

1. KHALLOU Abdelhak (INRA Maroc)

Sujet : Prévalence des Virus et Virus-like chez les Agrumes

<https://www.youtube.com/watch?v=6zJmgTMnmgU>

Bonjour tout le monde. Dans cette présentation, je vais traiter de l'état phytosanitaire des agrumes au niveau national, en présentant une étude de cas effectuée dans la région de l'Oriental.

En premier lieu, comme vous le savez, les virus représentent le pourcentage le plus important des maladies émergentes, soit environ 47 %. Nous allons aborder chaque virus ayant une importance économique pour le secteur agrumicole et présenter nos résultats.

Le Greening (HLB) :

Je reviens sur le "Greening", car c'est un virus qui présente un danger majeur pour l'industrie agrumicole marocaine. Concernant les symptômes, il est crucial de ne pas les confondre avec une carence en zinc. La différence est simple : dans le cas du Greening, les symptômes foliaires sont asymétriques.

Sur le plan de la répartition mondiale, il est présent en Asie. Son vecteur, le psylle africain (*Trioza erythrae*), est déjà présent en Espagne. Bien que nous n'importions pas de plants d'agrumes, l'introduction est possible via des canaux non conventionnels, comme l'importation de plantes ornementales. Une étude menée en Angleterre a montré que de nombreux envois de *Prunus* et de *Citrus*, sans certificat sanitaire, circulent via le commerce en ligne. De plus, avec les flux de voyageurs (notamment depuis l'Espagne et le Portugal), le risque d'introduction par des véhicules personnels ou du matériel agricole d'occasion est réel. L'histoire montre qu'aux États-Unis ou en Europe, des pathogènes ont été introduits par des passagers clandestins ou même du matériel de rénovation. Le contrôle aux frontières doit donc être total.

La Tristéza (CTV) :

Ce virus est transmis par le puceron *Toxoptera citricida*, le vecteur le plus efficace. Il existe des souches sévères et des souches légères. La nouveauté est que la dernière mise à jour de l'OEPP place la Tristéza comme présente dans toute la région méditerranéenne, avec une distribution "très limitée" au Maroc.

Notre étude dans l'Oriental a testé la prévalence de ce virus. Nous avons utilisé des tests sérologiques (ELISA) confirmés par des tests PCR (amorces spécifiques PX1 et PX2). Résultat : l'ensemble des échantillons testés s'est révélé négatif. Parallèlement, nous avons cherché le vecteur *Toxoptera citricida*. Après identification (via les clés de Blackman et al.), nous n'avons trouvé que *Aphis gossypii* et *Myzus persicae*. Le vecteur majeur de la Tristéza n'a pas été détecté dans la région.

Le Spiroplasma citri (Stubborn) :

C'est un mycoplasme qui cause un rabougrissement des arbres et une floraison hors saison. Il est transmis par des cicadelles. Nos tests ELISA montrent que 2 % des échantillons sont

positifs. Ces résultats concordent avec les recherches de Sagouti et al. (2023) montrant une présence généralisée au Maroc avec des taux variables.

La Psorose :

Ce virus réduit la croissance des arbres, mais ces derniers peuvent survivre plusieurs années après l'infection. Le symptôme typique est l'écaillage de l'écorce. Dans l'Oriental, nos tests (ELISA et PCR) n'ont détecté aucun échantillon positif, ce qui diffère des études précédentes (Abazel) qui rapportaient une présence plus marquée.

Les Viroïdes :

C'est le volet le plus préoccupant. Nous avons étudié l'Exocortis et la Cachexie, qui peuvent causer jusqu'à 50 % de perte de rendement.

- **Cachexie** : environ 18 % de tests positifs.
- Exocortis : c'est le plus répandu avec 55 % de prévalence.

Les viroïdes sont donc les pathogènes les plus fréquents dans la région de l'Oriental.

Conclusion et Recommandations :

Il y a une absence de Tristéza (CTV) et de son vecteur dans la zone d'étude, mais les viroïdes sont très répandus. Une surveillance continue est primordiale. Il faut sensibiliser les producteurs et renforcer la communication dans nos aéroports (à l'instar de ce qui se fait à Valence pour *Xylella fastidiosa*) afin d'interdire l'introduction de végétaux par les voyageurs internationaux.

2. AZOUGH Zainab & ABAIL Zhor

Sujet : Détection automatique des carences nutritionnelles par Deep Learning

<https://www.youtube.com/watch?v=ubOZZQxljlo&t=324s>

Bonjour. Nous sommes honorées de vous présenter notre travail de recherche sur la détection automatique des carences nutritionnelles des agrumes par un modèle de **Deep Learning**.

Problématique et Enjeux :

La fertilisation en agriculture fait face à plusieurs défis : les coûts élevés des fertilisants, les risques de baisse de rentabilité en cas d'excès, et l'impact environnemental sur les sols et l'eau. Parallèlement, l'agriculture digitale (smart farming) offre des solutions via la digitalisation des processus et l'automatisation du suivi des cultures. L'agriculture de précision vise ainsi à optimiser les apports pour réduire les coûts et l'empreinte écologique.

Le Diagnostic Nutritionnel :

Les carences s'affichent visuellement sur la plante. Un diagnostic rapide est essentiel pour intervenir. Les méthodes traditionnelles (analyses en laboratoire, diagnostic visuel par experts) sont coûteuses, lentes et parfois ambiguës. Notre objectif est d'utiliser le traitement d'image pour une identification rapide et précise.

Méthodologie :

Nous avons collecté 3600 images de feuilles (saines et carencées) directement sur le terrain, au domaine expérimental de Meknès (parcelles d'orangers et petits fruits).

1. **Pré-traitement** : Nettoyage, redimensionnement et "Data Augmentation" pour enrichir le dataset.
2. **Entraînement** : Nous avons utilisé des réseaux de neurones convolutionnels (CNN), spécifiquement les architectures **ResNet 18 et ResNet 50**, réputées pour leur performance en extraction de caractéristiques (textures, motifs).
3. **Répartition** : 80 % pour l'entraînement, 20 % pour les tests.

Résultats :

Nos modèles atteignent une précision d'environ 55 %. C'est une précision modérée qui s'explique par plusieurs facteurs :

- Le déséquilibre des classes (certaines carences sont moins documentées).
- La forte similarité visuelle entre différentes carences.
- La taille encore limitée du dataset.

Toutefois, les tests sur des images caractéristiques montrent de bonnes performances. Nous avons également développé une interface mobile pour tester ce modèle en conditions réelles.

Perspectives :

Nous prévoyons d'élargir la zone d'étude pour enrichir le dataset, d'explorer de nouvelles architectures de Deep Learning et de corrélérer nos résultats avec des images multispectrales prises par drones ainsi que des analyses foliaires et de sol. L'objectif final est de produire des guides d'identification locaux et intelligents.

3. SMAILI Moulay Chrif (INRA Maroc)

Sujet : Thrips des Agrumes au Maroc : Identification et Lutte Alternative

🔴 Thrips des Agrumes au Maroc : Evaluation des méthodes de lutte alternatives à la lutte c...

Merci Monsieur le Président. Je vais vous présenter nos travaux sur l'identification des thrips associés aux vergers d'agrumes au Maroc et l'évaluation de méthodes de lutte alternatives à la lutte chimique.

Contexte :

Au niveau national, nous comptons environ 70 ravageurs phytophages (insectes, acariens, escargots) associés aux agrumes. Seule une faible partie est considérée comme majeure, tels que le pou de Californie, la cératite ou les thrips. Actuellement, la lutte contre les thrips repose essentiellement sur la chimie, mais les producteurs tentent de migrer vers de bonnes pratiques agricoles.

Identification des espèces :

À l'international, les espèces les plus dangereuses sont *Scirtothrips citri*, *S. dorsalis* et

Pezothrips kellyanus. En Espagne, Chaetanaphothrips orchidii cause également des dégâts. Au Maroc, nos inventaires ont identifié :

- *Frankliniella occidentalis* et *F. espp.*
- *Thrips tabaci* et *T. ericae*.
- *Pezothrips kellyanus*.
- *Scirtothrips aurantii* (présent toute l'année).

Certaines espèces, comme celles du genre Limothrips, proviennent des céréales environnantes.

Dégâts :

Les symptômes caractéristiques sont des cicatrices argentées ou des lièges situés sous le calice du fruit. Nous avons observé des dégâts importants sur clémentines entre juin et juillet, notamment dans les régions du Souss et du Gharb.

Ennemis naturels :

Nous avons identifié des prédateurs tels que *Orius levigatus* et *Amblyseius swirskii*. Bien que leur abondance naturelle soit parfois faible, ils jouent un rôle crucial dans une stratégie de lutte biologique augmentative (lâchers massifs).

Expérimentations de lutte alternative :

1. **Piégeage de masse :** Nous avons testé des plaques jaunes engluées (1 piège pour 4 arbres). Les résultats montrent que les plaques, **avec ou sans phéromones**, réduisent considérablement l'infestation par rapport au témoin non traité. La lutte chimique reste la plus efficace, mais le piégeage est une alternative solide.
2. **Gestion de la strate herbacée :** Nous avons comparé des parcelles avec une grande diversité végétale au sol et des parcelles désherbées.
 - Une grande diversité florale (surtout avec des fleurs jaunes/rouges) attire un grand nombre de thrips.
 - Si ces fleurs sont présentes au moment de la nouaison, elles peuvent servir de réservoir augmentant la pression sur les arbres.
 - Il est donc recommandé de gérer la strate herbacée par bandes pour réguler les populations.

Conclusion :

Scirtothrips est présent toute l'année au Maroc. Le piégeage de masse par plaques jaunes est efficace pour réduire l'infestation des fruits noués. La gestion de la strate herbacée (élimination des fleurs jaunes au sol à des périodes clés) est un levier de contrôle majeur. Ces méthodes permettent de réduire l'usage des pesticides dans le cadre d'une lutte intégrée.