xavier DAIRE (INRAE)*

*chercheurs à l'UMR Agroécologie de Dijon*



Agroécologie  
Dijon  
Unité de Recherche



Mardi 24 novembre 2020

[xavier.daire@orange.fr](mailto:xavier.daire@orange.fr)  
[sophie.trouvelot@u-bourgogne.fr](mailto:sophie.trouvelot@u-bourgogne.fr)

# 1<sup>ère</sup> Partie : Le produits de biocontrôle



*Source : S. Trouvelot*





# Les produits de biocontrôle

Un ensemble d' « agents et produits utilisant des **mécanismes naturels** dans le cadre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures » ([Article L. 253-6 du code rural et de la pêche maritime](#))

## 4 catégories d'agents de biocontrôle :

<b>Macroorganismes auxiliaires</b> (invertébrés, insectes, acariens, nématodes)	<b>Micro-organismes</b> (champignons, bactéries, virus)	<b>Médiateurs chimiques</b> (Phéromones, kairomones ou allomones)	<b>Substances naturelles</b> (d'origine végétale, animale, minérale, ou microbienne)
			
Prédateurs, parasitoïdes ou entomopathogènes	Parasitisme, compétition, antibiose, stimulation des défenses des plantes	Confusion sexuelle et piégeage	Effet pesticide, stimulation des défenses des plantes, répulsion
<b>Non soumis à AMM</b>	<b>Produits phytosanitaires soumis à AMM</b> Règlement CE n°1107-2009		



# Les produits de biocontrôle

- Produits de BC = **produits phytosanitaires avec AMM** (homologation)
- **40% sont des substances naturelles, 20 % des microorganismes**
- **Réglementation biocontrôle** ≠ produits autorisés en Agriculture Biologique (AB)
- Produits AB = produits phytosanitaires **origine naturelle**, avec AMM. Cf liste ITAB
- Nombreux produits BC **autorisés en AB** (ex. soufre, huiles essentielles...)
- Produits de BC **interdits en AB** (phosphonate)
- Des **produits AB exclus du BC** (cuivre)



## PNPP (pas d'AMM) ≠ produits phytosanitaires

- décoction, macérat, etc... à usage phytosanitaire
- Comprend aussi les « substances de base » (sel, sucre, bière...)

## Biostimulants



### - Réglementation matières fertilisantes

- Agissent par **stimulation de processus biologiques** de la plante sans être des substances fertilisantes (nutriments) en soi. Souvent un **effet hormonal**.
- Ex. extraits de plantes, d'algues, de microorganismes, substance humiques, microorganismes

# Les produits de biocontrôle en viticulture



Indiqués dans la liste IFV

## Liste des produits de biocontrôle relatifs à la protection de la vigne (version 15 mars 2018) 1/2

Cible	Noms commerciaux (1)	type (3)	Principe actif	Mode d'action	Utilisable AB (2)
Mildiou	Bastid / Messenger/ Blason / Bstim	sb nat	COS OGA	Stimulateur des défenses (SDP)	
	Ceraxel / BCPC358FC	sb nat	Phosphonate de disodium	Fongicide et SDP	
	LBG-01F34 / Etonan / Pertinan	sb nat	Phosphonate de potassium	Fongicide et SDP	
	Limocide/ Essen'ciel/ Prev-AM/ Prev-AM plus	sb nat	Huile d'orange douce	Fongicide	AB
	Redeli / Sirius / Fructial	sb nat	Phosphonate de disodium	Fongicide et SDP	
	Romeo / Actileaf	sb nat	Cerevisane (parois de levures)	Stimulateur des défenses (SDP)	
Oïdium	Armicarb	sb nat	Hydrogénocarbonate de potassium	Choc osmotique / pH sur spores et mycelium	AB
	Bastid / Messenger/ Blason	sb nat	COS OGA	Stimulateur des défenses (SDP)	
	Nombreuses spécialités de soufre mouillable et soufre poudrage (+)	sb nat	Soufre	Fongicide	AB
	Limocide/ Essen'ciel/ Prev-AM/ Prev-AM plus	sb nat	Huile d'orange douce	Fongicide	AB
	Romeo / Actileaf	sb nat	Cerevisane (parois de levures)	Stimulateur des défenses (SDP)	AB
	Stifenia	sb nat	Extrait fenugrec	Stimulateur des défenses	
	◆ Vacciplant fruits et légumes	sb nat	Laminarine	Stimulateur des défenses	
	Vitisan	sb nat	Hydrogénocarbonate de potassium	Choc osmotique / pH sur spores et mycelium	AB
Pourriture grise	Armicarb	sb nat	Hydrogénocarbonate de potassium	Choc osmotique / pH sur spores et mycelium	AB
	Amylo-X WG	mic-org	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Antibiose	AB
	Botector	mic-org	<i>Aureobasidium pullulans</i> s.DSM 14940 -14941	Compétition spatiale	AB
	Mevalone/ Nirka/ Yatto	sb nat	Eugenol, Geraniol, thymol	Fongicide	
	◆ Romeo / Actileaf	sb nat	Cerevisane (parois de levures)	Stimulateur des défenses (SDP)	AB
	Serenade Max	mic-org	<i>Bacillus subtilis</i> str QST 713	Compétition spatiale, antibiose, SDP	AB
	Serifel	mic-org	<i>Aureobasidium pullulans</i> s. MBI600	Compétition spatiale	



## Principaux produits :

- **Phéromones (RAK)**
- **Anti-mildiou** : phosphonates (LBG,...), huiles essentielles d'agrumes, SDP (Bastid, Romeo...)
- **Anti-oïdium** : soufre, armicarb, huiles essentielles, SDP
- **Anti-pourriture** : micro-organismes (*Bacillus subtilis*...)





# Conclusion

- Produits de biocontrôle : une **catégorie** phytosanitaire « **fourre-tout** »
- Des produits aux **mode d'action très divers**
- En pratique **contre mildiou et oïdium** les produits de BC **efficaces** sont les **fongicides** (phosphonates, soufre, armicarb, huiles essentielles...)
- Les **SDP** peuvent **compléter l'action** des fongicides mais leur utilité pratique est controversée.

# 2ème Partie : Efficience de la pulvérisation



Sources : S. Trouvelot

# Éléments de contexte

**Constat : L'efficacité des SDP diminue dès que l'on passe au vignoble (*in natura*)**



Disques foliaires*		Boutures sous serre**		Vignoble***	
mildiou	oïdium	mildiou	oïdium	mildiou	oïdium
100%	nt	75%	80%	<10%	>60%

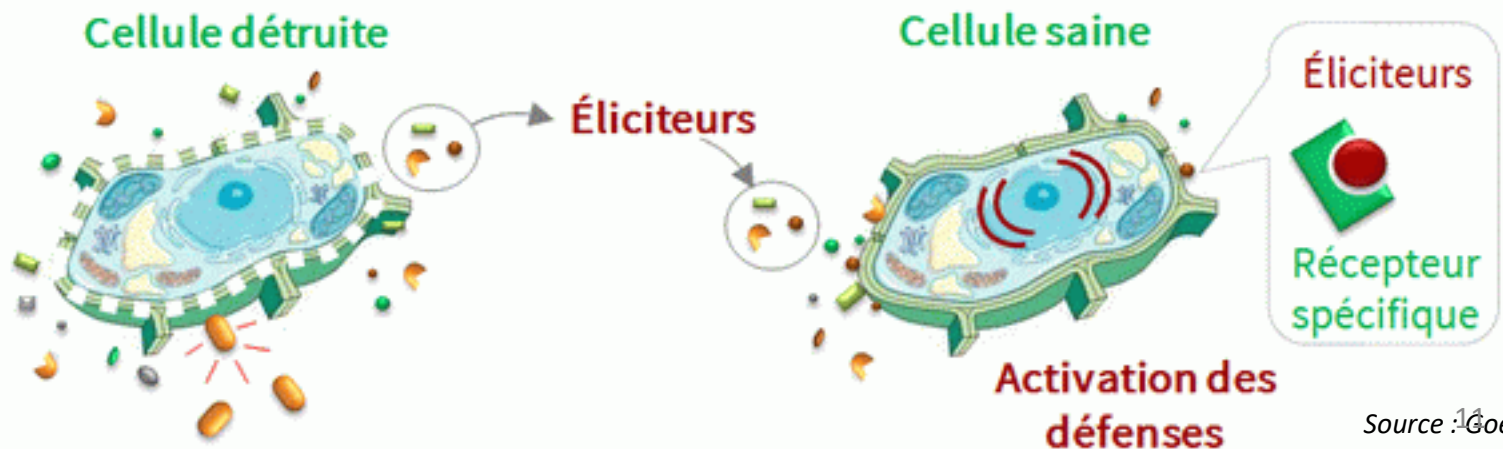
**Hypothèse : problème de biodisponibilité**



## Constat :

- **SDP** = bonne efficacité sous serres mais **très aléatoire au vignoble**
- **SDP** = souvent **hydrophiles** – pénétration foliaire ? (frein à l'efficacité ?)

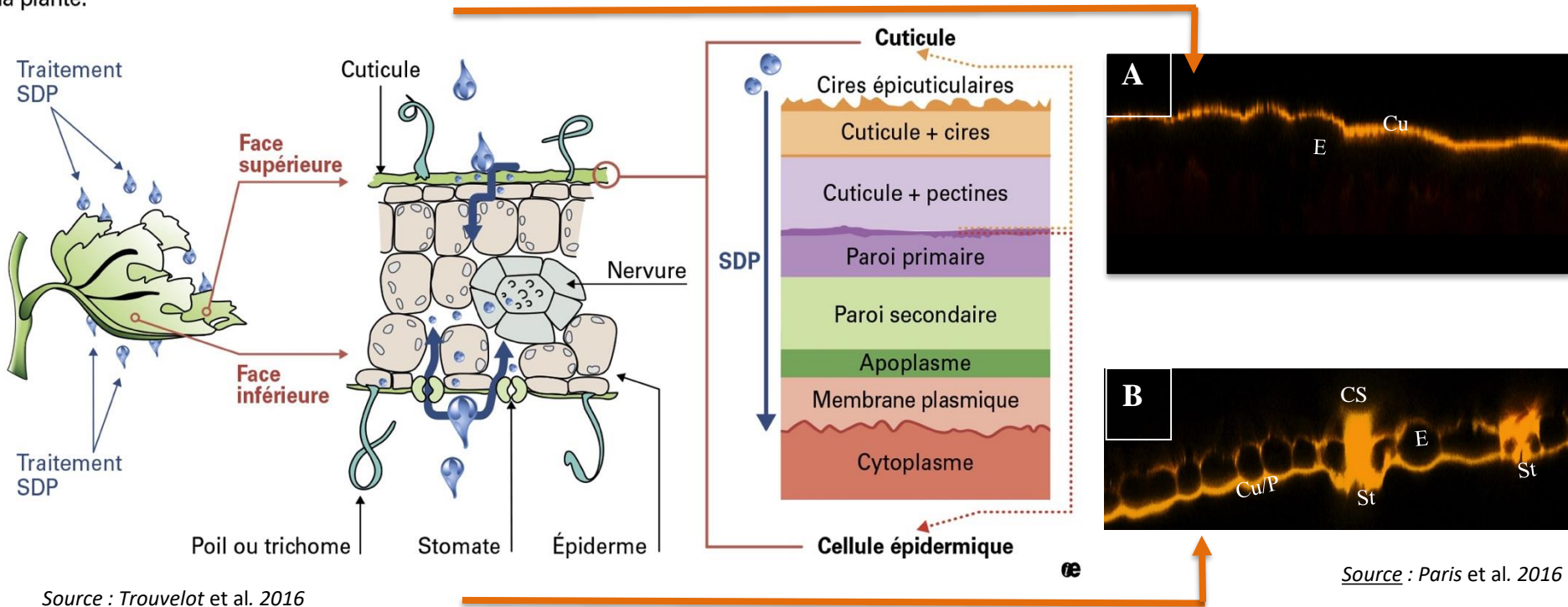
*Car un SDP doit être perçus au niveau de la membrane plasmique d'une cellule pour activer les réponses de défense de la plante ...*



# Éléments de contexte

## Structure de la cuticule d'une feuille et possibles voies d'entrée d'un SDP

La coupe transversale du limbe (au centre) montre, en bleu, les principales voies d'entrée (transcuticulaire et stomatique) d'un SDP. Le schéma de droite présente les différentes couches (cuticulaires et pariétales) qu'un SDP doit franchir avant d'atteindre sa cible (membrane plasmique ou cytoplasme) pour être perçu par la plante.



*Source : Trouvelot et al. 2016*



# Eléments de contexte





La **perte d'efficacité** observée dans l'induction de résistance par des SDP au vignoble peut-elle être, pour partie, **expliquée par un différentiel entre :**

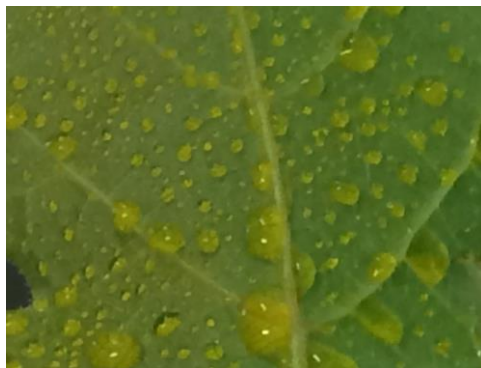
- 1) la **dose appliquée** lors du criblage **sous serre** et
- 2) celle **réellement retenue** (à concentration équivalente en produit) **sur des feuilles développées au vignoble ?**

➔ Projet **DELIVRA** (**D**ose **E**ffective du **L**aboratoire au **V**ignoble et pulvé**R**isation **A**daptée)





## Choix du traceur : **tartrazine**



Avant séchage



Après séchage



### Avantages

- Colorimétrique (colorant alimentaire)
- **Stable à la lumière**
- **Peu coûteux**



### Inconvénients

- Sensibilité moindre qu'un traceur fluorescent ( $\leq 0,01$  mg/L)

## Spray manuel



## Pulvérisateur électrique



## PréciJet (Tecnoma)



Buse à fente

Buse à limitation de dérive  
(AD 90-01 ORANGE)

Buse à turbulence  
(80 0050 LILAS)



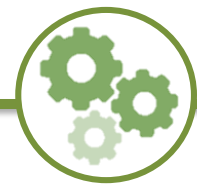
Labo



Vignoble





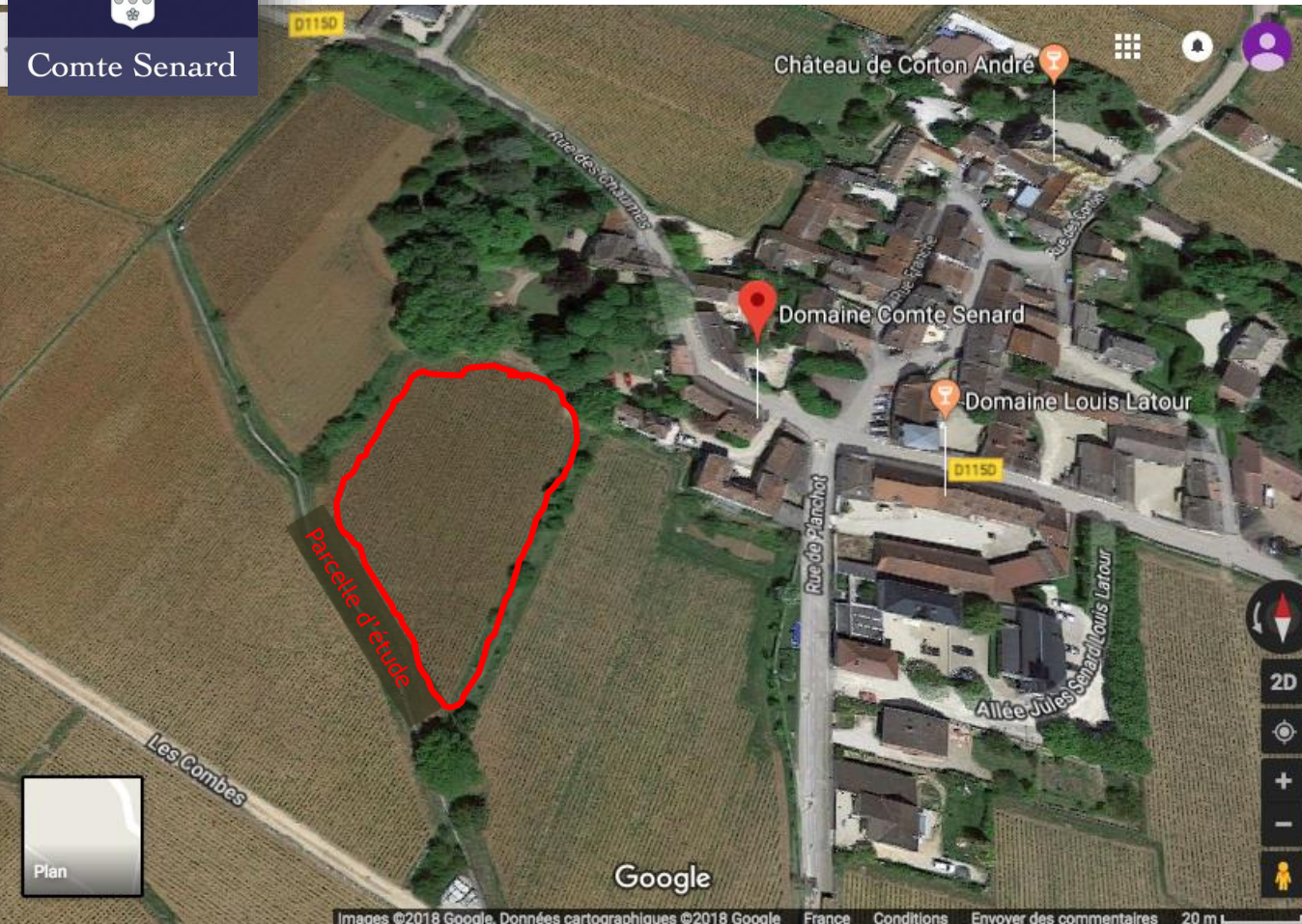


## Au vignoble



Comte Senard

## Clos des Meix à Aloxe Corton



## Caractéristiques :

**Appellation :** Corton blanc Grand cru

**Surface :** 46,37 ares

**Matériel végétal :**

**Chardonnay** (clones 76 et 1066) greffé sur **161-49C**

**Vigne basse et étroite**

- inter-rangs : 1 m
- inter-ceps : 0,9 m

**Hauteur de feuillage** (en pleine végétation) : **130 cm** / sol

- 90 cm de hauteur de végétation
- 35 cm de largeur

**Surface foliaire** (LWA): **18000 m<sup>2</sup>**  
((0,9 m x 2 x 1000) / 1 m)





# Méthodologie expérimentale

Tartrazine : 5 g/L

Tartrazine : 15 g/L

Spray manuel

Pulvérisateur électrique à dos

PréciJet - Tecnomat

-

Buse à fente

Teejet (TXA)

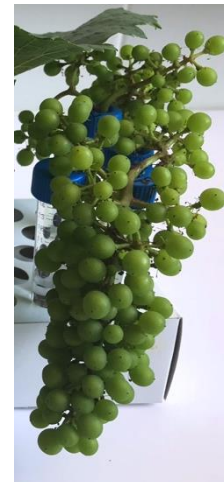
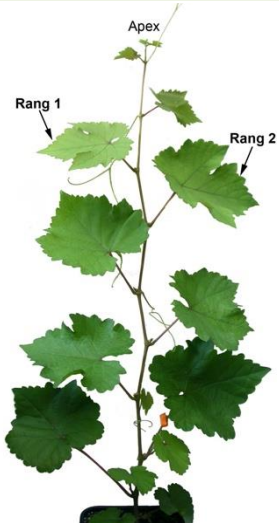
Lechler



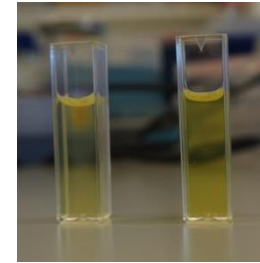


# Méthodologie expérimentale

Boutures (labo)	Organes de ceps (vignoble)	
<b>Feuilles</b> (2 feuilles/bouture)	<b>Feuilles</b> (2 feuilles/cep)	<b>baies</b> (2x10 baies / grappe ; 1 grappe/cep)



## (1) Analyse quantitative



**598**  
mesures

Labo : **358** feuilles  
Vignoble : **120** feuilles + **120** baies

## (2) Analyse d'images

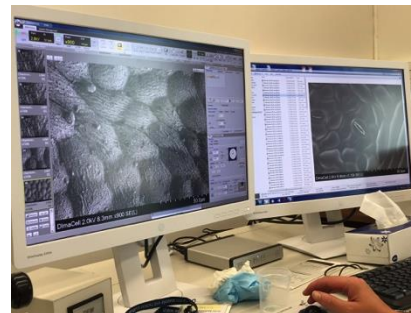


**478**  
acquisitions

Labo : **358** feuilles  
Vignoble : **120** feuilles

## (3) Analyse de surface

(microscopie électronique à balayage)



Labo : **188** acquisitions  
Vignoble : **76** acquisitions

**264**  
acquisitions



# Résultats généraux (tous stades confondus)



	Spray manuel	Buse à fente	Buse à limitation de dérive	Buse à turbulence
<b>Face Sup</b>	10,7 ± 3,7 (a)	29,58 ± 7,52 (b)	13,9 ± 12,0 (a)	13,10 ± 12,3 (a)
<b>Face Inf</b>	20,6 ± 7,1 (b)	41,25 ± 32,62 (b)	9,0 ± 9,0 (a)	6,6 ± 6,9 (a)
<b>Face Sup</b>	31,5 ± 9,5 (a)	38,7 ± 26,2 (a)	<b>Boutures (labo)</b> Sup : ↘ 2,5 x Inf : ↘ 4,5 x	
<b>Face Inf</b>	39,1 ± 5,5 (a)	18,5 ± 4,2 (a)		

µg tartrazine formulée / cm<sup>2</sup>



# Stade généraux (tous stades confondus)



	Spray manuel	Buse à fente	Buse à limitation de dérive	Buse à turbulence
Face Sup	10,7 ± 3,7 (a)	29,58 ± 7,52 (b)	13,9 ± 12,0 (a)	13,10 ± 12,3 (a)
Face Inf)	20,6 ± 7,1 (b)	41,25 ± 32,62 (b)	9,0 ± 9,0 (a)	6,6 ± 6,9 (a)
Face Sup	31,5 ± 9,5 (a)	38,7 ± 26,2 (a)		
Face Inf	39,1 ± 5,5 (a)	18,5 ± 4,2 (a)		
10 Baies	149,3 ± 87,0 (a)		12,2 ± 6,9 (b)	13,7 ± 4,4 (b)

# Estimation du différentiel de rétention en fonction de la texture et de la phénologie



		Stade	Formulation	Face foliaire	% de tartrazine pulvérisée, retenue par la feuille			
<b>Labo</b>	Boutures herbacées	Eau	supérieure		<b>48%</b>	36,3		
			inférieure		58,9			
		Termul*	supérieure		<b>45%</b>	37,1		
			inférieure		35,8			
		<b>vignoble</b>	Floraison	Termul*	supérieure		<b>30%</b>	32,1
					inférieure		56,7	
Petit pois	supérieure			<b>25%</b>	54,2			
	inférieure			14,2				
Véraison	supérieure			<b>16%</b>	17,7			
	inférieure			24,7				

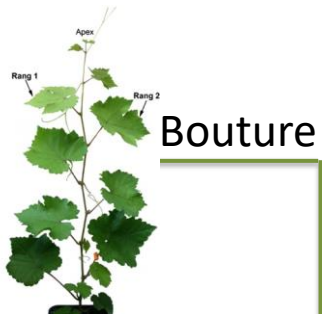
\* Adjuvant de formulation





# Analyse de la surface des organes

(Microscopie Electronique à Balayage)



Bouture

Feuille du vignoble

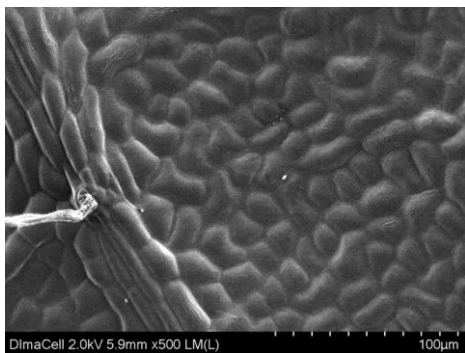


Face AD

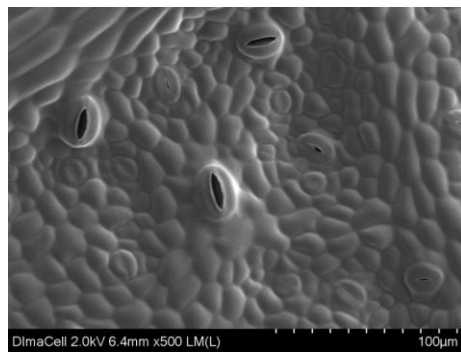
Face AB

Face AD

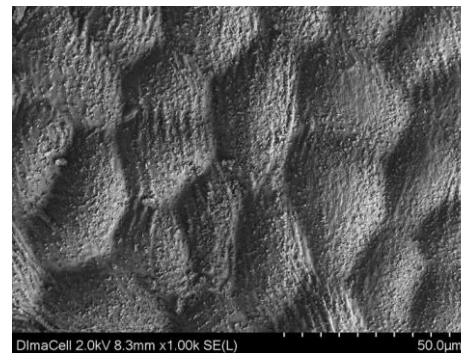
Face AB



DlmaCell 2.0kV 5.9mm x500 LM(L) 100µm



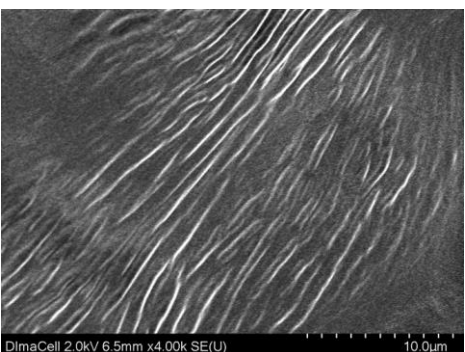
DlmaCell 2.0kV 6.4mm x500 LM(L) 100µm



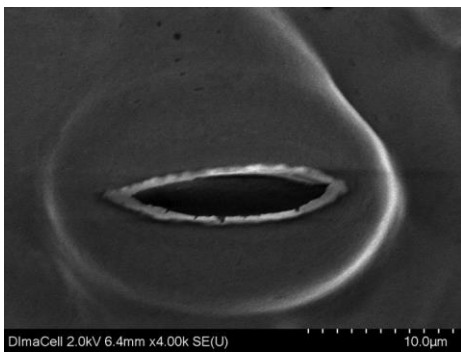
DlmaCell 2.0kV 8.3mm x1.00k SE(L) 50.0µm



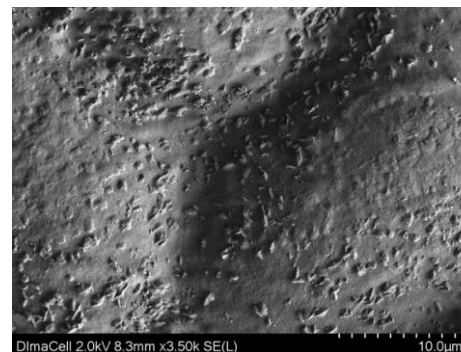
DlmaCell 2.0kV 7.6mm x2.00k SE(L) 20.0µm



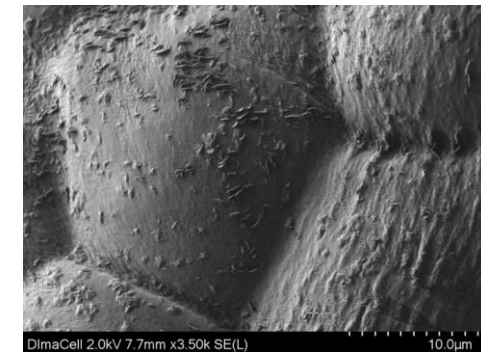
DlmaCell 2.0kV 6.5mm x4.00k SE(U) 10.0µm



DlmaCell 2.0kV 6.4mm x4.00k SE(U) 10.0µm



DlmaCell 2.0kV 8.3mm x3.50k SE(L) 10.0µm



DlmaCell 2.0kV 7.7mm x3.50k SE(L) 10.0µm

# Analyse de la surface des organes

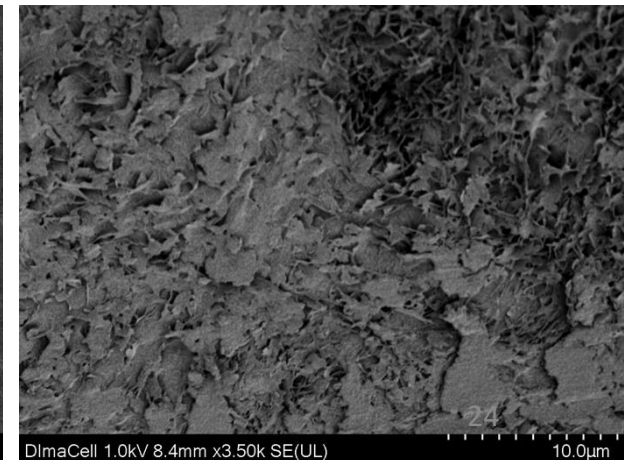
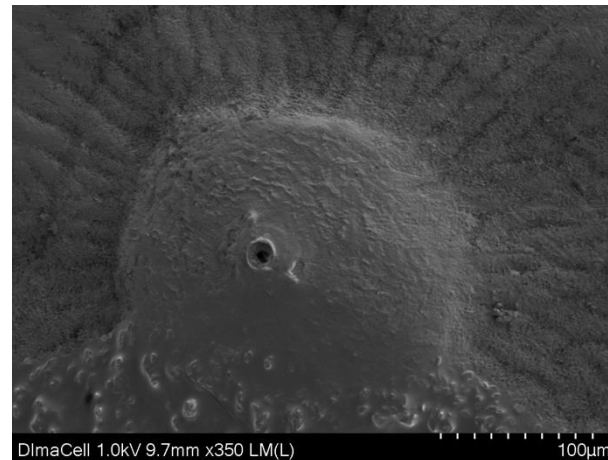
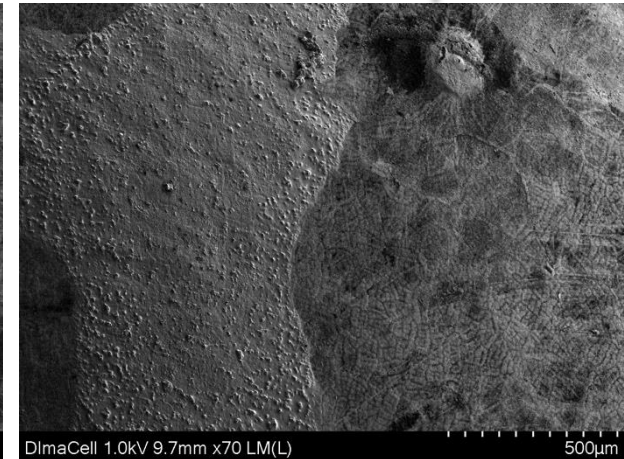
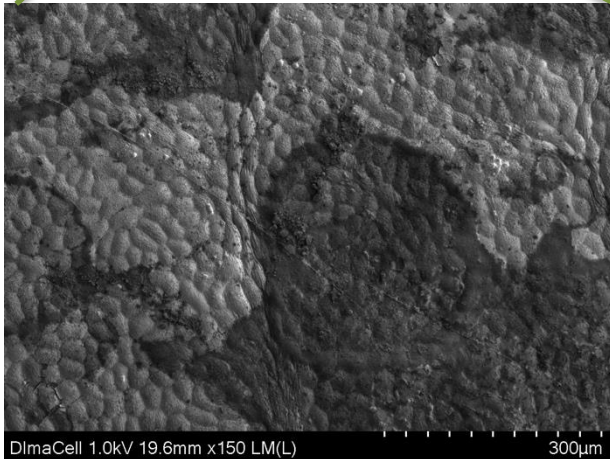


Feuille



(MEB) - début véraison

Baies







## Stade début véraison



La **présence de résidus de traitement phytosanitaire** (soufre notamment) a modifié la rétention de la tartrazine à ce stade !

= **Point de vigilance** à avoir !

# Conclusions



- **Originalité** : travail **sur les organes** de la vigne (ni sur papiers hydrosensibles, ni sur vigne artificielle) = **le plus réaliste**
- **Evolution du taux de rétention** au cours de la saison ET entre feuilles de boutures et feuilles du vignoble. Possible lien avec la **texture** des feuilles : présence de **cires cristallines** sur les feuilles du vignoble.
- **PréciJet** : Très **bonne répartition** du traitement et **niveaux de rétention équivalents** (ou très proches) entre **face supérieure** et **face inférieure** des feuilles :
  - Une bonne couverture de la face inférieure = indispensable dans la lutte contre le mildiou
  - Important pour le développement du biocontrôle
- **Buse Lechler** (à limitation de dérive) apparaît **prometteuse**.





- Une feuille de **vignoble** retient **3 à 5 fois moins de produit** (par unité de surface) qu'une feuille de bouture **MAIS** avec le Précijet la **répartition du traitement** est **très homogène**, contrairement au spray manuel

- **Multiplier par 5 la dose efficace sous serre** pour avoir une dose équivalente au vignoble ;



- Attention également à la **qualité de pulvérisation utilisée sous serres** lors des étapes de criblage (ne reflète pas ce qui sera fait au champ)



- Point de vigilance : moins bonne **rétenion de nouveaux traitements** si des résidus du traitement précédent sont toujours en surface !





Merci de votre attention !







**a**GRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
CÔTE-D'OR



# Pulvérisation

Pierre PETITOT

Source Médias : IFV, INRAE et CA21



**NOUVEAUX PARASITES**

**ALEAS CLIMATIQUES**

**CONTACTS**

**DISPARITION PRODUITS**

**BIOCONTRÔLES**

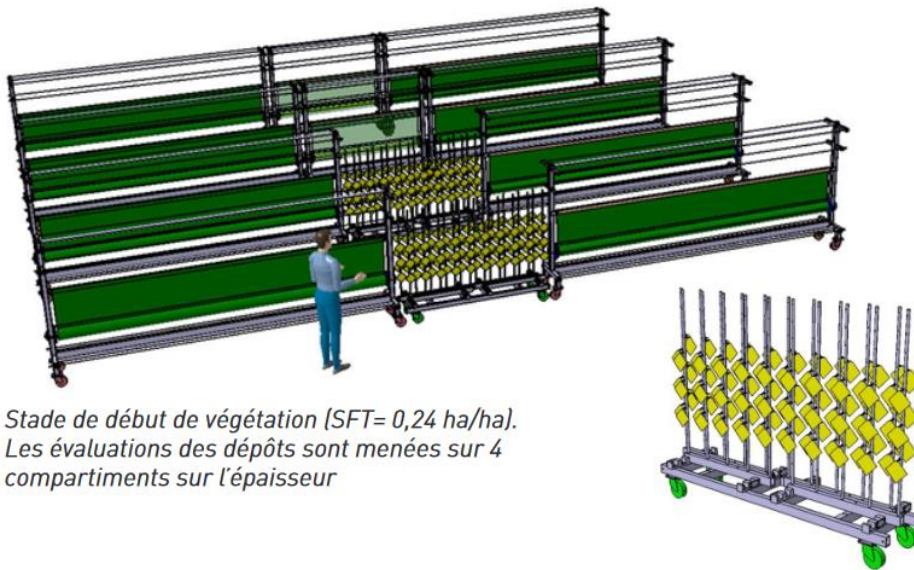
**=**



**QUALITE DE PULVERISATION :  
LE LEVIER MAJEUR  
DANS LA REDUCTION DES PHYTOS**

# EvaSprayViti : une vigne artificielle

---

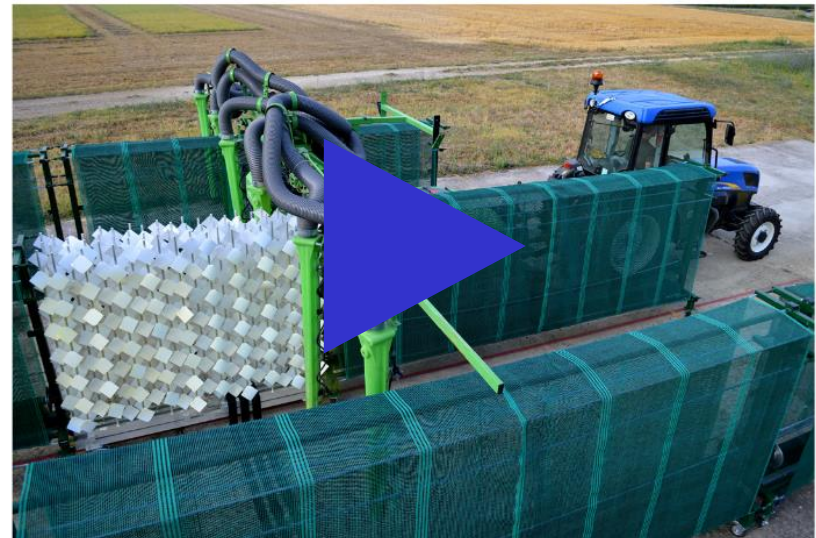


*Stade de début de végétation (SFT= 0,24 ha/ha).  
Les évaluations des dépôts sont menées sur 4  
compartiments sur l'épaisseur*

**Simule**

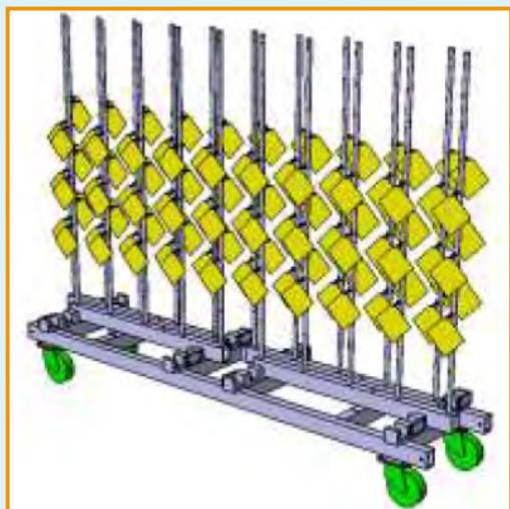
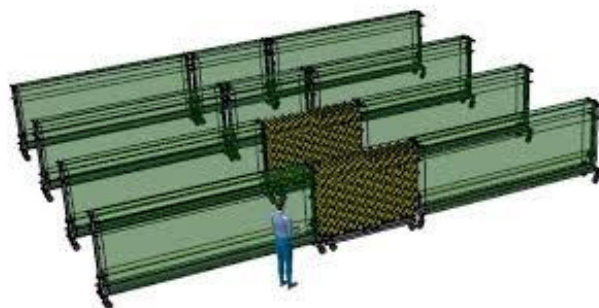
**4 rangs de vigne de 10 m de long**

**3 configurations de végétation**

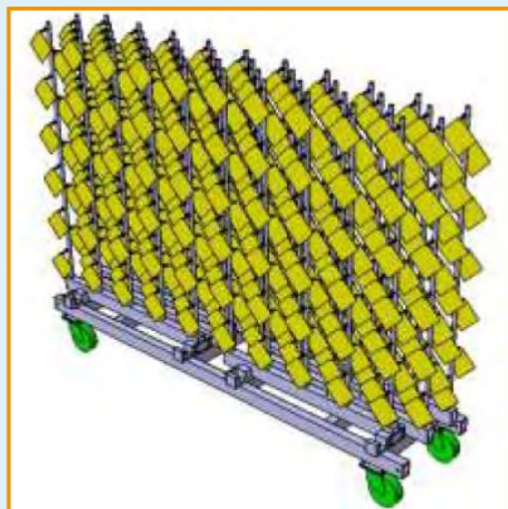


# EvaSprayViti : une vigne artificielle

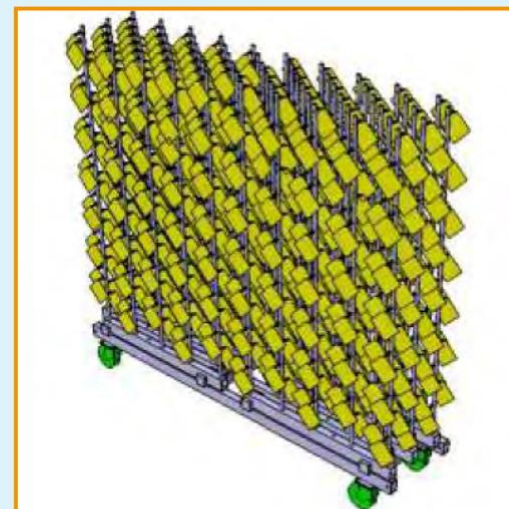
---



**Début de végétation**  
0,24 ha de feuilles par ha  
au sol



**Milieu de végétation**  
0,88 ha de feuilles par ha  
au sol



**Pleine végétation**  
1,68 ha de feuilles par ha  
au sol



# EvaSprayViti : une vigne artificielle

---



# Performance Pulvé : un nouveau label

---



**Classement des pulvérisateurs  
selon leur capacité  
à réduire les intrants**

# Performance Pulvé : un nouveau label

Note Début de Végétation	Note Pleine Végétation
A+	A

Notation détaillée	Signification de la notation
<b>A+</b>	Maintien du niveau de dépôt de référence avec une réduction de dose de 50%
<b>A</b>	Maintien du niveau de dépôt de référence avec une réduction de dose de 30%
<b>B</b>	Maintien du niveau de dépôt de référence à pleine dose
<b>C</b>	Niveau de dépôt de référence non atteint.

Triplet de notation détaillée	Note synthétique = Classe de performance
(A+, A+)	<b>1</b>
(A+, A) ou (A,A+)	<b>2</b>
(A,A)	<b>3</b>
(A ou A+, B) ou (B,A)	<b>4</b>
(B,B)	<b>5</b>
(B, C)	<b>6</b>
(C, C)	<b>7</b>



**MARQUE : HYPERSPRAY**  
**MODELE : TurboMist 2+**  
**TYPE : FACE PAR FACE**

Qualité de pulvérisation – Economie en produits phytos

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4
- Classe 5
- Classe 6
- Classe 7

**Avec buses à injection d'air**  
(DK Lechler orange 5 bars)

**Avec buses classiques**  
(TXA Vert - 4 bars)

**MATERIEL TESTE EN 2019**

En savoir plus sur la performance de l'appareil et ses réglages :



# Performance Pulvé : un nouveau label

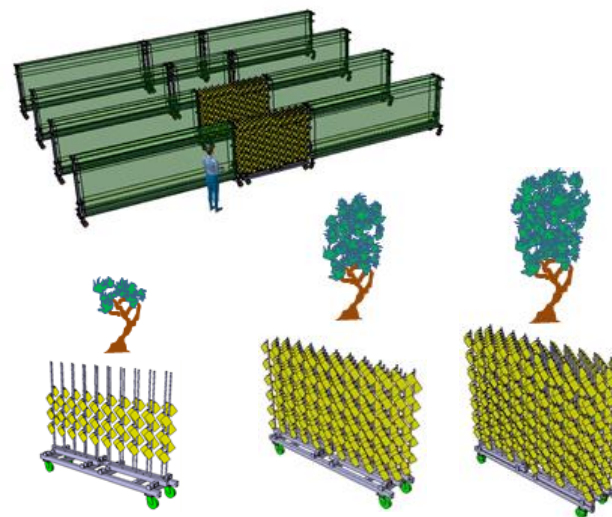
---

CLASSEMENT

OU

VOIE TYPOLOGIE

VOIE TEST EVASPRAYVITI





# Performance Pulvé : un nouveau label

---



**Démarche volontaire des constructeurs**

**Une commission technique nationale d'évaluation**

**Classement Pulvérisateurs et modèles apparentés :**

**<http://www.performancepulve.fr>**

# Dérive : un enjeu majeur

- Liste officielle des moyens permettant de réduire la dérive

## 2.2. Traitement pour la viticulture (système complet de pulvérisation)

*Pour l'aide à l'identification des matériels, voir annexe 2.*

Équipement	Marque commerciale	Modèle	identification (Plaque CE) ou conformation	Conditions d'utilisation	Réduction de la dérive
Descentes	AMOS Industrie	Descente TB	Rampe verticale face par face à jet porté	Toutes buses à induction d'air	66%
Descentes avec panneaux récupérateurs	BERTONI Srl	Arcobaleno	Rampe verticale face par face à jet porté	Toutes buses à induction d'air	90%
Descentes	BOBARD	POLYJET ou POLYJET VV	Type " RY *****"	Buses ALBUZ TVI 80° 0050 et 0075	66%

*Extrait de la Note DGAL du 06-11-20*

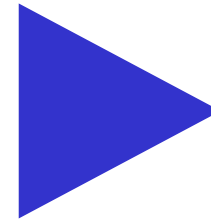
# EoleDrift : quantifier la dérive

---



EoleDrift

**Mur de 25 ventilateurs**  
**Quantification dérive par fils tendus**  
**à différentes hauteurs**



# Qualité de Pulvérisation

---



**A terme, classement des pulvérisateurs  
selon 2 paramètres :**



**capacité à réduire les intrants  
capacité à réduire la dérive**



# Dériv'Haie : tester d'autres dispositifs anti-dérive

- Essai IFV/CA21/CA71 : évaluation de dispositifs végétalisés pour limiter la dérive



# Pulvérisateurs : des aides disponibles

- Aide Nationale France AgriMer (jusqu'au 31/12/20)
- Plan de relance France AgriMer
- Plafond de dépenses : 40000 euros HT
- Taux d'aide : 30 à 40%
- Matériels éligibles dans la liste DGAL ou classement 1 à 4 Performance Pulvé

# Essai Pulvétoit 2019-2021

Partenariat IFV-INRAE-CA21-CA71



Contexte :

Future expression des doses homologuées  
reposera sur

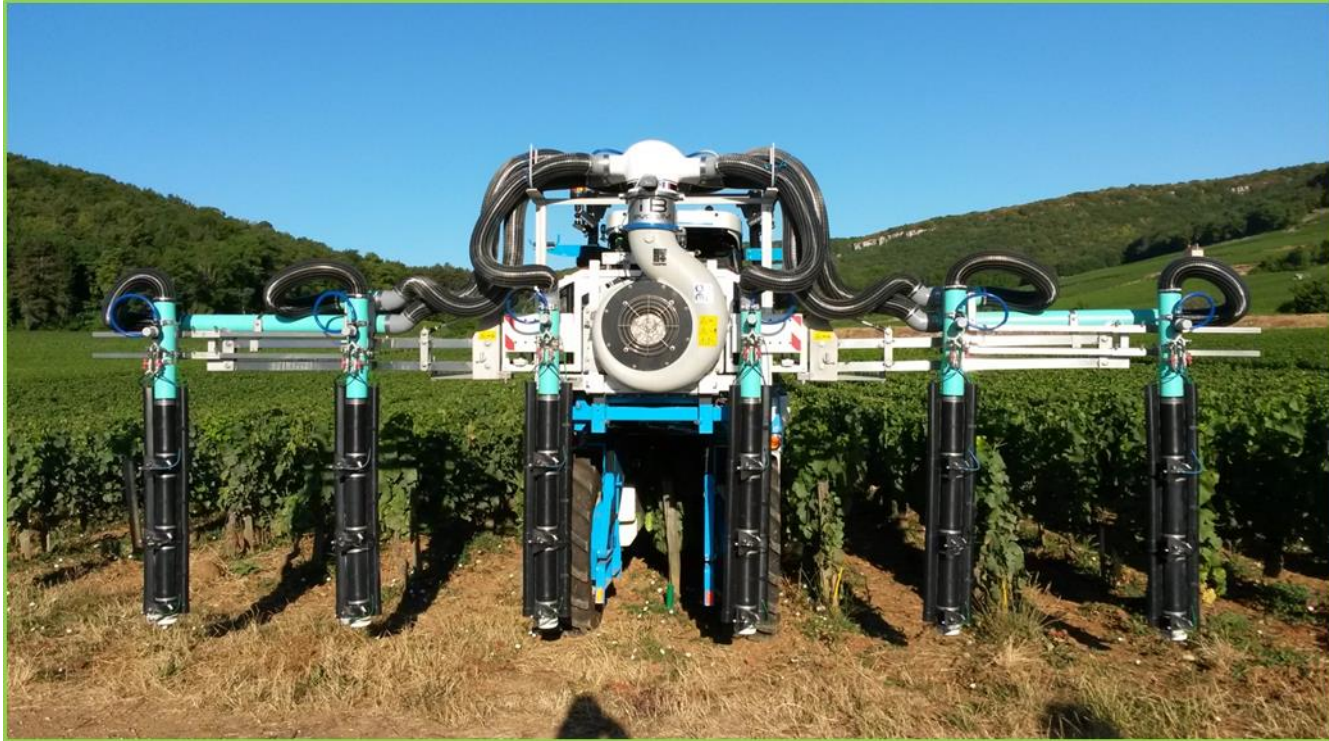
LWA : Surface de Haie Foliaire en m<sup>2</sup>/ha



Objectif :

Acquérir des références  
sur relation Dépôts Pulvérisation/LWA  
en vignes étroites





**DES METHODES ET DES OUTILS  
POUR BIEN REGLER  
SON PULVERISATEUR**



# Les Débits

---



$$\text{Volume de Bouillie (l/ha)} = \frac{\text{Débit (l/min)} \times \text{Nbre diffuseurs} \times 600}{\text{Vitesse (km/h)} \times \text{Largeur (m)}}$$

# Les Débits



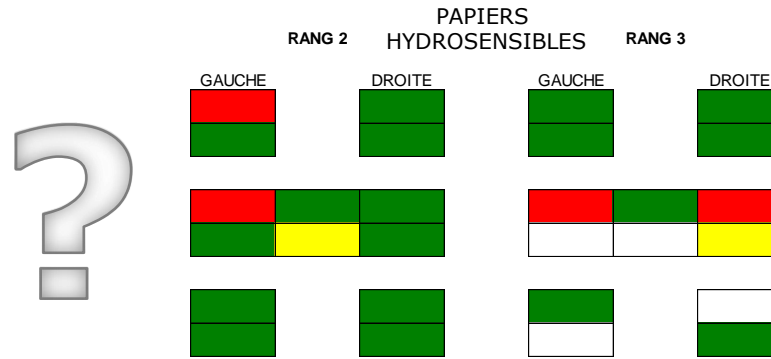
1		2		3		4		5		6		7	
0,68	0,71	0,73	0,73	0,69	0,70	0,70	0,70	0,93	0,83	0,70	0,71	0,67	0,73

*Débit en l/min*

**Problèmes de pastille  
montée à l'envers.**



# La Vitesse d'Air



Pourquoi des résultats si hétérogènes ?



**Jet Porté**

**Transport + Répartition de la bouillie**

**Pneumatique**

**Taille des gouttelettes + Transport + Répartition**

# La Vitesse d'Air



*Tube de Pitot*



# La Vitesse d'Air



Descente 1		Descente 2		Descente 3		Descente 4		Descente 5		Descente 6	
212	207	210	210	222	222	220	218	198	197	203	203
215	215	217	217	230	228	224	222	204	203	215	214
218	218	220	220	232	231	226	225	205	204	217	217

*Vitesses d'air (km/h) Tecnomat Précijet sur Tecnomat TPH 90 - Ref Sonde Pitot CA21*

# Réglage Rapide Pulvé : en direct du terrain !



POUR REGLER UN PULVERISATEUR

**120** PULVERISATEURS DEPUIS 2018

Action financée par le Conseil Départemental et le BIVB

# Réglage Rapide Pulvé : résultats 2019

---

**43 PULVERISATEURS**

**PROBLEME(S) CONSTATE(S) DANS 77% DES CAS !**



**USURE BUSES/DIFFUSEURS ABÎMES**  
**VITESSE TURBINE MAL REGLEE**  
**MAUVAISE PRESSION CLOCHE A AIR**  
**DEBITS NON HOMOGENES**

Action financée par le Conseil Départemental et le BIVB

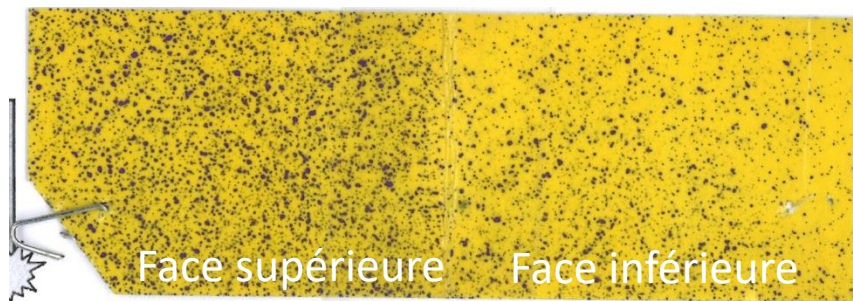


# Les Outils Simples de Réglages

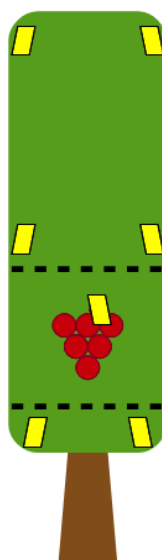




# Les Papiers Hydrosensibles

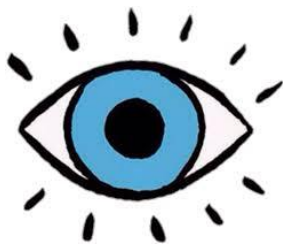
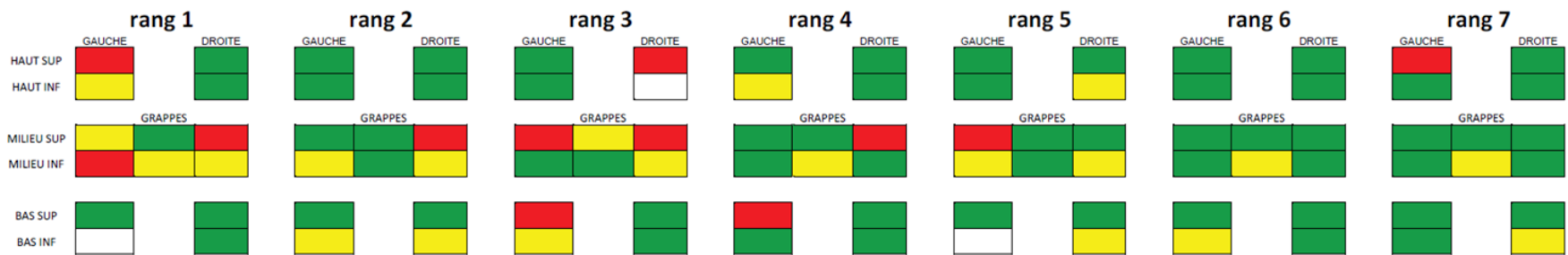


**Début Végétation**



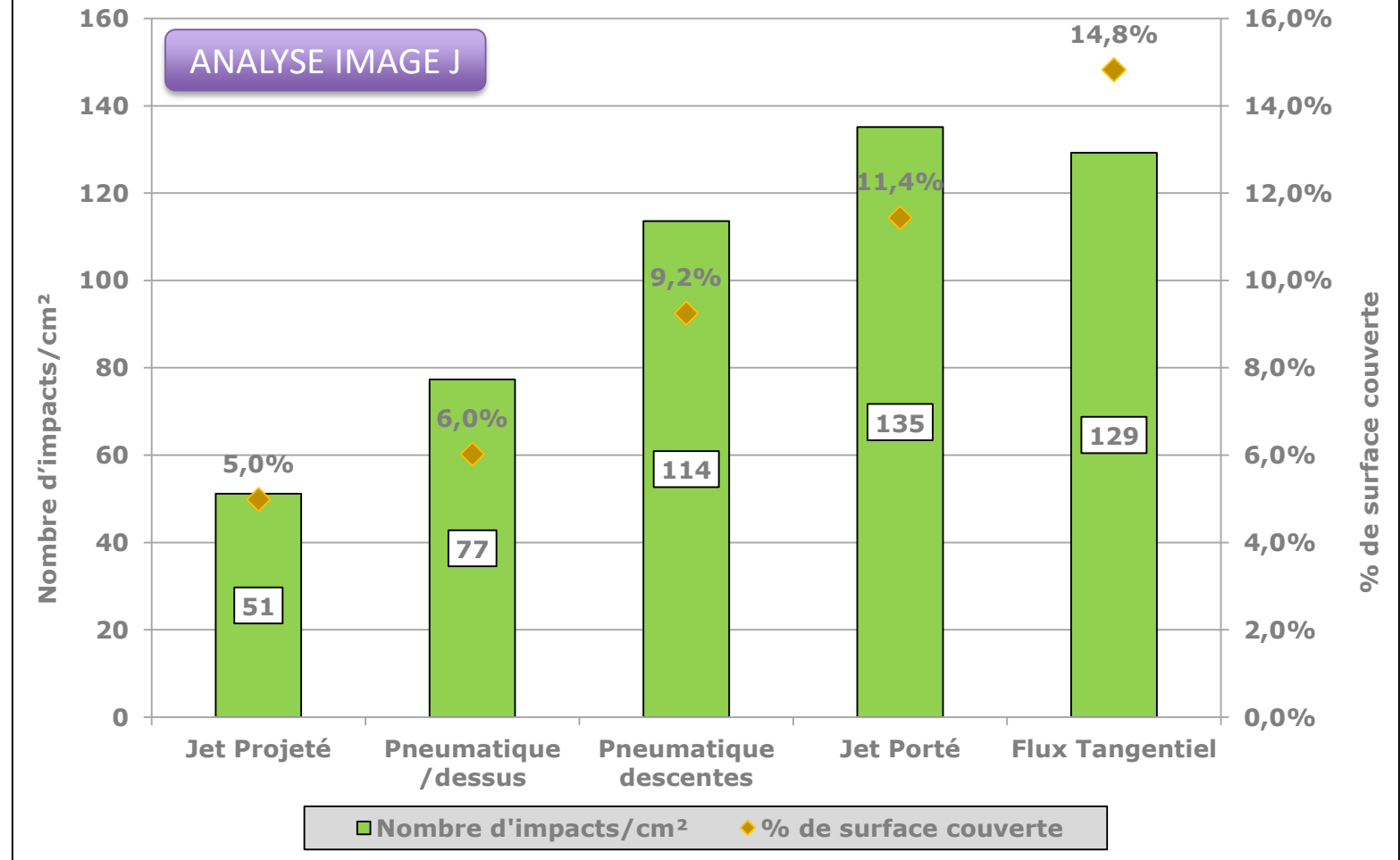
**Pleine Végétation**

# Les Papiers Hydrosensibles



**DES RESULTATS TRES VISUELS POUR LE VITICULTEUR**

## Qualité de Pulvérisation des faces inférieures selon le type de pulvérisation



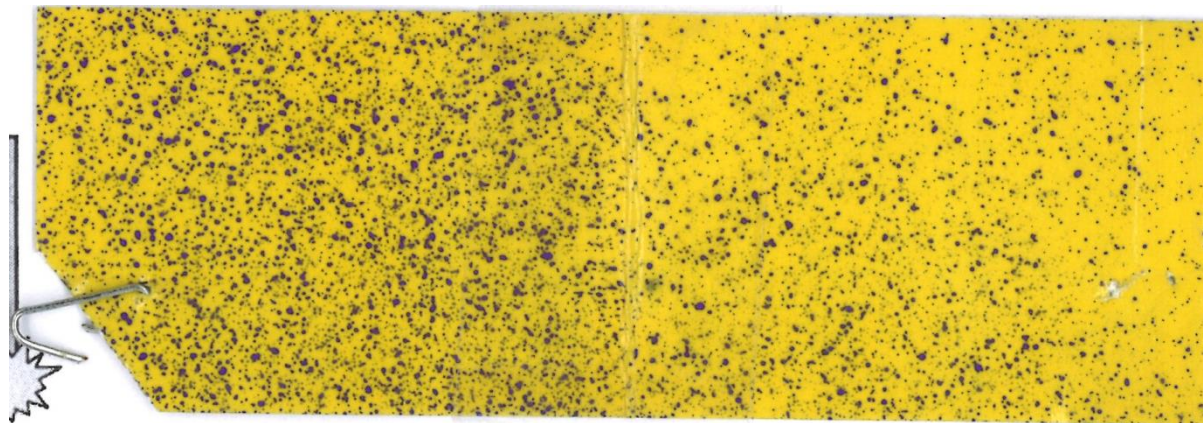
2017 - 20 modèles - 1100 papiers hydrosensibles analysés



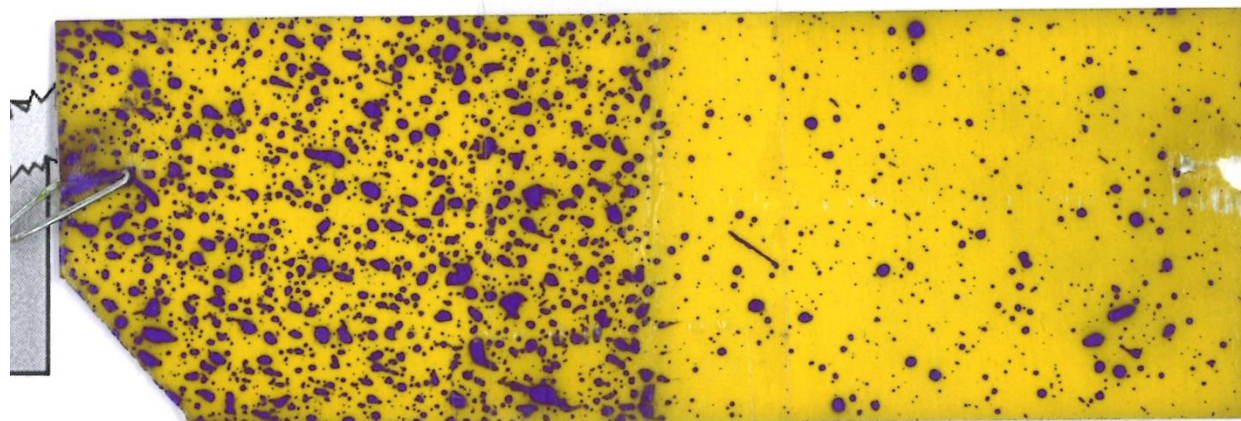
# ESSAI CA21 2017

## COMPARAISON BUSES SUR TECNOMA PRECIJET

▶ TXA 0050 à 5 bars – 180 l/ha

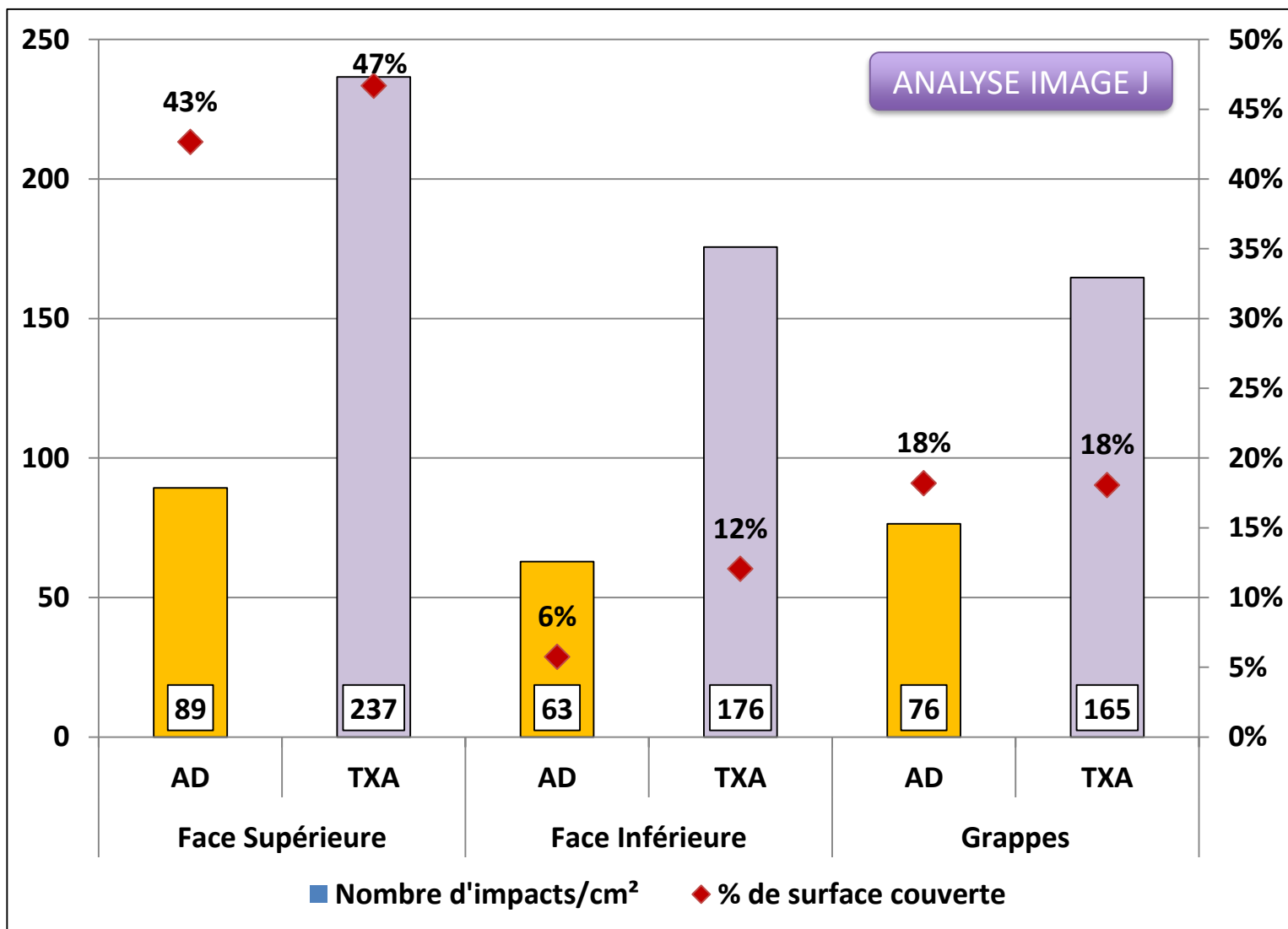


▶ AD90 01 à 2 bars – 210 l/ha



# ESSAI CA21 2017

## COMPARAISON BUSES SUR TECNOMA PRECIJET



# Essai AMOS TB EVO 4-6 2019/2020

## Présentation du Matériel



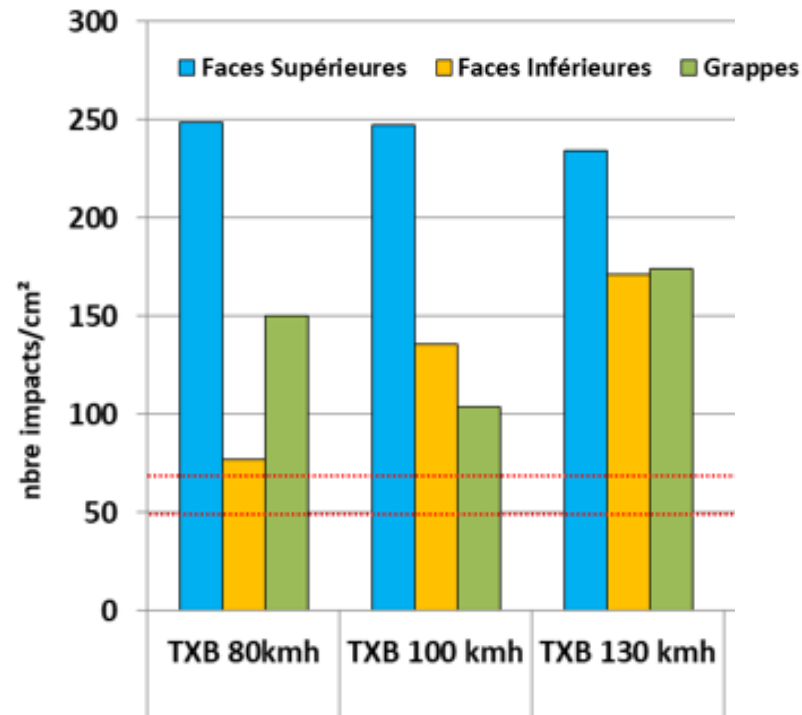


# Essai AMOS TB EVO 4-6 2020

## Résultats

### DEBUT VEGETATION - Evaluation du Pulvérisateur FAUPIN EVO 4-6

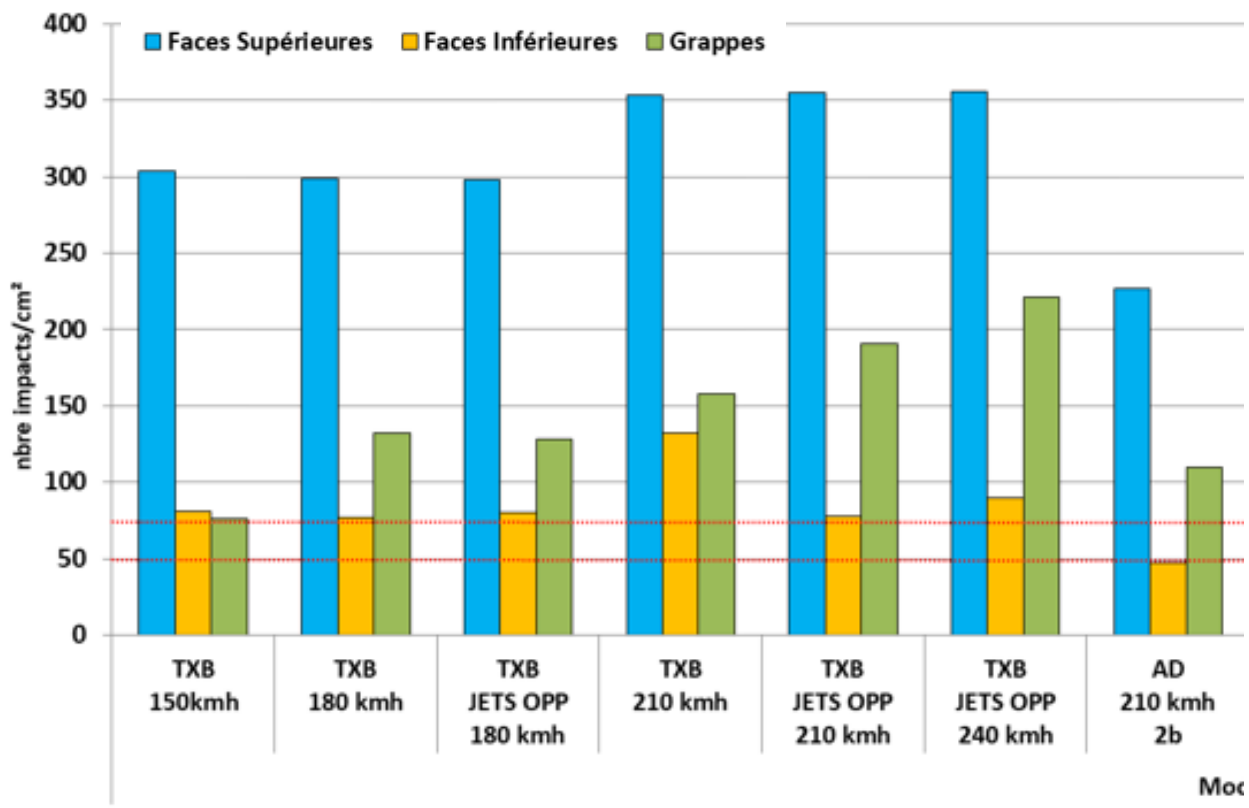
Moyenne des nombres d'impacts/cm<sup>2</sup> d'après analyse ImageJ Papiers Hydrosensibles



# Essai AMOS TB EVO 4-6 2020

## Résultats

**PLEINE VEGETATION - Evaluation du Pulvérisateur FAUPIN EVO 4-6**  
Moyenne des nombres d'impacts/cm<sup>2</sup> d'après analyse ImageJ Papiers Hydrosensibles



# Essai AMOS TB EVO 4-6 2020

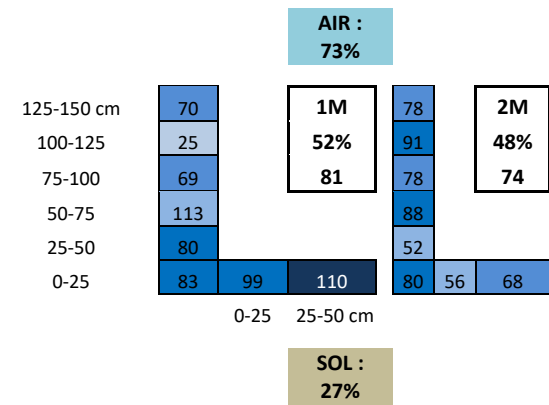
## Evaluation de la Dérive



potences métalliques - hauteur : 150cm + 50cm au sol – conception Faupin

### RESULTAT IMAGE J

MODALITE 3 : DV - TXB 130 km/h





# Essai AMOS TB EVO 4-6 2020

## Préconisations



### Préconisations Amos Industrie TB EVO 4-6 avec la buse Teejet TXB lilas 800050

Stade Végétatif	7-8 feuilles étalées	11-12 feuilles étalées	Plaine Végétation	
<i>Vigueur Vigne</i>	/	/	<i>Faible à moyenne</i>	<i>Forte</i>
<b>Vitesse d'air minimale (km/h)</b>	<b>80 à 100</b>	<b>130</b>	<b>130 à 150</b>	<b>210</b>

# Les Fiches de Réglage Pulvérisateurs

**PROVITI**  
L'ESPERTISE DE LA VITICULTURE À NOS CÔTÉS

**AGRICULTURES & TERRITOIRES**  
CHAMBRE D'AGRICULTURE CÔTE-D'OR

**BIEN RÉGLER SON PULVÉRISATEUR**

**JET PORTE TECNOMA PRECIJET**

Auteur : Chambre d'agriculture de Côte d'Or - Version mars 2020  
Les réglages conseillés dans cette fiche sont destinés à des viticulteurs ayant un écartement de lin à 1,00m et dont la végétation atteint au maximum 120-130cm de hauteur.

**Étape 1**  
Je contrôle les paramètres de mon pulvérisateur

	Début Végétation			Pleine Végétation		En localisé	
	6-7 rangs	9 rangs	3 800 tr/min	6-7 rangs	9 rangs	6-7 rangs	9 rangs
Vitesse de turbine	3 200 tr/min	3 800 tr/min	3 800 tr/min	4 000 tr/min	3 800 tr/min	4 000 tr/min	4 000 tr/min
Vitesse d'air sorties diffuseurs	220 km/h		260 km/h				
Vitesse avancement	4,5 à 5,5 km/h		150 à 180/ha		4,5 à 5,5 km/h		
Volume/ha	100 à 120/ha		100 à 120/ha				

**Contrôle des débits**

Avant chaque début de campagne, contrôlez le débit de chaque diffuseur pendant une minute, turbine débrayée puis reportez vous au tableau de débit théorique. En cas d'écart trop importants, veillez à changer les buses qui s'écartent le plus du débit attendu.

	4 bar	5 bar	6 bar
ENJAMBEUR			
TEEJET TXA 800050 (violette)	0,22 l/min	0,25 l/min	0,27 l/min

**PROVITI**  
L'ESPERTISE DE LA VITICULTURE À NOS CÔTÉS

**AGRICULTURES & TERRITOIRES**  
CHAMBRE D'AGRICULTURE CÔTE-D'OR

**BIEN RÉGLER SON PULVÉRISATEUR**

**PNEUMATIQUE BOBARD JET 7000**

Auteur : Chambre d'agriculture de Côte d'Or - Version mars 2020  
Les réglages conseillés dans cette fiche sont destinés à des viticulteurs ayant un écartement de lin à 1,00m et dont la végétation atteint au maximum 120-130cm de hauteur.

**Étape 1**  
Je contrôle les paramètres de mon pulvérisateur

Cellule ECO AIR

Stade	Début Végétation			Pleine Végétation			En localisé	
	6 rangs	7 rangs	9 rangs	6 rangs	7 rangs	9 rangs	6 rangs	7 rangs
Vitesse de turbine	3 200 tr/min	3 200 tr/min	3 450 tr/min	3 300 tr/min	3 600 tr/min	3 700 tr/min	3 500 tr/min	3 700 tr/min
Vitesse d'air sorties diffuseurs	220 km/h			220 km/h		220 km/h		
Vitesse avancement	4,5 à 5 km/h			4,5 à 5 km/h		4,5 km/h		
Volume/ha	120/ha			120/ha		120/ha		

**Contrôle des débits**

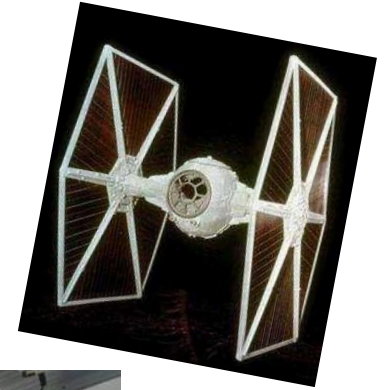
Avant chaque début de campagne, contrôlez le débit de chaque diffuseur pendant une minute, turbine débrayée puis reportez vous au tableau de débit théorique. En cas d'écart trop importants, veillez à changer les buses de calibrage.

**Débits obtenus dans le porte-buse Bobard**

Code pastille	3 bars	4 bars	5 bars
ALBUZ ATR 80 jaune	0,60 l/min	0,68 l/min	0,76 l/min

Buse ATR jaune adaptée pour un volume hectare de 150 à 120 l/ha.

**15 fiches téléchargeables** sur le site Internet Chambre Régionale BFC



**FUTUR ?**  
**SUITE AU PROCHAIN EPISODE !**



# Outils disponibles dans la détection des maladies de la vigne

***Cointault Frédéric<sup>1</sup>***

***Simon Jean-Claude<sup>1</sup>, Al-Saddik Hania***

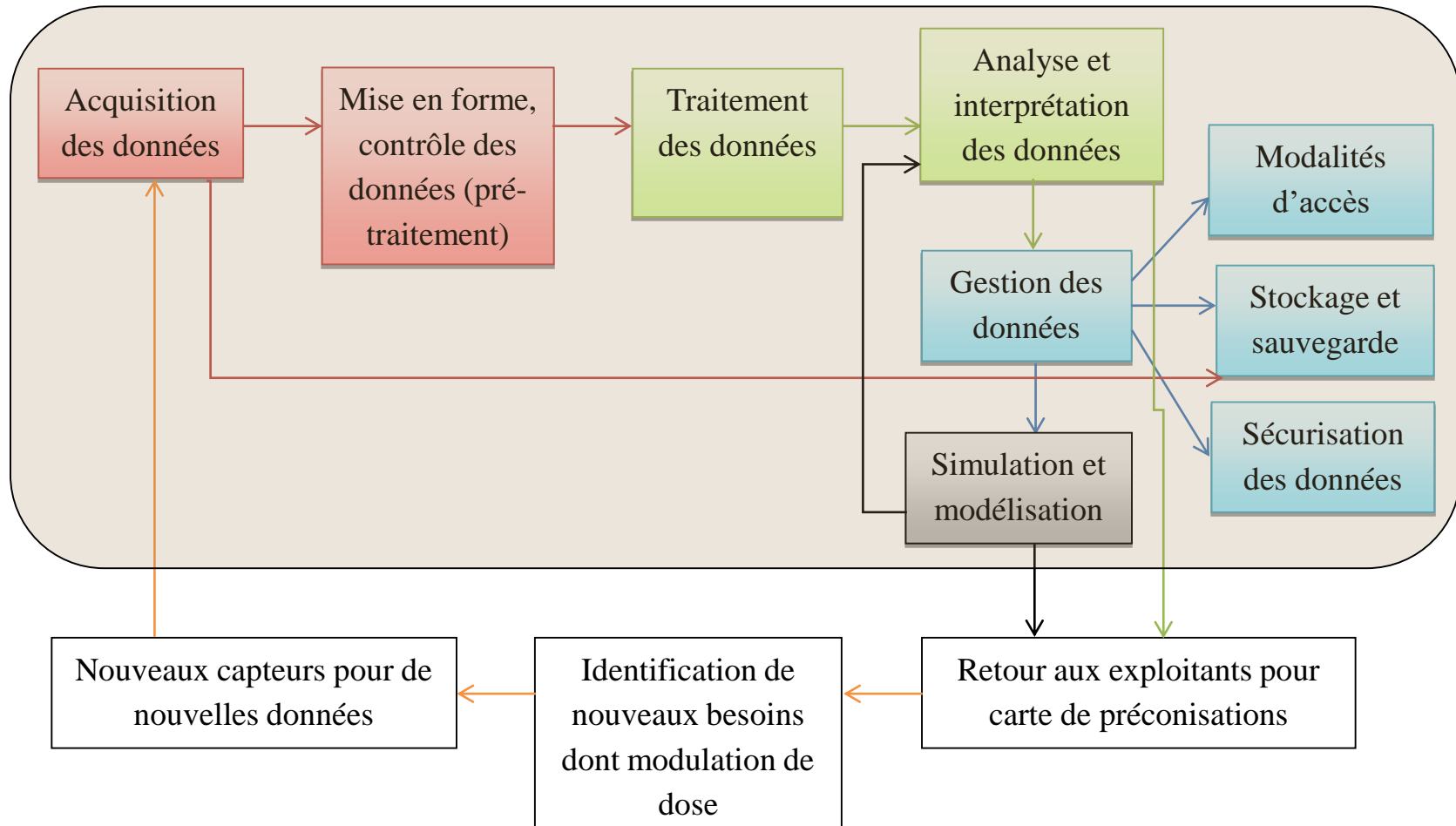
***<sup>1</sup> UMR Agroécologie Agrosup Dijon, INRAE, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000  
Dijon, France***

***Equipe ATIP « Acquisition et Traitement d'Images pour le Phénotypage »***

Mardi 24 novembre 2020



# Positionnement Equipe de Recherche ATIP (UMR Agroécologie)



## Outils et compétences disponibles

Caméras  
multispectrales à  
façon

Système 3D  
monoculaire

Caméras couleur  
haute résolution

Caméras  
Rapides

Caméras thermiques

Analyses spectrales

Analyse  
de texture

Traitement  
d'images  
couleur

Systèmes  
d'Information

Machine et  
Deep  
Learning

Gestion de BD

## Focus sur nos recherches en viticulture

---

**Phénotypage** (aérien et racinaire) => hauteur, volume, surface foliaire, système racinaire ...

**Pulvérisation de précision** => optimisation des apports, meilleure compréhension du comportement des produits sur les cibles

**Détection de pathologies** => développement d'outils à façon, acquisition et traitement des images, multispectral ...

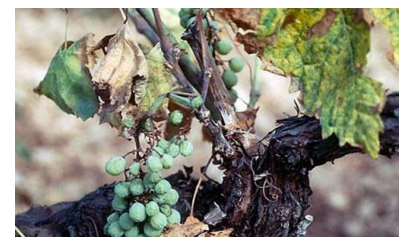
## Intérêts

---

- 1- Prévenir des infestations graves
- 2- Prévenir les pertes de rendement ou de qualité
- 3- Réfléchir sur la nécessité d'un traitement ou non => mesures à prendre en fonction des années
- 4- Limiter l'utilisation des produits de lutte ?



# Maladies de la vigne

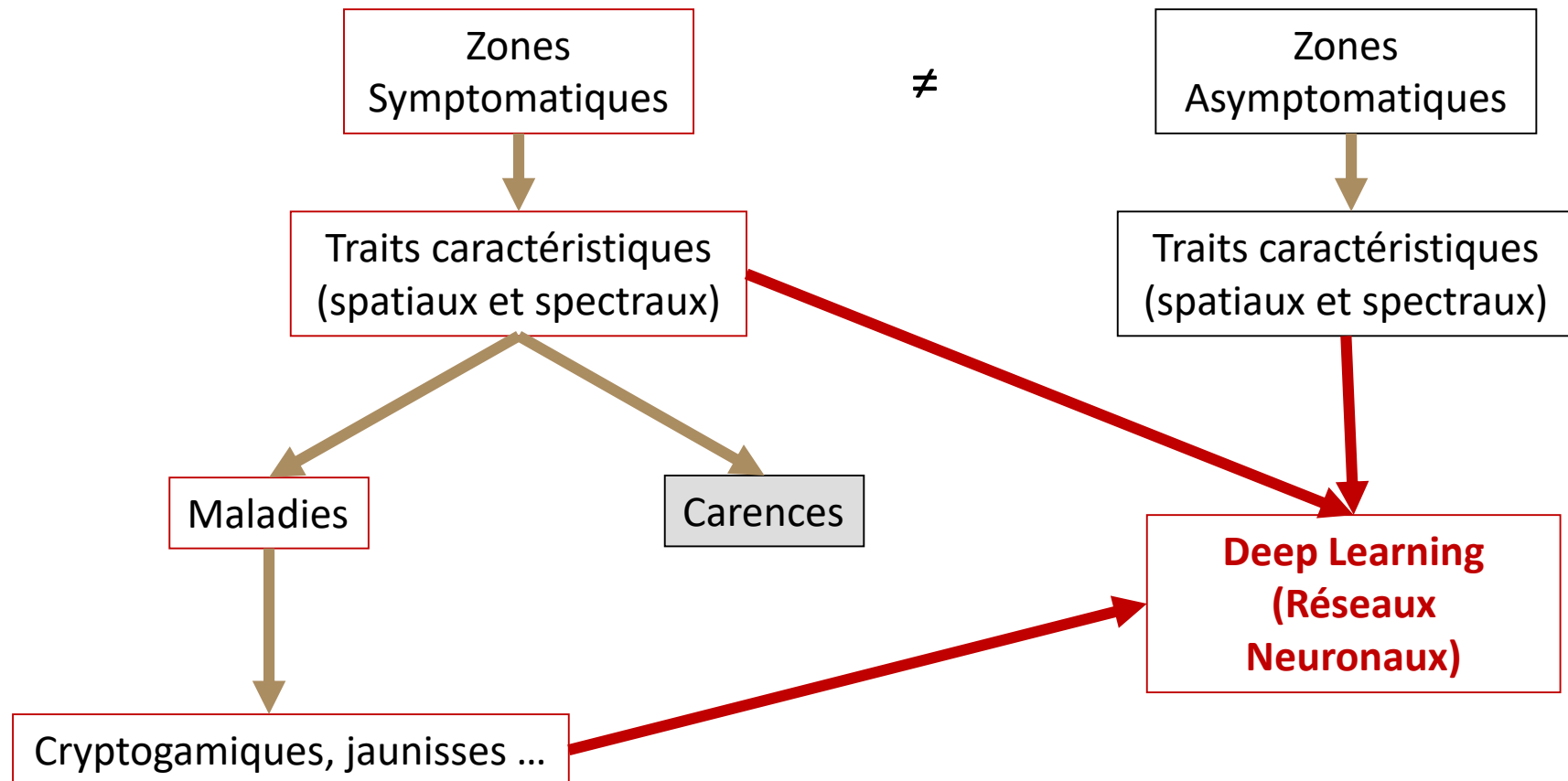


## Maladies du bois

**Mildiou**

**Oïdium**

**Botrytis de la vigne**



## Moyens de détection

Solutions	Objectifs	Avantages	Limites
Passage à pied dans les vignes	Détection des maladies de la vigne.	Pas d'investissement (hormis la formation). Identification de divers problèmes, maladies et stress de la vigne .	Temps de réalisation du diagnostic, concomitance de certaines maladies avec les vendanges qui demandent beaucoup de temps.
Utilisation d'un capteur optique à partir d'un avion + DRONES	Détection des maladies de la feuille et des stress (hydrique et azote).	Passage rapide et grande surface traitée. Possibilité d'embarquer plusieurs capteurs et filtres.	Investissement matériel important. Coût du diagnostic. Temps de traitement des données. Résolution insuffisante pour la détection des maladies.
Diagnostic PCR (in-vitro)	Détection des maladies de la vigne.	Précision du diagnostic.	Diagnostic post identification des symptômes. Coût et délais importants.
Flux de sève	Mesure du flux de sève dans les plantes.	Permet de détecter les stress hydrique des plantes. Donne une information sur l'état de santé général de la plante.	Ne traite pas précisément la problématique des maladies.

Outils => loupe de poche, matériels de notation, APN ou smartphone

Quelles observations ?

❖ Maladies cryptogamiques

❖ Ravageurs

❖ Maladies du bois

❖ Accidents climatiques



### Détection de virus par ELISA (Enzyme-Linked Immuno Assay)

La vigne peut héberger près de 60 virus ou maladies de type viral dont les plus connus et les graves sont le court-noué et le complexe de l'enroulement.

Les symptômes associés à ces viroses sont souvent confondus avec des carences ou autres affections.

Le test ELISA est un test immuno-enzymatique, basé sur la réaction anticorps (serum) – antigène (virus). Il permet de détecter spécifiquement un virus dans des échantillons de feuilles, bois ou racines.

### Détection de virus par PCR (Polymerase Chain Reaction) => jaunisses de la vigne

#### Symptômes :

- Décolorations sectorielles du limbe (rougissement chez les cépages rouges ou jaunissement chez les cépages blancs)
- Enroulement des feuilles vers la face inférieure qui deviennent « craquantes »
- Mauvais aoûtement des rameaux conférant un port « pleureur » aux souches

Cette technique permet d'amplifier un fragment d'ADN cible dans un échantillon donné. Par cette technique, il est possible de dépister les phytoplasmes du groupe V (Flavescence dorée) et du groupe XII (Bois noir).

#### **Protocole de prélèvement**

- feuilles de vigne (pétiole + limbe).

Capteurs optiques et / ou d'images => changement d'échelle

⇒ **Téledétection** : Satellite, Avions, Drones

⇒ **Proxy-détection** : systèmes embarqués

⇒ **Autre plate-forme** : smartphone

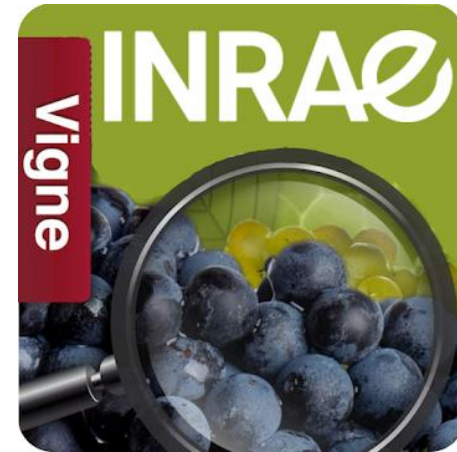
## Moyens de détection

## Smartphone

UMR SAVE (INRAE de Bordeaux) => application smartphone d'aide au diagnostic : « **Di@gnoPlant Vigne** ».

Cet outil permet le diagnostic visuel d'une cinquantaine de maladies et de ravageurs retrouvés couramment ou plus rarement au vignoble.

- **module d'identification par l'image**, il est possible de sérier progressivement la cause du problème rencontré, qu'il soit parasitaire ou non.
- index alphabétique donne un accès direct aux fiches synthétisant la **connaissance disponible sur les maladies et les bioagresseurs**.
- accès à un module déclaratif permettant le **géo-référencement de l'observation**, contribuant ainsi à l'**épidémiosurveillance** de la problématique.





# Moyens de détection

## Téledétection

Vigne	Phylloxera	<b>Avion</b> 8 capteurs multispectraux (visible, PIR et infrarouge thermique) Entre 1 m et 5 m <b>(1996)</b>	IV BS	Non supervisée	9 parcelles sur 2 années
	Enroulement de la vigne	<b>Avion</b> 1 capteur hyperspectral (environ 920 bandes spectrales entre 400 et 1000 nm) Entre 0.25 m et 0.50 m <b>(2016)</b>	BS	Supervisée	5 parcelles sur 2 années avec 2 images
	ESCA	<b>Drone</b> 1 capteur multispectral (visible et PIR) 0.05 m <b>(2016)</b>	IV	Supervisée	1 parcelle sur 2 années avec 5 images

IV : Indices de Végétation

BS : Bandes spectrales seules

J. Albetis (2018)

### Méthodes de détection

- Les meilleurs résultats obtenus avec des méthodes supervisées de classification appliquées sur des images multispectrales ou hyperspectrales (avion ou drone).
- **Bandes spectrales seules, indices de végétation** et paramètres biophysiques

## Fabricants/Utilisateurs de drone



## Méthodes

- Principalement calcul d'indices de végétation => NDVI, NDRE ... (plus de 100 indices existent dans la littérature !)
- Capteurs tout faits => MicaSense, Sequoia ...
- Cartographie en sortie

### Limites d'utilisation

- Difficultés liées à la **réglementation** concernant le vol de drones
  - Le capteur embarqué sous un drone ne perçoit que **30% du feuillage**
  - **Aucune possibilité de visualiser les autres symptômes** provoqués par les jaunisses (dessèchement des grappes et absence d'aoûtement des rameaux) **si vol vertical !**
- => **confirmation visuelle et/ou via qPCR** reste indispensable



### Limites techniques

- Difficulté de mise au point des **traitements d'images**
- Grande **diversité** des colorations (quel que soit le cépage)
- Nécessité de disposer, pour un même cépage, de **plusieurs centaines d'images** de ceps différents présentant des symptômes pour l'utilisation des techniques de Deep Learning
- Encore très cépage-dépendant !
- Maladies ou carences ?

### Limites économiques

- Coût élevé (encore au stade R&D) => les systèmes du marché sont à perfectionner
- **Manque de fiabilité, taux de détection des souches symptomatiques insuffisant**
- **Procédé actuellement difficilement utilisable** pour les prospections officielles



### 3 voies de travail

- Mieux comprendre les interactions du système plante-pathogène-insecte => propagation de la maladie
- Développer des méthodes de traitement insecticides efficaces
- **Développer des méthodes efficaces pour sa reconnaissance => prospection et arrachage**



# Focus par rapport à la Flavescence Dorée

## Drones

Voie de recherche	Nom du projet	Objectif	Année	Pays/ Partenaires
<b>1</b>	FLADORISK	Mesurer l'influence de l'environnement «sauvage» des vignobles sur la propagation de la Flavescence Dorée	2014-2017	<u>France</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• INRA Bordeaux</li> <li>• INRA Grignon</li> <li>• IRIS, Paris XIII</li> </ul>
	CRBFC-PARI	Étudier l'écologie et le comportement du <i>Scaphoideus titanus</i> : rôle dans l'invasion du vignoble par la Flavescence dorée	2014-2016	<u>France</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Université de Bourgogne</li> </ul>
	INTEFLAVI	Utiliser et développer des techniques analytiques innovantes visant à étudier la biologie de l'interaction du plante-pathogène –insecte vecteur	2014-2016	<u>Italie</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Université de Turin</li> </ul>
	GRAFDEPI	Études épidémiologiques des potentiels réservoirs et vecteurs de la Flavescence dorée et validation de différentes procédures de diagnostic au sein de l'Union Européenne	2010-2015	15 partenariats dans 10 pays différents : Autriche, Belgique, Espagne, France, Italie, Portugal, Slovénie, Suisse, Serbie et Turquie
<b>2</b>	FAM	Améliorer le traitement de lutte insecticide notamment à base de pyrèthre naturel	2015-2016	<u>France</u> Projet Porté par le BIVB regroupant 17 partenaires dont l'IFV, BioBourgogne, les Chambres d'Agriculture de Côte-d'Or et de l'Yonne
<b>3</b>	 OENOMIP	Détection des symptômes de Flavescence dorée au vignoble à l'aide d'images acquises par drone	2015-2017	<u>France</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• École d'Ingénieurs de Purpan</li> <li>• TERRANIS</li> <li>• FREDON Occitanie</li> </ul>
	 DAMAV	Détection automatique des maladies de la vigne à l'aide d'images acquises par drone	2015-2017	<u>France</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Novadem</li> <li>• BIVB</li> <li>• Airbus D&amp;S</li> <li>• Global Sensing Technologies</li> <li>• AgroSup Dijon</li> <li>• FREDON PACA</li> </ul>

J. Albetis (2018)



- Pourquoi utiliser des drones pour détecter la flavescence dorée au vignoble ?
    - Prospections fastidieuses, très chronophages, sur une durée limitée et en période de vendanges (forte charge de travail)
    - Moyens humains nécessaires de plus en plus difficiles à mobiliser
    - Détection plus difficile sur les cépages blancs
    - Confusions possibles avec d'autres pathologies de la vigne
    - Sortie des symptômes échelonnée dans le temps de fin août à fin septembre
- => Forte demande professionnelle** : *tester les capteurs embarqués sous drones pour détecter les maladies de la vigne de façon automatisée, plus fiable*

# Focus par rapport à la Flavescence Dorée

## Drones

Navigation automatique à basse altitude du drone



### Spectromètre

- ☺ **Simplicité**
- ☺ **Précision (tout le spectre)**
- ☺ **Pas de nécessité de préparation de l'échantillon**
- ☹ **Mesures concentrées sur une petite portion de l'échantillon analysé pour produire une valeur moyenne de la composition**
- ☹ **Pas de distribution spatiale des paramètres de qualité**



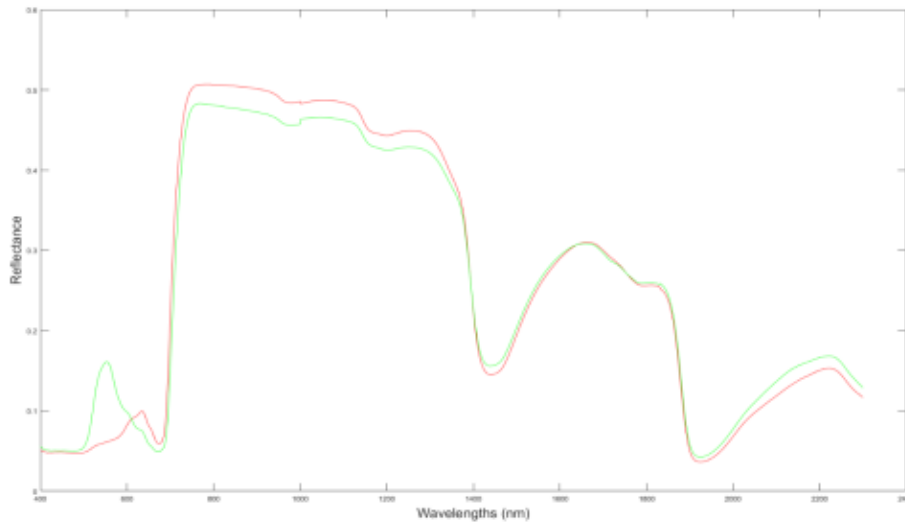
### Caméra

- ☺ **Plus d'informations spatiales**
- ☺ **Evaluation facile des attributs externes : forme taille, texture, couleur et défauts externes**
- ☹ **Pas de possibilité de détermination de la composition chimique : humidité, protéines, graisse**

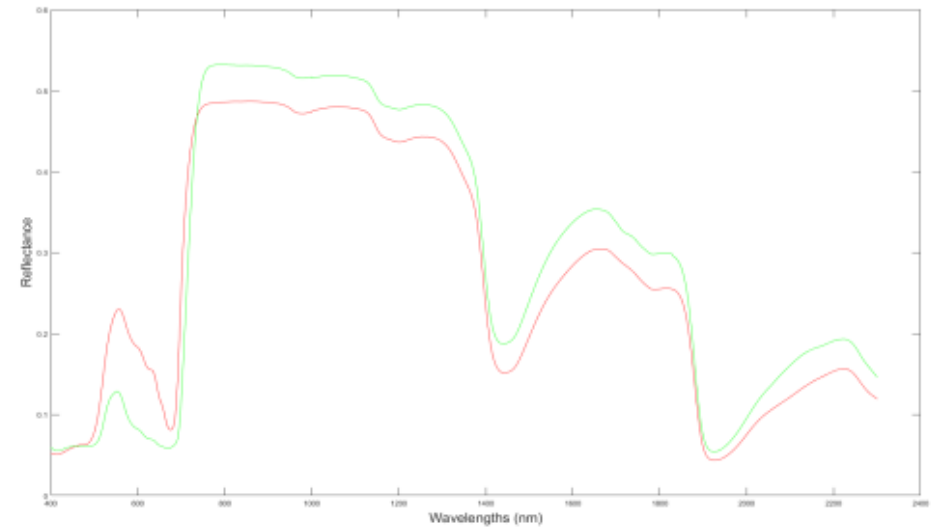
# Focus par rapport à la Flavescence Dorée

Drones

## Marselan

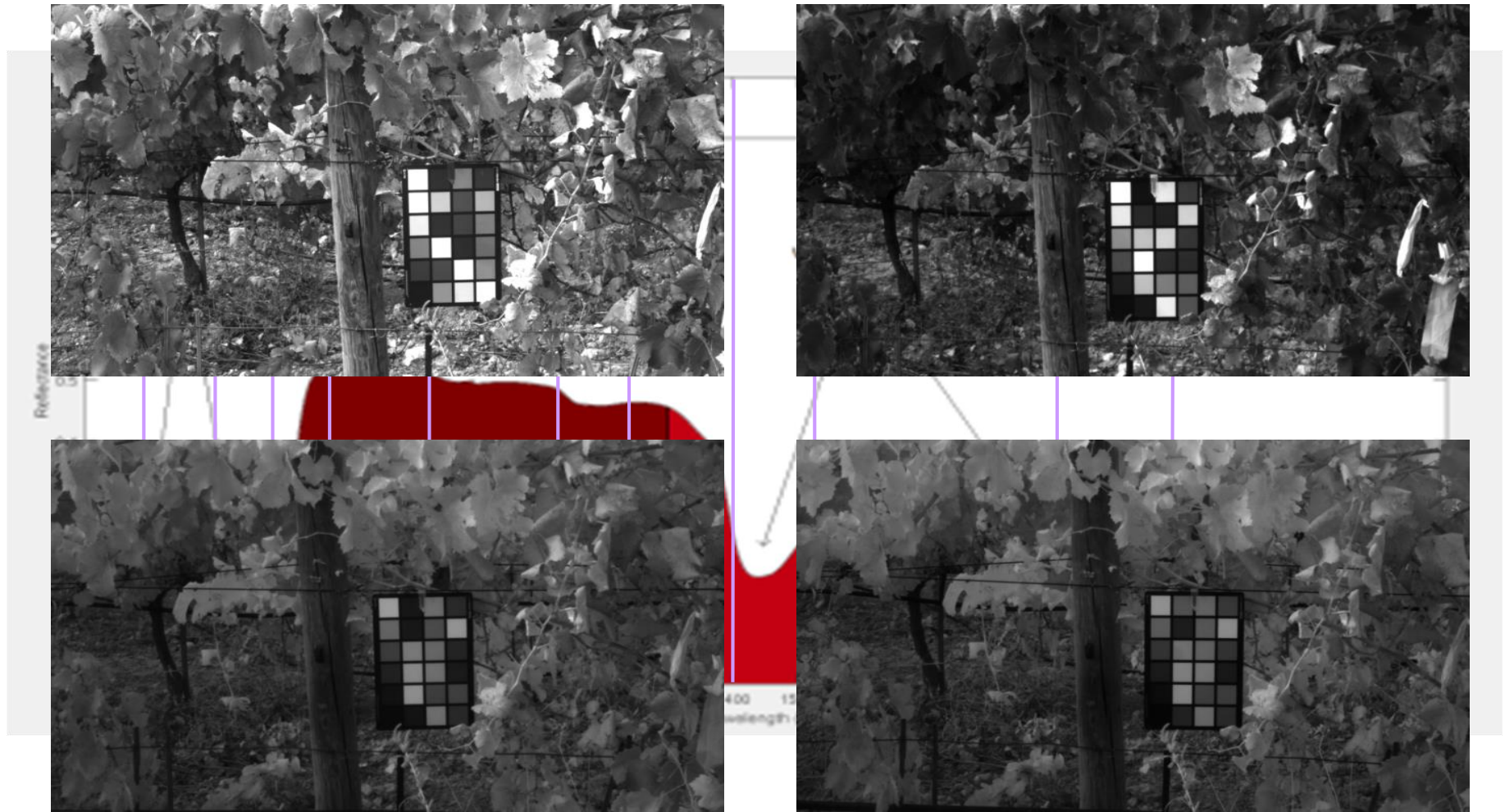


## Chardonnay



# Focus par rapport à la Flavescence Dorée

Drones





# Focus par rapport à la Flavescence Dorée

Drones

## Présentation du prototype de capteur

4 caméras monochromes  
Résolution : 5 Mpx chacune

Choix de 4 bandes spectrales

- NB-532 {525-550 nm}
- NB-630 {625-645 nm}
- NB-740 {730-755 nm}
- NB-810 {798-820 nm}



### 1/ Information multispectrale intéressante ...

- ⇒ Détermination des bandes spectrales les plus pertinentes
- ⇒ Choix des bandes spectrales pertinentes => cépage-dépendant, région-dépendant ...

### 2/ ... mais pas suffisante (fonction des maladies)

- ⇒ Nécessité d'une confirmation par test PCR
- ⇒ Couplage avec informations texturales : précision supérieure à 92% sur les images couleur
- ⇒ Couplage avec informations de forme des maladies (**en cours**)

3/ Intégration dans un réseau de neurones (pour classification automatique des maladies)  
(**validation en cours**) => **Deep Learning**

## Conclusions et perspectives

---

Capteur embarqué sur drone => pas une solution optimale !

Capteur embarqué sur matériel (tracteur, enjambeur, pulvérisateur, MAV ...) ? => en cours

- suivi de toutes les maladies tout au long de l'année
- sans passage spécifique

Systèmes à façon pour détecter tout ou partie des maladies en même temps => couplage de plusieurs systèmes !

Encore du travail sur la détection précoce et sur la détection sur blanc!

Merci de votre attention

 VINS DE  
BOURGOGNE



**Cointault Frédéric**

[frederic.cointault@agrosupdijon.fr](mailto:frederic.cointault@agrosupdijon.fr)

03.80.77.27.54