



Détection des symptômes de maladies du bois par proxi et télédétection



ADVANTAGE

Against the major trunk Diseases of Vineyard And Nursery
Test of the Association of solutions for a Greater Efficiency

Elodie PAGOT



Christian GERMAIN



Contexte et objectifs

- ▶ Dans le cadre du projet **Advantage**, en appui aux moyens de lutte contre l'ESCA
- ▶ Construire les briques d'un Outil d'Aide à la Décision fondées :
 - ▶ sur des solutions de modélisation (CybèleTech)
 - ▶ sur des moyens optiques de détection de symptômes de l'ESCA (Bordeaux Sciences Agro-IMS et Téléspazio)

Deux grands objectifs:

- ▶ Etudier la faisabilité d'un outil de détection précoce (avant que les symptômes ne soient visibles).
 - ▶ Imagerie hyperspectrale (visible + proche infrarouge).
- ▶ Cartographier automatiquement les symptômes visibles
 - ▶ Imagerie couleur et proche Infrarouge

Deux stratégies

- ▶ Télédétection
 - ▶ Imagerie satellitaire, aérienne ou drone
- ▶ Proxidétection
 - ▶ Imagerie embarquée sur engin roulant: caméra fixée sur un engin agricole (tracteur inter-rang ou enjambeur, pulvérisateur, robot...)
- ▶ Avantages/inconvénients respectifs
 - ▶ Télédétection: couverture globale du vignoble et à la demande, technologie éprouvée, mais résolution plus limitée
 - ▶ Proxidétection: profite du passage des engins dans les vignes, résolution très fine et dans le plan de palissage. Enorme volume de données à traiter.

Téledétection drone

Les capteurs

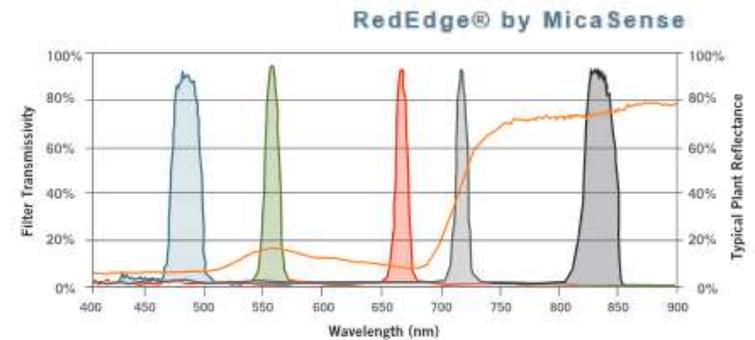


Caméras:

- ▶ Visible : Sony α7R
- ▶ Multispectral (Micasense redEdge)

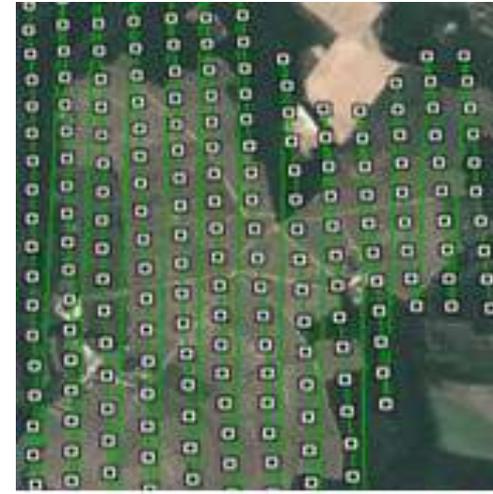
Vecteur

- ▶ Drone Falcon 8.



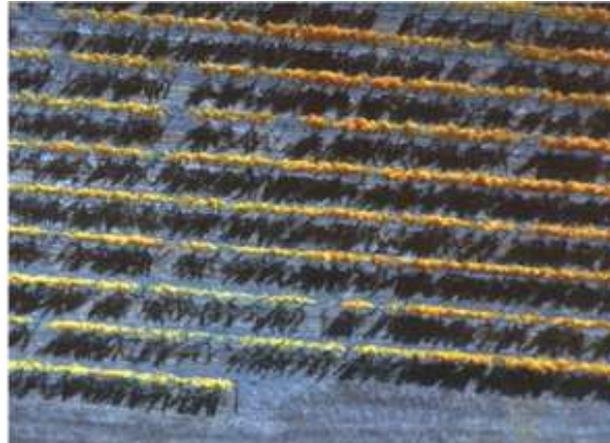
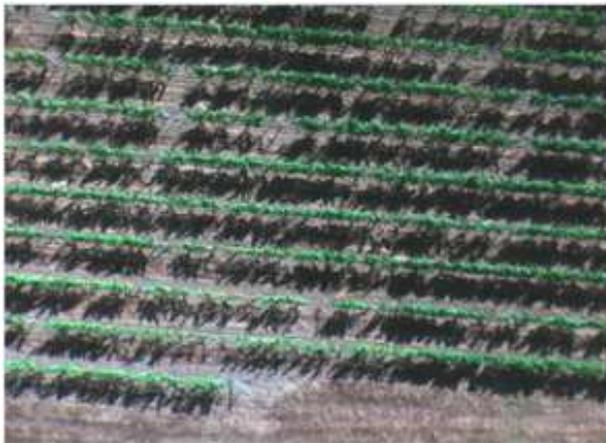
Téledétection drone

Acquisition d'images



Campagnes d'acquisition drone

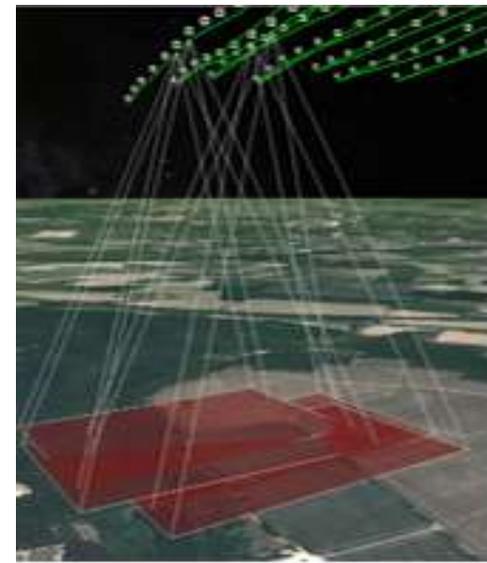
- ▶ de 2015 à 2018
- ▶ 8 parcelles d'études dans 3 départements (33, 49, 71)
- ▶ Temporalité : fin août - début septembre
- ▶ Vérité terrain : notations sanitaires sous forme de tableau.



Téledétection drone

Méthodes

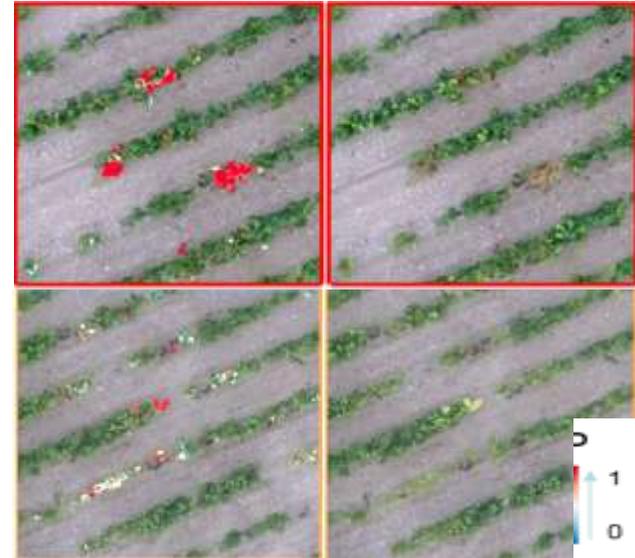
- ▶ Prétraitements des images
- ▶ Orthomosaiquage
- ▶ Classification des pixels dont la couleur est caractéristique d'une anomalie foliaire (rougissement, jaunissement, dessèchement °)
- ▶ Modèles de machine learning entraînés sur une centaine de milliers de pixels
- ▶ Détection d'anomalies foliaires sur le rendu 3D de la vigne et sur l'image géoréférencée complète de la parcelle



Téledétection drone

Résultats

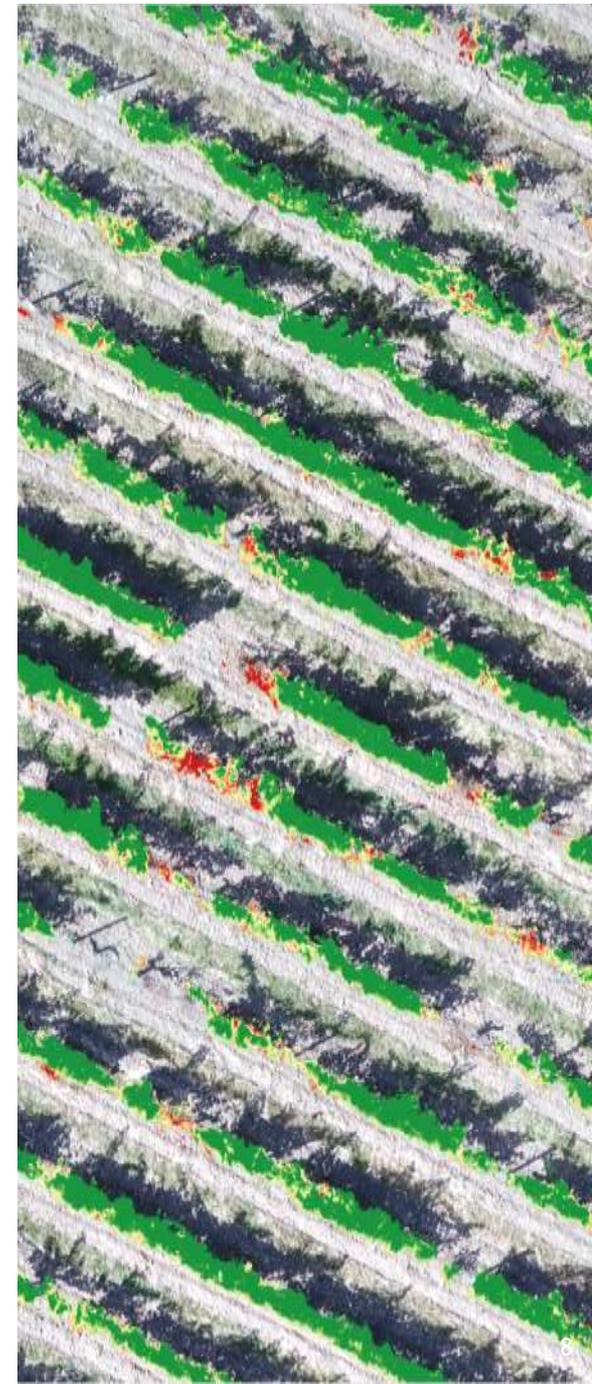
- ▶ Meilleures performances dans visible pour les cépages rouges
- ▶ Amélioration des résultats de classification avec le multispectral pour les cépages blancs
- ▶ Faux positifs :
 - ▶ carences,
 - ▶ autres symptômes,
 - ▶ pieds manquants ou morts couverts par le palissage.



Téledétection drone

Résultats

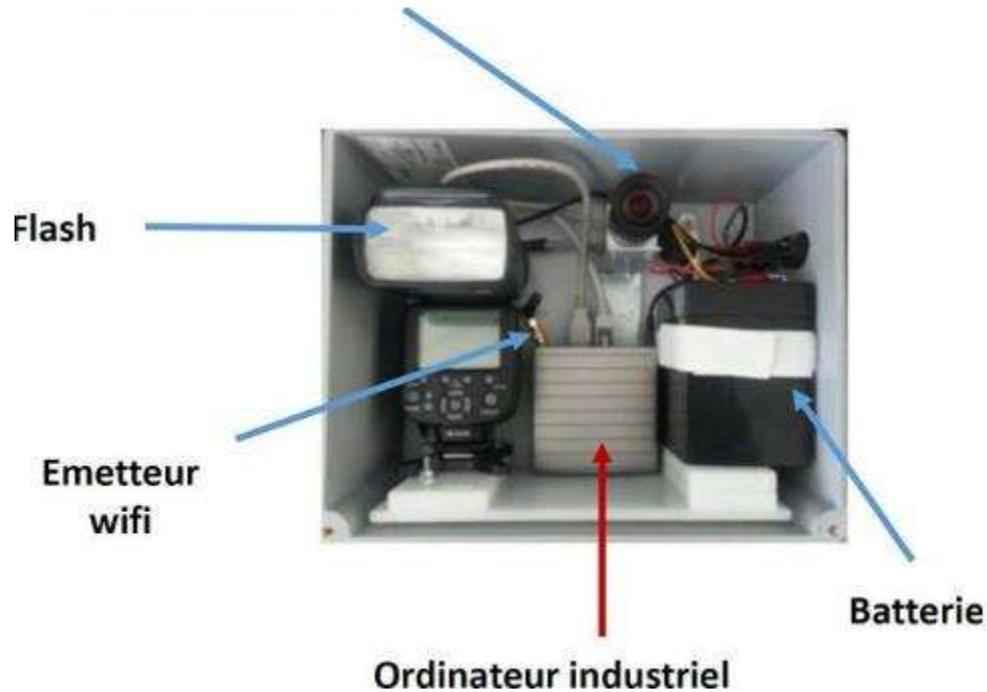
- ▶ Bonnes corrélations mais manque de spécificité aux maladies du bois à cette échelle (centimétrique).
- ▶ Résultats très encourageants à confirmer sur une plus grande variété de cépages et de terroirs.
- ▶ Surveillance opérationnelle de l'état sanitaire d'un domaine, toutes causes confondues. Livraison à J+3.



Proxidétection

Le capteur

Caméra industrielle



Proxidétection

Les images

Avancement dans le rang →



Campagnes d'acquisition

- ▶ de 2016 et 2017, fin août - début septembre
- ▶ 8 parcelles d'études en Gironde, 3 cépages (rouge et blanc)
- ▶ Notations sanitaires de terrain + photo-interprétation.



Proxidétection

Méthodes

Phase 1 : Reconnaître des images de feuilles malades

- ▶ Apprentissage sur une base de données de plus de 6 000 images de feuilles.
- ▶ Classification : on présente une nouvelle image à traiter à l'algorithme et il prédit alors sa classe d'appartenance.

Symptômes
ESCA



Symptômes
confondants

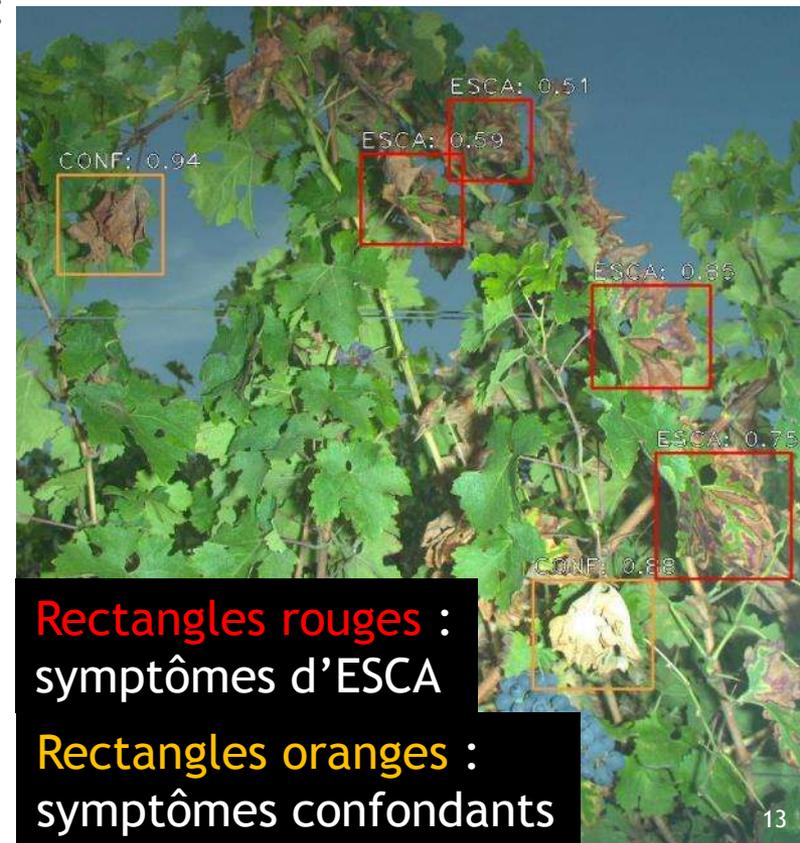


Proxidétection

Méthodes

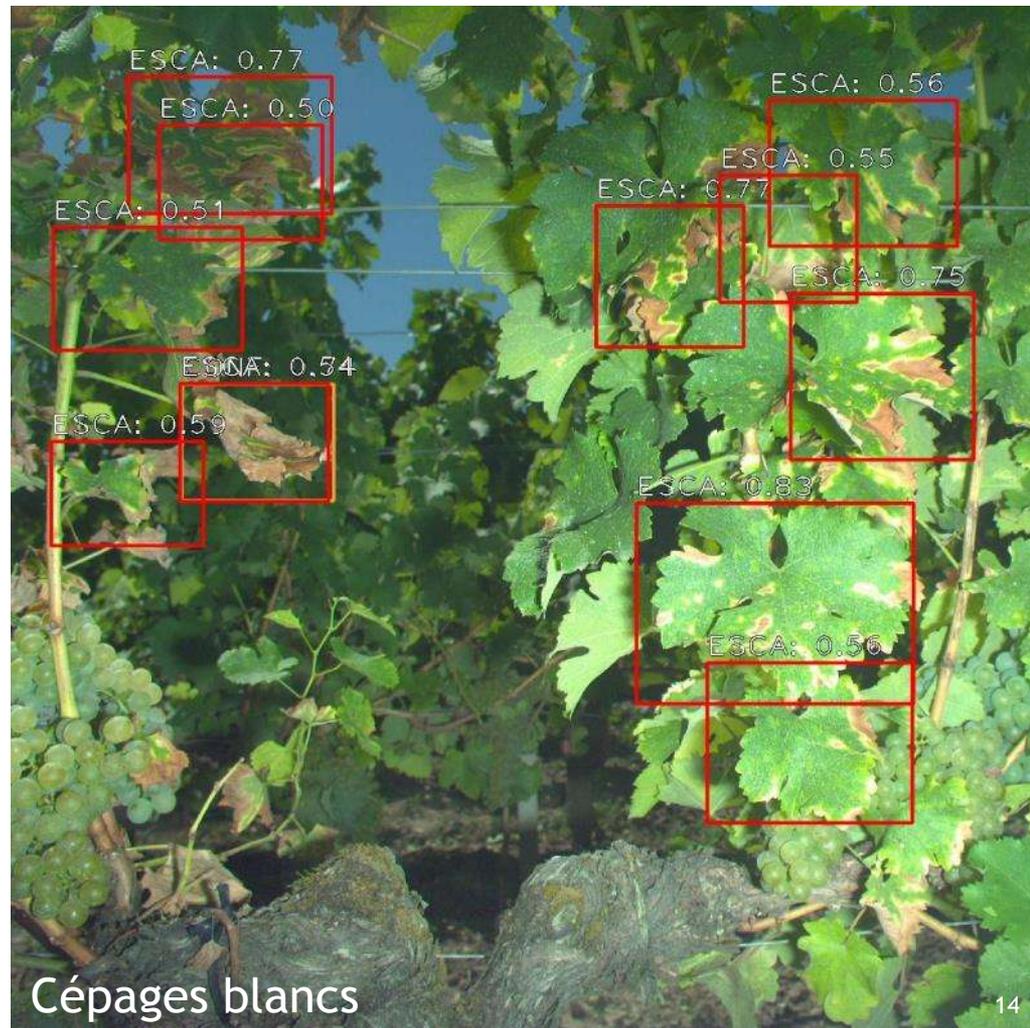
Phase 2 : Trouver les feuilles malades sur le cep entier

- ▶ Utilise l'Intelligence Artificielle pour :
 - ▶ détecter des zones de feuillage anormales
 - ▶ décider s'il s'agit d'ESCA ou d'une autre anomalie.
- ▶ Apprentissage sur + de 1000 images de ceps.



Proxidétection

Résultats: détections correctes



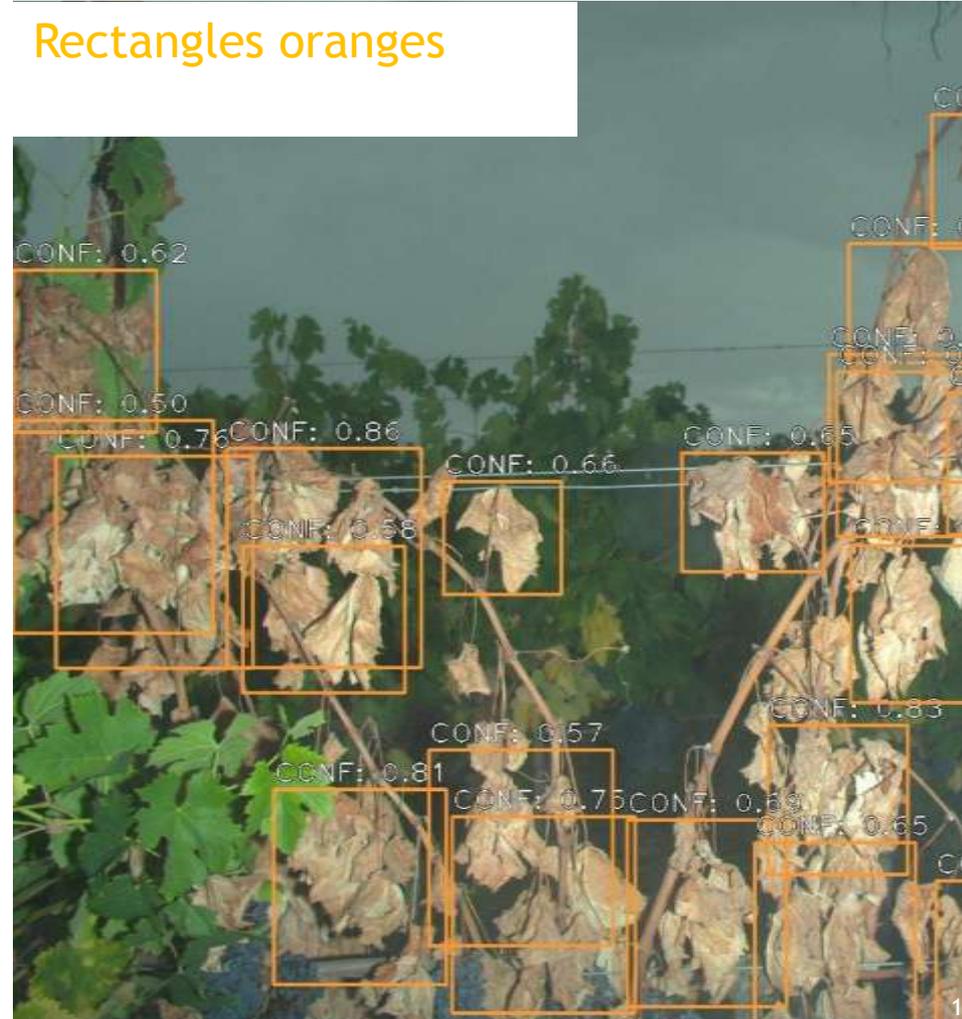
Proxidétection

Résultats: symptômes confondants

Rectangles oranges



Rectangles oranges

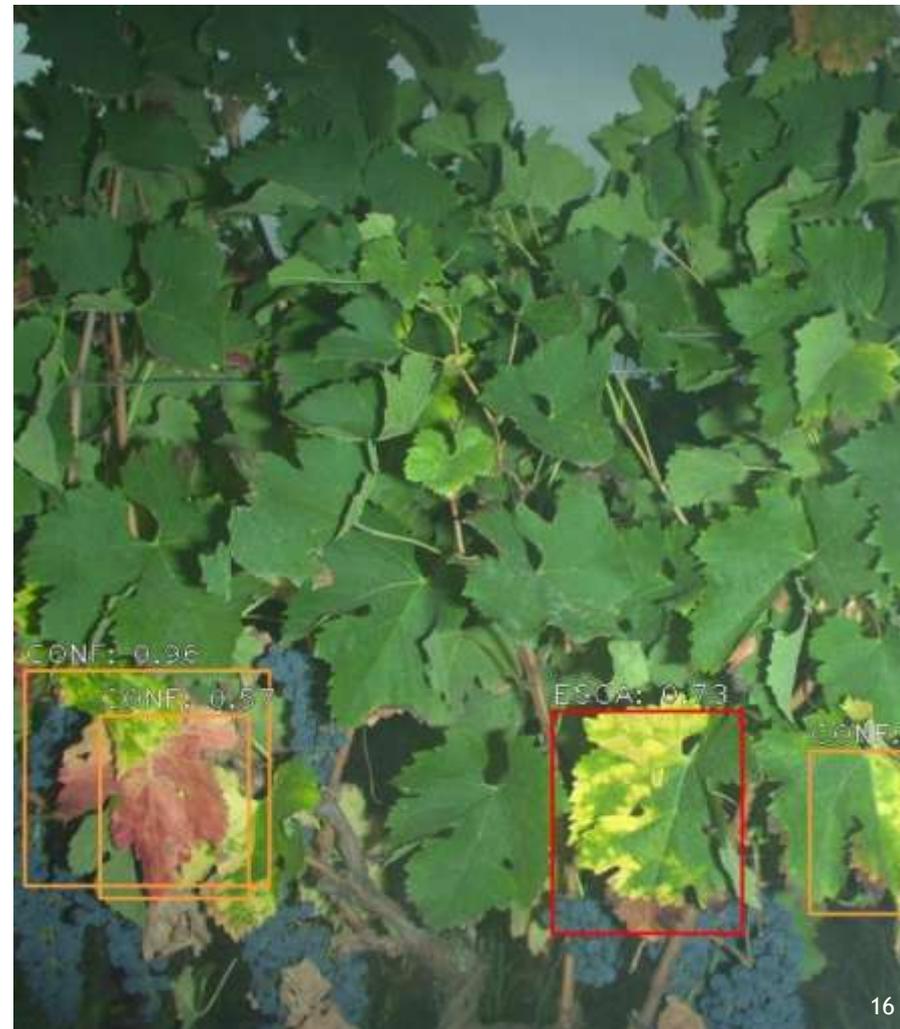
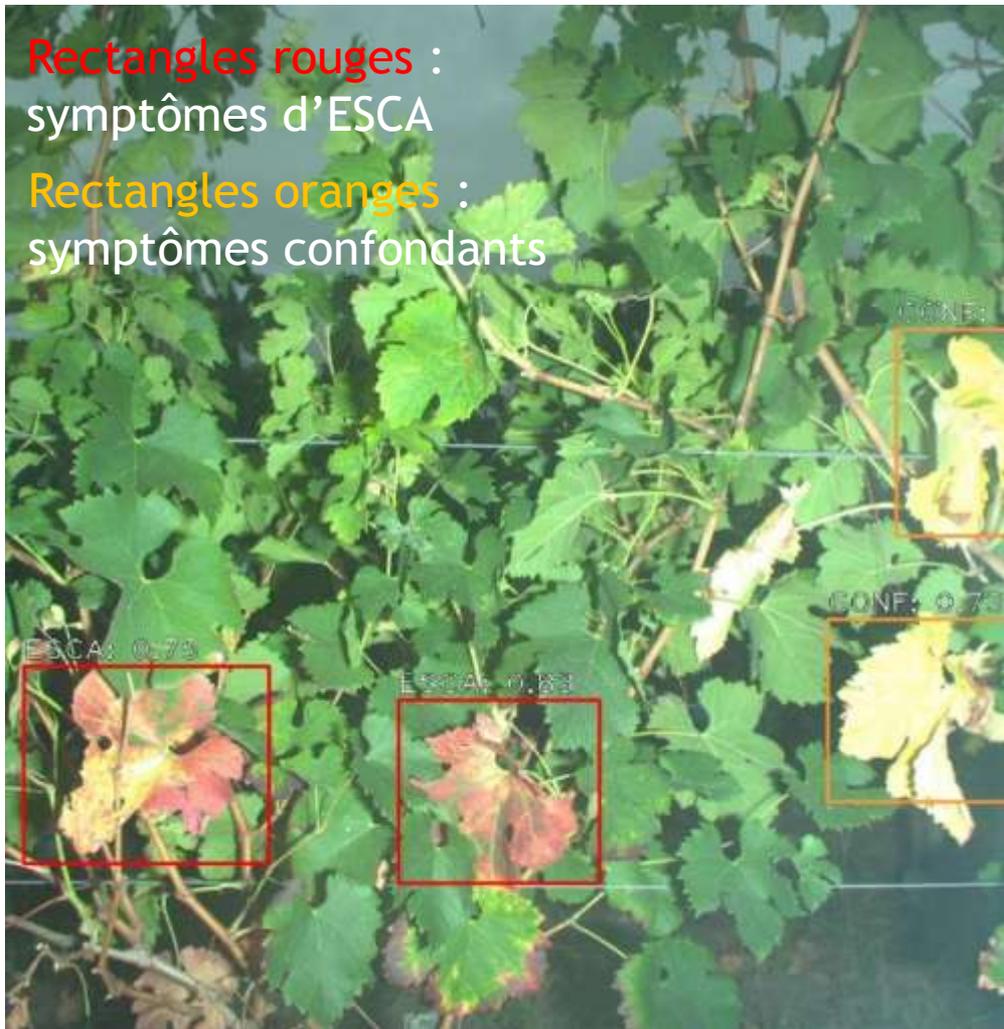


Proxidétection

Résultats: quelques erreurs subsistent

Rectangles rouges :
symptômes d'ESCA

Rectangles oranges :
symptômes confondants



Conclusion

Imagerie drone

- ▶ *Vision à large échelle de la présence d'anomalies foliaires sur la parcelle, toutes causes confondues (pixel=1cm).*
- ▶ *Cartographie exhaustive des symptômes 3 jours après le passage du drone.*

Proxidétection

- ▶ *Images obtenues lors du passage du tracteur dans les vignes (pixel=1mm).*
- ▶ *Détecte de la forme et la couleur des symptômes de l'ESCA*
- ▶ *Différentiation d'autres symptômes de même couleur.*

Bilan

- ▶ *Résultats très encourageants*
- ▶ *A confirmer à plus large échelle, sur d'autres cépages et terroirs.*

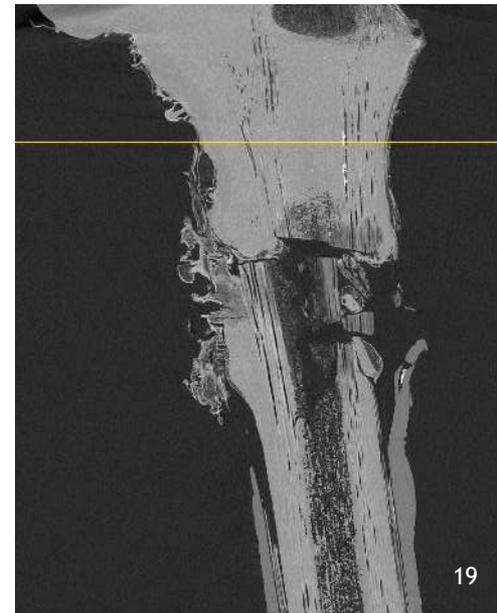
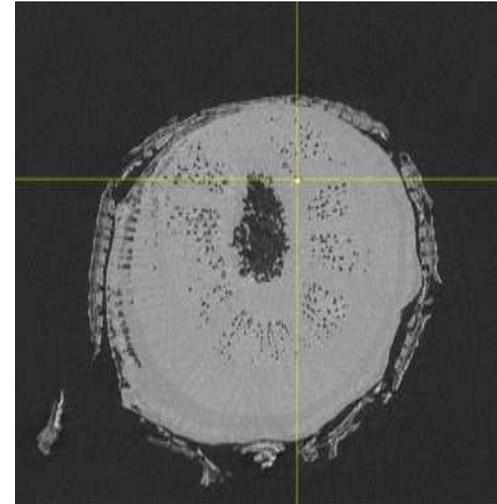
Perspectives

- ▶ Ces méthodes peuvent être appliquées à **d'autres pathologies de la vigne**. Des travaux sont en cours sur le Mildiou, la Flavescence Dorée, etc.
- ▶ Les avancées de **l'Intelligence Artificielle** et le couplage avec d'autres approches (**modélisation**) pourraient rendre ces approches encore plus performantes.
- ▶ D'autres applications d'**analyse d'images** ont un intérêt potentiel pour les Maladies du Bois de la Vigne...

Perspectives

Contrôle non destructif greffage des plants

- ▶ Imagerie TeraHertz : peu de perspectives pour la détection précoce des MDB avec les sources actuelles.
- ▶ Thermographie infrarouge : difficultés d'interprétation des résultats sur les formes complexes et manque de sensibilité aux fortes épaisseurs.
- ▶ Micro-tomographie aux rayons X :
 - ▶ Excellent rendu 3D des structures présentes dans le bois
 - ▶ Temps de scan longs et coût d'exploitation élevés
=> freins au screening en temps réel.



Merci pour votre attention

Travaux financés par le Fonds Unique Interministériel (FUI) Advantage piloté par Vegepolys / Agri Sud-Ouest Innovation, avec le soutien de Région Nouvelle Aquitaine / Bpifrance.

Advantage implique 9 partenaires : Agrauxine Lesaffre Plant Care, Bayer, Bordeaux Sciences-Agro, Cybeletech, IFV, INRA-UMR SAVE, Mercier, Telespazio et Université de Reims Champagne-Ardenne.