

1ère édition



# **CONGRÈS NATIONAL DES AGRUMES**

**MARRAKECH 13-15 MAI 2025**

**RECUEIL DES RESUMES  
DES PRESENTATIONS**



## MOT DU PRESIDENT

Aux côtés de la tomate, des fruits rouges ou encore de l'avocat, la filière des agrumes contribue significativement au rapatriement des devises et à la réduction du déficit commercial. La production annuelle atteint 2 millions de tonnes, dont 30 % sont destinées à l'export, générant plusieurs milliards de dirhams à la fois pour l'économie nationale et sur les marchés internationaux.

Aujourd'hui, le verger agrumicole marocain est jeune et équilibré avec 50% du verger ayant moins de 15 ans. Les arrachages des vieilles plantations et le renouvellement avec les bons porte-greffes et les bonnes variétés ont permis de maintenir un équilibre à la fois régional et variétal.

La variété Nadorcott, trésor national, s'est fortement développée ces dernières années. Son succès s'explique en grande partie par la gestion rigoureuse assurée par l'Association des Producteurs de Nadorcott au Maroc (APNM), qui veille au respect strict du cahier des charges et des zones de production.

L'évènement majeur qui a impacté positivement la filière dédiée à l'export est paradoxalement la perte du Marché Russe. Ce dernier absorbait plus de 60 % des exportations. Suite à cela, les professionnels ont dû se tourner vers des marchés délaissés, notamment en Europe et en Amérique du Nord. Cette diversification a poussé la filière à se réorganiser : diversification variétale, certifications de qualité, et montée en agilité commerciale. Aujourd'hui, l'origine Maroc s'impose comme une référence internationale, reconnue pour sa qualité, sa réactivité et sa capacité à répondre aux standards des marchés les plus exigeants.

La filière joue un rôle majeur dans le maintien de la stabilité socio-économique en milieu rural. Elle fait vivre environ 13 000 familles, crée 32 millions de journées de travail chaque année.

Enfin, l'agrumiculture alimente 50 stations de conditionnement ainsi que 4 usines de transformation ce qui crée des milliers de postes de travail à travers le Maroc.

La filière fait toutefois face à des défis majeurs. En premier lieu, le changement climatique, marqué par plusieurs années consécutives de sécheresse, frappe durement les zones agrumicoles. Le Gouvernement mise sur le dessalement de l'eau de mer pour sécuriser l'approvisionnement en eau potable, laissant les ressources des barrages et les eaux recyclées au secteur agricole. Mais est-ce suffisant ? Les professionnels sont inquiets : sans garanties solides sur la disponibilité future en eau, avec davantage de projets de dessalement et la mise en place d'« autoroutes de l'eau », il leur est difficile de se projeter à long terme.





Par ailleurs, les oranges, qui jouent un rôle clé en prolongeant la saison d'exportation et en soulageant précocement les arbres pour améliorer les rendements, se heurtent à une concurrence agressive de l'Égypte. Si les aides étatiques apportent un soutien bienvenu, elles restent insuffisantes pour permettre à la filière marocaine de rester pleinement compétitive face à cet acteur. Ceci étant, l'Égypte saisit l'opportunité du déclin de la production brésilienne impactée par la maladie du greening pour se placer sur le segment du jus. Ce transfert du marché du frais vers le marché du jus ouvre de nouvelles perspectives et va donner un nouveau souffle à l'orange du Maroc.

La gestion et la disponibilité de la main-d'œuvre qualifiée deviennent critiques : de plus en plus d'ouvriers se tournent vers des activités leur offrant de la liberté pour ne pas perdre l'aide sociale directe. Il est urgent que les décideurs s'attaquent à cette problématique pour préserver la stabilité du secteur et le bien des ouvriers.

Enfin, le marché local mériterait d'être mieux structuré. La chaîne du froid et le transport sont en deçà des normes, générant d'importantes pertes post-récolte. De plus, la multiplicité des intermédiaires alourdit les prix finaux, rendant les agrumes excessivement chers pour le consommateur.

Ceci étant, la filière reste l'une des plus maîtrisée par les professionnels puisqu'elle est plus que centenaire. Son atout principal est le professionnalisme de ses parties prenantes et l'implication d'une génération d'ingénieurs et de techniciens jeunes apportant à la filière nouvelles technologies et gestion digitalisée.



## **AVANT PROPOS DU COMITE D'ORGANISATION**

Depuis plus de 70 ans, l'agrumiculture est considérée au Maroc comme une filière importante de l'agriculture destinée à l'exportation, contribuant de ce fait, aux côtés des primeurs et, depuis peu, d'autres espèces telles les fruits rouges et l'avocatier, au rapatriement des devises et par conséquent à la réduction du déficit de la balance commerciale.

L'agrumiculture du Maroc, c'est avant tout la qualité gustative inégalable, que la nature elle-même a fait comme cadeau au pays. Qui, que ce soit localement ou à l'étranger, ne connaît pas le goût de la Clémentine de Berkane et du Souss, de la Washington Sanguine du Gharb, de la Nadorcott du Haouz, pour ne citer que ces régions.

L'agrumiculture est une branche de la production agricole fortement enracinée comme culture au Maroc, aussi bien au sens culturel (l'Orange est le fruit le plus populaire du pays) qu'au sens cultural, puisque pour beaucoup de producteurs d'aujourd'hui, c'est un héritage qui se transmet de père en fils.

Depuis la disparition du monopole de l'OCE au milieu des années 80 et la création des Groupes d'Exportation d'abord dans le cadre de Atlas Fruit Board (AFB) scindé par la suite en Moroccan Fruit Board (MFB) et Fresh Fruit (FF), la filière a connu des bas et des hauts mais n'est pas prête à céder facilement sa place et encore moins à disparaître du paysage agricole marocain.

Encadrée par une sorte de résilience « naturelle » avant même d'être une résilience managériale ou financière, l'agrumiculture, à l'inverse d'autres cultures qui se sont comportées en étoile filante (la fleur coupée comme exemple), se dit être là pour y rester de façon durable. En témoigne l'épisode 2010-2020 où de nombreux groupes ont enregistré beaucoup de manque à gagner ou perdu de l'argent sans que cela ne les conduise jusqu' à rompre totalement avec l'activité. Et les bons prix tirés du marché, local en particulier, depuis 2-3 ans, ont leur donné finalement raison d'avoir choisi de patienter, le temps que la rentabilité soit de retour.

En cherchant à augmenter considérablement la production (qui devrait passer de 1,4 millions T avant 2008 à plus de 3 millions de T dix ans après) et à améliorer l'exportation (1 million de T au lieu de 500 à 600 mille T) et par conséquent le chiffre d'affaire tiré de la filière et les rentrées en devise, le Plan Maroc Vert a tenté d'apporter une grande valeur ajoutée à la filière. Malheureusement, les résultats de ce grand exercice, qui a beaucoup coûté à l'Etat et aux producteurs, à peine visibles, voilà que des contraintes majeures se sont interposées entre ce processus et le succès qu'on en attendait.

### **Le Changement climatique comme nouvel obstacle majeur**

Jusqu'à la campagne 2018/2019, campagne avec 2,7 millions de T et durant laquelle beaucoup de producteurs ont abandonné la récolte sur arbre ou l'ont jeté par terre à cause d'un excès d'Offre, c'était surtout la faible capacité du Maroc à exporter et/ou à trouver des marchés rémunérateurs, qui était indiquée du doigt comme élément responsable de l'insuccès de rentabilité constaté. Par contre, comme la culture est implantée partout en irrigué, on n'a jamais réellement évalué à sa juste valeur, le risque que les changements climatiques allaient peser sur la filière par la suite et en si peu de temps.



En moins de 7-8 ans (2018 étant la dernière campagne pluvieuse en date) tout a basculé à cause de la sécheresse et le manque d'eau pour l'irrigation. La superficie portée par le Plan Maroc Vert à environ 129 mille ha, a de nouveau chuté par suite des arrachages pour avoisiner les 90.000 Ha, et la production moyenne de plus de 2,5 millions de T/an à moins de 2 millions de T/an.

Phénomène climatique grave qu'aucun ne souhaite voir s'installer chez lui, la sécheresse des sept dernières années a laissé d'importantes séquelles dans la filière et marquera pour longtemps de mauvais souvenirs, les esprits de tous ceux acculés à l'arrachage, qui ont perdu leurs investissements.

Pour ceux plus chanceux et épargnés, qui ont encore un peu d'eau pour l'irrigation, il faut tout de même reconnaître qu'ils vont profiter de certains « avantages » de la sécheresse, dont celui qui n'est pas des moindres, du rétablissement des bons prix qu'on croyait perdus à jamais. En faisant Office de la célèbre main invisible d'Adam Smith via la réduction drastique de la production due aux arrachages pour manque d'eau d'irrigation dans plusieurs régions, les prix sont passés de 0,20-0,50 cts/kg en 2018/2019 à 2,5-4 Dh/kg en 2025 !! De même qu'en s'imposant comme contrainte dissuasive contre toute tentative de replantation en masse, non seulement la sécheresse a permis de rétablir les bons prix mais elle est susceptible d'en assurer implicitement la durabilité en limitant constamment le tonnage produit.

En tant que pays du bassin sud méditerranéen, le Maroc fait déjà partie d'un territoire globalement aride. Mais en raison des nouveaux changements climatiques, cette aridité risque d'encore s'aggraver, probablement même de façon irréversible, avec de moins en moins de pluie et d'eau pour l'irrigation, que ce soit dans les barrages ou dans les aquifères. Agrumes et d'autres filières agricoles sont donc dans la pénible obligation de s'adapter à la situation et faire dorénavant de ce stress, une donnée structurelle du management. La sécheresse et les changements climatiques interpellent donc la filière de A à Z.

Pour la Partie Production, il s'agira entre autres d'identifier les autres zones encore menacées par la progression de la sécheresse et le manque d'eau dans l'avenir, y compris dans la partie Nord du Maroc, considérée jusqu'ici comme étant bien arrosée (Gharb, Loukkos). D'anticiper quel impact probable attendu sur le volume produit ? sur la qualité du fruit ? sur le tonnage à l'export ? sur les prix ?

Pour la branche du conditionnement, cette activité est aussi directement dépendante du volume traité chaque année et de sa régularité. Pour être rentable une station doit en principe travailler d'octobre à fin avril dans la mesure du possible et traiter un volume minimum qui dépend de sa taille, sinon sa rentabilité est fortement compromise. Alors que la demande pour augmenter le nombre de stations de conditionnement était très forte il y a une décennie, aujourd'hui, le souci, né des changements climatiques, est plutôt de trouver une solution à celles déjà existantes. En particulier, celles comptant essentiellement sur les apporteurs externes. A un bon prix sur le marché local, tout le monde le sait, l'externe ne viendra pas conditionner à la station.

Les changements climatiques interpellent aussi la branche commerciale des agrumes que ce soit sur le marché local ou à l'étranger. Pour le marché local, il faut reprendre le sujet à la base concernant le dysfonctionnement de celui-ci, sa mise à niveau, le juste partage des marges non encore clarifié producteur/intermédiaire et intermédiaire/détaillant. Pour l'Export, si le volume venait à baisser encore plus dans l'avenir en deçà du minimum des 500-600 mille T/an, que le Maroc est habitué à exporter, soit pour insuffisance de production par manque d'eau et/ou à cause de la concurrence du marché local, quelle doit être la nouvelle attitude à l'égard des clients à l'étranger? Doit-on rester présent sur tous les marchés traditionnels, qui sont les nôtres, ou a-t- on intérêt à faire évoluer notre vision ?



Autour de la filière agrumicole, nombreuses sont les parties prenantes. L'Etat, représenté par le Ministère de l'Agriculture, la profession représentée par Maroc Citrus, les stations de conditionnement par l'ASCAM, les groupes privés par leurs Présidents ou Directeurs...C'est à ce premier Panel que le Congrès demandera la matinée du 13 Mai, d'éclairer l'Auditoire sur ce que sera la future feuille de route de la filière, compte tenu des défis liés aux nouveaux changements climatiques.

Conscient de l'intérêt d'un échange permanent avec les autres régions agrumicoles, le Congrès a invité quelques experts étrangers pour discuter ensemble du marché mondial des agrumes, des changements climatiques et de la manière dont ceux-ci sont abordés dans ces régions à climat comparable ou proche de celui du Maroc comme la Californie aux USA, le sud de l'Europe,...

Mais, nous n'avons pas perdu de vue aussi la prévention des menaces qui pèsent sur le verger marocain et pouvant venir d'ailleurs, tel que le Greening.

D'autre part, pour rester compétitif, le Maroc a aussi le devoir d'être à la page concernant les nouvelles technologies dans le monde. Diagnostic des problèmes et gestion technique à distance, estimation de la récolte par l'analyse de l'imagerie, utilisation du drone pour les traitements chimiques, digitalisation, ...Toute une panoplie de nouveautés sont aujourd'hui à l'essai ou déjà intégrés aux programmes de production chez certains groupes privés. Nous avons donc jugé enrichissant de les présenter aux participants afin que tout le monde soit en phase avec ces nouveautés. C'est avec cette synthèse que sera bouclé le programme de l'après-midi du 13 Mai.

Toutes choses égales, le levier premier pour assurer à l'agrumiculture sa durabilité, c'est d'abord l'innovation et le progrès en matière de génétique. Ce Congrès est une occasion de plus, pour informer les producteurs qui ne le sont pas encore suffisamment, des nouvelles variétés et des nouveaux porte-greffes, mis au point récemment par l'INRA-Maroc. La découverte par le passé de la variété Nadorcott en est un exemple illustrant.

L'agronomie a aussi son mot à dire et a le devoir d'innover et de doubler d'efforts pour aider le producteur à s'accommoder du nouveau contexte qui lui est imposé par les changements climatiques. Une multitude d'interrogations sont maintenant là et ont besoin d'une réelle réponse. Et des expérimentations innovantes sont devenues nécessaires pour pouvoir aller de l'avant. Notre discours étant souvent polarisé sur le manque d'eau pour l'irrigation, mais les changements climatiques, c'est aussi, quoi que plus lents, des changements de température, de l'amplitude thermique, de l'hygrométrie de l'air et de la vitesse du vent, mais aussi d'inondations et de grêle, avec des conséquences fort probables sur la dynamique de population des ravageurs, leur agressivité, le développement des maladies, le comportement de l'arbre et du fruit, ....

La nouvelle vision agronomique à 360°, c'est celle qui va au-delà des soucis, quoi que plus importants, concernant la gestion de l'irrigation, de la salinité ou de la fertigation. Elle doit aussi repenser les méthodes de lutte contre les ravageurs, s'adapter aux nouvelles exigences réglementaires concernant l'usage des pesticides, trouver rapidement des solutions à certaines molécules efficaces dont le retrait a créé un vide sur le terrain au point de déstabiliser parfois le producteur.

On est même tenté de dire, qu'il va peut-être falloir repenser ou du moins réajuster, toute l'agronomie des agrumes de demain, en reconsidérant une à une les techniques usuelles de production, notamment sous forme d'expérimentations appropriées In situ.





La recherche scientifique est un processus permanent qui a un début mais qui ne s'arrête pas. En dépit des 50 publications que compte le Congrès, celui-ci ne peut prétendre avoir fait le tour de l'ensemble des questions d'actualité sur les agrumes au Maroc. Mais il a l'avantage minimum de réunir pendant trois jours d'affilés l'ensemble des opérateurs avec les chercheurs impliqués dans la filière, qui ne se sont pas réunis dans un Congrès national sur les agrumes depuis plus de 20 ans.

Quel que soit l'effort inlassable de certains organismes pour développer la recherche sur les agrumes, ils ne parviendront jamais seuls à résoudre les problèmes de la filière. Aussi je profite de cette occasion inédite du Congrès pour lancer un appel aux différents participants afin de constituer un Groupe de travail pour la relance de la recherche sur les agrumes.

Nous espérons que ce Congrès sera très enrichissant et une occasion où chacun des participants trouvera, ne serait-ce qu'un début de réponse à ses questionnements. Et qu'ensemble, on parviendra à une première esquisse de la nouvelle feuille de route dont la filière aura besoin pour poursuivre son chemin en toute quiétude, en dépit de cet épisode difficile de son histoire.

Malgré le catalogue des contraintes évoquées ci-dessus, dois-je rappeler les qualités de l'agrumiculteur marocain qui font de lui un Homme de foi résilient, sans cesse optimiste et prêt à faire face aux obstacles, et avec une immense volonté de continuer à servir la filière et le pays.

Je vous souhaite un grand succès dans vos travaux et un bon séjour dans la ville Impériale de Marrakech.

**Comité d'organisation**



1ère édition



**CONGRÈS NATIONAL  
DES AGRUMES**

**PRESENTATIONS  
ORALES**



**PRESENTATIONS DE LA PREMIERE JOURNEE****Mise à jour des données du patrimoine agrumicole national**

Bennani Smires K.

Maroc Citrus

Auteur correspondant : maroccitrus2014@gmail.com

**Abstract**

La Fédération Interprofessionnelle Marocaine des Agrumes (Maroc Citrus) a réalisé en 2021, avec la collaboration de la Direction de la Stratégie et des Statistiques relevant du ministère de l'Agriculture et des Directions Régionales d'Agriculture, une opération de recensement exhaustif des plantations d'agrumes au niveau de l'ensemble des régions concernées du pays. Cette opération, qui a duré une année et demie a permis aux professionnels de disposer pour chaque région de données fiables sur les superficies plantées en agrumes, les variétés et porte greffes, l'âge et la densité de plantation des arbres, le système d'irrigation et d'autres paramètres non moins importants. Toutefois les conditions de sécheresse, ayant sévi au cours des trois dernières campagnes, ont beaucoup affecté les possibilités d'irrigation des agrumes suite au recul des réserves en eau des barrages et du rabattement inquiétant des nappes phréatiques sans oublier les problèmes de salinité au niveau de certaines zones. Cette situation a contraint bon nombre de producteurs à arracher ou à abandonner leurs vergers par manque d'eau, ce qui s'est traduit par une baisse importante de la superficie agrumicole dans la plupart des régions de production ayant atteint pour certaines d'entre elles près de 30% telles que le Tadla et l'Oriental. Aussi et en vue d'identifier les superficies d'agrumes ayant fait l'objet d'arrachage ou d'abandon suite aux conditions de sécheresse, Maroc Citrus a lancé une opération visant la mise à jour des données collectées lors du recensement de 2021. Les données issues de cette opération de mise à jour serviront, bien entendu, de base pour l'établissement de toute stratégie future visant le développement de la filière et également pour la mise en place d'une méthode scientifique d'estimation de la production qui permettrait, chaque année, de mettre à la disposition des professionnels de la filière des données fiables sur la situation de la production agrumicole en tonnage et en calibres, ce qui va leur permettre de mieux gérer la commercialisation tant à l'exportation qu'au niveau du marché local.

**Mots clés :** région, plantations, superficie, verger, recensement, variété, âge, densité, irrigation.



**Marché mondial des agrumes : agilité et compétitivité comme maîtres-mots**

Imbert E.

CIRAD

Auteur correspondant : [eric.imbert@cirad.fr](mailto:eric.imbert@cirad.fr)**Abstract**

La production mondiale d'agrumes, évaluée à 145 millions de tonnes en 2024, est destinée principalement à l'auto-consommation et à la transformation. Environ 15 millions de tonnes sont exportées sous forme de fruits frais, soit seulement 10% de la production totale. Le marché mondial des agrumes est néanmoins le deuxième de la planète en termes de volumes, juste après celui de la banane. Il est structuré en deux grands pôles : l'hémisphère Nord, qui produit et exporte pendant la saison hivernale (septembre-mai), et l'hémisphère Sud, qui produit et exporte pendant la saison estivale (avril-octobre). Sa croissance, au ralenti sur les dix dernières années, a été portée principalement par le citron et les petits agrumes. Ce ralentissement s'accroît depuis 2020 pour diverses raisons. D'une part, le changement climatique affecte la production. Les épisodes de sécheresse et les coups de chaleur se multiplient, particulièrement en Méditerranée. La hausse des températures favorise également la prolifération de parasites et de maladies. D'autre part, les incertitudes politiques croissantes (conflits, réarmement douanier) viennent redessiner les flux à l'échelle mondiale, avec évidemment un impact sur les prix et les marges des opérateurs du marché. Enfin, la concurrence de pays exportateurs ultra-compétitifs sur le plan économique monte en puissance. L'offre de ces fournisseurs intéresse une clientèle croissante de consommateurs, dans un contexte économique de pouvoir d'achat à la baisse sur un grand nombre des grands marchés mondiaux. Face à ces défis, les axes stratégiques sur lesquels doit reposer la citriculture de demain sont plus que jamais la compétitivité mais aussi l'agilité, afin de pouvoir s'adapter aux changements d'un monde de plus en plus incertain, tant au niveau climatique que politique.



## **The main challenges to protect the citrus industry from Huanglongbing (HLB) in the Mediterranean region: urgent actions and helpful technologies**

D'Onghia A.M.

CIHEAM Bari – Italy

Auteur correspondant : donghia@iamb.it

### **Abstract**

Huanglongbing or citrus greening, is the most destructive citrus disease globally. It causes leaf yellowing, blotchy mottling, lopsided fruits with color inversion, and eventually tree death—leading to substantial economic losses. The disease is caused by *Candidatus Liberibacter* species (*asiaticus*, *africanus*, and *americanus*), phloem-limited gram-negative bacteria. *C. L. asiaticus* is the most widespread and is transmitted by the Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri*), while *C. L. africanus* is vectored by the African citrus psyllid (*Trioza erytreae*). Both the bacteria and their vectors are listed as quarantine pests by EPPO. No curative treatment exists, and current management relies on infected tree removal and vector suppression. Initially confined to Asia and Africa, HLB was first reported in the Americas in Brazil (2004) and Florida (2005). Today, only a few major citrus-producing areas—such as New Zealand, Australia, and the Mediterranean—remain HLB-free. The disease spreads long distances via infected propagative material and locally through psyllid vectors. Field identification remains difficult due to symptom overlap with nutrient deficiencies and other citrus disorders. Effective management requires an integrated approach, e.g.: - Cultural practices, such as intercropping citrus with guava (*Psidium guajava*), which repels *D. citri*; - Chemical control, including the frequent use of neem-based products and organic insecticides to suppress vector populations; - Nutrient management, with foliar applications to mitigate symptom expression; - Biological control, through the release of parasitoids (*Tamarixia radiata*, *Diaphorencyrtus aligarhensis*) and beneficial soil microbes to protect the root system. Accurate and early detection is still crucial. Molecular tools like real-time LAMP and RPA-LFA have enhanced detection in both plants and vectors. Smart traps help monitor infected psyllids even in asymptomatic areas, supporting timely intervention through predictive modelling. Surveillance is further strengthened by digital tools. Apps like Ap3est support precise field data collection, while HLBappCitizen promotes citizen reporting. Remote sensing technologies, including GeoEye-1 imagery, contactless sensors, and handheld multispectral imaging integrated with AdaBoost algorithms, support predictive mapping. While commercial hyperspectral data offer precision, their high cost limits accessibility. In contrast, open-access datasets like LANDSAT and Copernicus offer broader availability. To overcome these limitations, a new ‘spectranomic approach’, combining spectroscopy and metabolite profiling, enables early and specific detection of pests using lightweight, drone-deployable sensors. However, an integrated system leveraging AI, remote sensing, biological and community-based tools is essential to improve early detection and control of HLB.

## **Nutrition and Irrigation Management for Citrus in California, USA**

Ferguson L.

Department of Plant Sciences, University of California Davis

Auteur correspondant : lferguson@ucdavis.edu

### **Abstract**

Currently the major fertilization management problem in California citrus production is nitrogen management. Chronic nitrogen over-fertilization due to not including soil and irrigation water nitrogen content in fertilization programs is resulting in multiple problems. The first is overly vigorous trees susceptible to citrus mealybug, *Planococcus citri*; Aphids, Black citrus aphid: *Toxoptera aurantia*, Cotton/melon aphid: *Aphis gossypii*, Spirea aphid: *Aphis spiraecola*; and scale insects, Black Scale, *Saissetia oleae*, Brown Soft Scale, *Coccus hesperidum*, Citricola Scale, *Coccus pseudomagnoliarum*, Cottony Cushion Scale *Icerya purchasi* infestations and recently, *Botryosphaeria*, *Botryosphaeria dieback* or *Botryosphaeria gummosis*, formerly known as *Dothiorella gummosis* on citrus, infections. The second is poor quality fruit with thicker, coarser peels, delayed coloring, increased re-greening and staining in navel oranges. The third, and largest problem is groundwater contamination. Traditional citrus nutrient budgets are based on critical value analyses done with leaf sampling. However, leaf sampling as now done is not sensitive to over-fertilization and is done too late to be used as a management tool. What is needed is real time sampling. Recent investigations of portable X-Ray Fluorescence spectrometry, PXRF by diagnosing nutrient crop use at different crop growth stages in real time is a potential tool for designing more effective N budgets. This new technology can diagnose leaf levels of all the nutrients in 30 seconds, based on regression models with traditionally determined leaf nutrient levels. Ground water contamination is being addressed by the California Sustainable Groundwater Management Act: SGMA. Many California citrus groves are grown in critically over drafted groundwater basins. Groundwater pumping in these basins will be reduced to sustainable levels to meet SGMA's requirements. The impacts of this will likely be adjustments in crop acreages in response to decreased groundwater availability. However, thus far no projections of the likely impacts on total acreage exist. On the other hand, increasing soil salinity is a growing problem in the inland seabed that lacks subsurface drainage to the sea, in California's Central Valley. As surface water irrigation supplies from snowmelt decline and growers must increasingly rely upon groundwater supplies, the water ECe are exceeding the 1.4-3.0 dS/m tolerance range demonstrated among citrus rootstocks. There has been little research on salinity in citrus; the most recent unpublished salinity research results suggest that some saline tolerant citrus rootstocks, Cleopatra mandarin and an unnamed experimental rootstock, utilize the same mechanisms our research group has demonstrated in *Pistacia* spp. rootstocks: exclusion of sodium by suberization at the root cortex and sequestration in the root vacuoles and sodium retrieval from the rootstock xylem stream and storage in the xylem parenchyma; both mechanisms preventing accumulation in the scion leaf. Finally, recent boron "toxicity" results in pistachio suggesting leaf boron levels correlate poorly with soil levels, leaf damage and decreased yield suggest an approach to examining boron "toxicity" in citrus. N management, and soil and water salinity, are posing the largest fertilization and irrigation problems for California citrus. This calls for new mitigation and management research and strategies in California citrus to address these problems. The results of which could be of great value to other citrus producing areas in the world, mainly the mediterranean.

**Mots-clés :** Nutrition, Irrigation, Nitrogen, Citrus, California.

## **Nouvelles technologies au service d'une agrumiculture durable et performante**

Marzak M.1, Nafide M.2\*

1Business Unit Arboriculture -Les Domaines Agricoles- 2DELASSUS GROUP

\*Auteur correspondant : [nafide1@delassus.com](mailto:nafide1@delassus.com)

### **Abstract**

L'agrumiculture marocaine fait face à une convergence de défis majeurs : variabilité climatique croissante, raréfaction des ressources en eau, intensification de la pression phytosanitaire, exigences accrues des marchés internationaux, et nécessité d'une rentabilité technique soutenue. Dans ce contexte, de nombreux acteurs du secteur s'orientent vers des solutions technologiques avancées, dans une logique de transition vers un modèle de production plus résilient, efficient et durable.

Parmi les technologies mises en œuvre figurent :

- Les capteurs agro-climatiques et stations météo connectées, permettant un pilotage en temps réel et en finesse de l'irrigation et de la fertilisation ;
- L'imagerie satellite couplée à des outils de modélisation agronomique, pour anticiper les stress hydriques ou physiopathologiques ;
- L'utilisation de drones pour des traitements phytosanitaires ciblés, notamment contre la mouche méditerranéenne des fruits ;
- La digitalisation des opérations agricoles, via des ERP et applications mobiles, renforçant la traçabilité, l'optimisation des ressources humaines et la réactivité opérationnelle.

Inscrites dans une démarche structurée, ces technologies contribuent à l'amélioration de la productivité, de la qualité des fruits et de la performance environnementale des exploitations.

Elles posent les bases d'une agrumiculture de précision, résolument tournée vers les enjeux climatiques, économiques et sociaux du XXIe siècle.

À l'heure où les innovations technologiques progressent à une vitesse fulgurante, il est crucial que l'ensemble des producteurs, grands comme petits, s'approprient ces outils, en partagent les bénéfices et participent activement à leur amélioration. Il ne s'agit plus d'attendre passivement que des startups conçoivent les solutions de demain, mais de faire émerger, à partir du terrain, une dynamique collective d'expérimentation, d'adaptation et de co-développement. C'est à ce prix que l'agrumiculture marocaine consolidera sa compétitivité et sa durabilité.

**Mots-clés :** agrumiculture, agriculture de précision, technologies agricoles, digitalisation, irrigation intelligente, durabilité, innovation collaborative.





## **Hope for Citrus: Lessons from Texas in the Fight against HLB and a Roadmap for Morocco**

**Sétamou M.**

**Texas A&M University Kingsville Citrus Center**

**Auteur correspondant : [mamoudou.Setamou@tamuk.edu](mailto:mamoudou.Setamou@tamuk.edu)**

### **Abstract**

Citrus greening, or huanglongbing (HLB), caused by the phloem-limited bacterium *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLAs) and transmitted by the Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri*), poses a severe threat to citrus production in Texas. Since its initial detection in 2012, Texas has adopted a multi-tiered integrated pest management (IPM) strategy to suppress psyllid populations, limit CLAs spread, and maintain the viability of commercial groves. Area-wide insecticide applications targeting psyllid populations during the dormant season and at the onset of major flush cycles, release of the nymphal parasitoid *Tamarixia radiata* and polyphagous predators, coordinated tree removal during the initial phase of the epidemics, and production of nursery trees under certified greenhouses have significantly delayed disease spread. Vector populations and the proportion of infective psyllids have dramatically declined over the years, while grove floor management strategies to promote tree health have significantly contributed to maintaining and improving grove productivity. Despite a 25% decline in citrus acreage over the past 20 years mainly due to urbanization, citrus production has only declined by a mere 6% during the same period. Recent efforts also incorporate trials of tolerant citrus varieties and the establishment of new groves on raised beds with ground cover to promote root mass development and tree resilience. The success of HLB mitigation in Texas depends heavily on grower participation, regulatory support, and data-driven decision-making through regional monitoring networks. While challenges persist due to psyllid reinfestation and asymptomatic CLAs infections in groves, the Texas model offers valuable lessons for other citrus-growing regions, including Morocco, where early-stage management planning could benefit from this integrated, regionally coordinated approach.



**SESSION 1 : AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DES AGRUMES****Nouvelles variétés créées par l'INRA pour une amélioration de la productivité et de la qualité du verger national**

Benyahia H.\* , Handaji N., Chetto O., Talha A., Omari F.E., Beniken L.  
et Benaouda H.

Unité De Recherche Sur l'Amélioration Génétique Des Plantes Et Conservation  
Des Ressources Phytogénétiques (INRA), BP 257, Kenitra, Maroc

\*Auteur correspondant : hamid.benyahia@inra.ma

**Abstract**

L'INRA Maroc, à travers le Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra, a pu, grâce à un programme de croisement dirigé, sélectionner plusieurs variétés prometteuses de mandariniers en termes de production et de qualité des fruits. Il s'agit notamment de deux variétés diploïdes : Mandarine Al Mahdia et Mandarine Al Gharbaouia, qui se distinguent par des fruits de bonne qualité organoleptique, une teneur équilibrée en acidité/sucre et en jus, une bonne tenue sur l'arbre et une période de maturité s'étendant de fin octobre à fin janvier. En outre, ces deux variétés sont auto-incompatibles. Elles donnent une très bonne production lorsqu'elles sont greffées sur des porte-greffes tels que *Citrus macrophylla* et *Citrus volkameriana*, particulièrement dans les régions du Gharb, du Haouz et de l'Oriental. De plus, les fruits se conservent jusqu'à deux mois en station de conditionnement. Ces variétés ne présentent pas d'alternance biologique et montrent une bonne résistance en conditions de fortes précipitations. Par ailleurs, grâce au sauvetage in vitro d'embryons immatures, deux nouvelles variétés de mandarines aspermes ont été sélectionnées : Mandarine Aya et Mandarine Hana. Ces deux variétés peuvent être cultivées sans isolement et produisent des fruits sans pépins. Enfin, une nouvelle variété d'oranger, nommée Orange Chamssia, a été également sélectionnée. Cette variété se caractérise par une précocité de maturité, une teneur en jus avoisinant 60 %, une coloration attrayante des fruits et une excellente productivité.

**Mots-clés :** Agrumes, Maroc, mandarinier, oranger, croisement dirigé, sauvetage in vitro, aspermes.





## **Création de nouveaux porte-greffes d'agrumes présentant une tolérance potentielle aux stress biotiques et abiotiques par l'utilisation de croisements dirigés et des marqueurs moléculaires**

**Benyahia H.\*, Chetto O., Talha A., Beniken L., Omari F.E. et Benaouda H.  
Unité De Recherche Sur l'Amélioration Génétique Des Plantes Et Conservation  
Des Ressources Phytogénétiques (INRA), BP 257, Kenitra, Maroc**

**\* Auteur correspondant : hamid.benyahia@inra.ma**

### **Abstract**

La durabilité de l'agrumiculture méditerranéenne dépend en grande partie de l'utilisation de porte-greffes capables de s'adapter aux contraintes biotiques et abiotiques tout en assurant une bonne compatibilité de greffage avec les cultivars commerciaux. En l'absence de porte-greffes répondant à tous ces critères, la gestion de la diversité génétique disponible et la sélection des caractères souhaitables sont essentielles. Dans le cadre de ce travail, un programme de pollinisation contrôlée a été mené en impliquant quatre génotypes de porte-greffes différents issus de la collection de matériel génétique de l'INRA Maroc. Ces génotypes incluent : le citrumelo cv. « Winter Haven » (*Citrus paradisi* Macf. × *Poncirus trifoliata* L. Raf.), la mandarine Sunki (*Citrus sunki*), la mandarine Cléopâtre (*Citrus reshni*), et le pomelo (*Citrus grandis*). Ce programme de sélection a abouti au développement d'une population de 199 plants, parmi lesquels 31 individus présentaient des traits morphologiques caractéristiques du parent mâle. La caractérisation moléculaire de ces 31 génotypes, réalisée à l'aide de cytométrie en flux et de marqueurs microsatellites, a permis de déterminer leur niveau de ploïdie et de confirmer leur origine parentale zygotique. Par ailleurs, la caractérisation phénotypique des hybrides potentiels, effectuée à travers des tests de dépistage précoce, a révélé des réponses différenciées à la salinité et à l'inoculation par *Phytophthora*. Deux hybrides, H56 et H92, ont particulièrement retenu l'attention en raison de leur combinaison intéressante de caractères : tolérance au sel (exclusion des chlorures, croissance relative élevée, conductance stomatique élevée) et résistance à *Phytophthora*. Ces hybrides apparaissent comme des candidats prometteurs pour une utilisation dans les régions touchées par la salinité et les infections de *Phytophthora*, en remplacement du porte-greffe bigaradier qui sensible au CTV.

**Mots-clés :** Citrumelo, pollinisation contrôlée, marqueur SSR, salinité, *Phytophthora*.





## **Étude du potentiel de l'hybridation somatique pour améliorer la résistance de porte greffe d'agrumes à phytophthora citrophthora**

Chetto O.1\*, Barantin P. 2,3, Ollitrault P.2,3, Dambier D.2,3 et Benyahia H.1

1 Institut National de Recherche Agronomique, CRRA Kénitra, BP 257,  
Kénitra, Maroc

2 CIRAD, Institute UMR AGAP, F-34398 Montpellier, France

3 UMR AGAP, Univ. Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, F-34398  
Montpellier, France

\*Auteur correspondant : [ouiam.chetto@inra.ma](mailto:ouiam.chetto@inra.ma)

### **Abstract**

Phytophthora gummosis, causée par des espèces de Phytophthorasp, représente une menace sérieuse pour la production d'agrumes dans de nombreuses régions du monde, y compris au Maroc. Parmi les stratégies de lutte, l'utilisation de porte-greffes résistants est reconnue comme l'approche la plus efficace. L'hybridation somatique émerge comme un outil novateur pour générer de nouveaux génotypes adaptés aux programmes de sélection variétale des agrumes. Dans cette étude, la diversité génétique et la résistance à Phytophthora citrophthora ont été évaluées chez des hybrides somatiques d'agrumes issus de huit combinaisons parentales : mandarine Chios + lime Rangpur, mandarine Chios + citrange Carrizo, mandarine Chios + Citrumelo 4475, mandarine Chios + Citrandarin, mandarine Chios + Citrange C35, mandarine Chios + C. volkameriana, Valencia + C. macrophylla et mandarine Kinnow + C. macrophylla. L'analyse moléculaire par marqueurs microsatellites (SSR) a confirmé la formation d'hybrides et de cybrides. La cytométrie en flux a révélé une majorité d'individus diploïdes, ainsi que quelques tétraploïdes. Par ailleurs, l'analyse du génome cytoplasmique a mis en évidence une transmission aléatoire de l'ADN chloroplastique et une transmission parentale embryonnaire de l'ADN mitochondrial. Pour évaluer la résistance à P. citrophthora, un test d'inoculation foliaire a été réalisé. Des disques d'agar contenant du mycélium fongique actif ont été appliqués sur des feuilles préalablement blessées à l'aide d'une aiguille stérile. Le pourcentage de tissu nécrosé a été mesuré pour chaque plante hybride et comparé à celui des lignées parentales. Parmi les hybrides évalués, la majorité a montré une sensibilité à l'isolat utilisé. Toutefois, 7 génotypes ont présenté une résistance supérieure à celle de leurs parents : 960a (mandarine Chios + citrange Carrizo), 985 et 983 (mandarine Kinnow + C. macrophylla), H et 5 (mandarine Chios + lime Rangpur), 970 (mandarine Chios + Citrumelo 4475), et 979 (Valencia + C. macrophylla). Ces résultats illustrent le potentiel de l'hybridation somatique pour la création de nouvelles sources de résistance à la gommose de Phytophthora chez les agrumes. Les génotypes résistants identifiés constituent des ressources génétiques prometteuses pour les programmes d'amélioration variétale, visant à renforcer la résilience des systèmes de production d'agrumes.

**Mots-clés :** Agrumes, Hybridation somatique, porte-greffe, Marqueurs SSR, Cybride, Phytophthora citrophthora.





## **SESSION 2 : GESTION DE L'EAU ET IRRIGATION**

### **Optimisation de l'eau d'irrigation dans les vergers d'agrumes par l'utilisation du paillage et des capteurs intelligents**

Beniken L.1\*, Omari F. E.1, Benyahia H.1, Smaili S.1, Mrabet R.2 et Benaouda H.1

1 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Maroc

2 Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Maroc

\*Auteur correspondant : lhou.beniken@inra.ma

#### **Abstract**

La rareté de l'eau représente un défi majeur dans les régions semi-arides, nécessitant l'adoption des pratiques agricoles durables pour optimiser l'utilisation de cette ressource précieuse. Cette étude\* examine l'efficacité de l'utilisation combinée des réseaux de capteurs intelligents et du paillage dans la conservation de l'eau et l'optimisation de l'humidité du sol pour quatre variétés d'agrumes : la mandarine El Mahdia, la mandarine El Gharbaouia, l'orange Chemssia et l'orange Valencia. L'humidité du sol a été surveillée grâce à un réseau des capteurs connectés via LoRa WAN, mesurant à des profondeurs de 20 cm, 40 cm et 60 cm, correspondant à la zone racinaire active. Les arbres ont été soumis à deux traitements : avec et sans paillage, et les données ont été collectées à une fréquence horaire sur toute la période d'étude. Les résultats montrent que le paillage réduit significativement les pertes d'eau et améliore la rétention de l'humidité du sol, avec une différence pouvant atteindre 30 % dans les conditions paillées. L'économie d'eau calculée pour une profondeur de 60 cm varie de 20 m<sup>3</sup>/ha pour la mandarine El Gharbaouia, 180 m<sup>3</sup>/ha pour la mandarine El Mahdia, 40m<sup>3</sup>/ha pour l'orange Chamssia et 140 m<sup>3</sup>/ha pour l'orange Valencia. Les variétés El Mahdia et Valencia ont montré les bénéfices les plus significatifs du paillage, tandis que les différences entre parcelles paillées et non paillées étaient moindres pour les variétés El Gharbaouia et Chemssia. Ces résultats soulignent l'importance du paillage pour diverses variétés d'agrumes. L'intégration des réseaux de capteurs intelligents a permis une surveillance en temps réel et une gestion précise de l'irrigation, améliorant ainsi l'efficacité globale de l'utilisation de l'eau. Ces conclusions mettent en évidence le rôle essentiel des technologies intelligentes et de la technique de paillage en tant que stratégies complémentaires pour atténuer la rareté de l'eau dans les vergers d'agrumes marocains. En promouvant une gestion durable de l'eau, ces pratiques garantissent la stabilité des rendements, une amélioration de la qualité des fruits et une résilience accrue face aux stress climatiques et elles constituent ainsi une solution innovante pour l'agrumiculteur dans les régions semi-arides comme le cas du Maroc.

**Mots-clés :** Agrumes, rareté de l'eau, réseaux de capteurs intelligents, paillage, rétention de l'humidité du sol, agriculture durable.

\* Etude soutenue par le projet PRIMA Surnexus.





## **Effet combiné de l'irrigation déficitaire et du paillage sur la production des agrumes dans la région du Souss**

Touati S.1,2\*, El Krouchni T.1, Abouabdillah A.2, Mohammadine K.1, Kamiri M.1,  
Hjaouj S.1, Bouabid R.3, Najih H.1, Marzak M.1 et Amraoui M.A. 1

1 Domaines Agricoles

2 Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès

3 Département des Sciences du Sol, École Nationale d'Agriculture de Meknès

\*Auteur correspondant : [stouati@domaines.co.ma](mailto:stouati@domaines.co.ma)

### **Abstract**

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de l'irrigation déficitaire et deux types de paillage, organique et synthétique, sur les paramètres agronomiques et de production des agrumes. Un essai a été mené sur la variété de clémentine Nules plantée en 2015/2016 au sein du domaine Stah Al Madina situé dans la région de Taroudant (Souss). L'essai consiste en trois régimes hydriques 100%, 85% et 70% des besoins en ETc calculés et appliqué en goutte-à-goutte superficiel (GAG-S) et goutte-à-goutte enterré (GAG-E), combinés avec paillage organique en utilisant le broyat de bois de taille (BBT) et paillage avec plastique tissé (Cover-Sol), soit un total de 12 traitements : GAG-S 100%, GAG-S 85% et GAG-S 70%, GAG-E 100%, GAG-E 85% et GAG-E 70%, BBT 100%, BBT 85% et BBT 70%, Cover-Sol 100%, Cover-Sol 85% et Cover-Sol 70%. Pour les paramètres de croissance, les résultats ont montré que les plus gros diamètres de fruits ont été obtenus avec les traitements BBT 100% (63,7 mm) et BBT 85% (62,1 mm), suivis du GAG-E 100% (61,6 mm) et Cover-Sol 85% (61,4 mm). À l'opposé, les diamètres les plus faibles ont été enregistrés sous les traitements GAG-S 70% (58,8 mm), GAG-E 70% (58,9 mm) et GAG-E 85% (58,4 mm). Alors que pour la chute physiologique des fruits, les traitements qui ont chutés le plus des fruits sont le BBT 70% (8755 fruits) et le Cover-Sol 70% (8616 fruits), suivis de GAG-E 70% (7837 fruits). En revanche, les plus faibles taux de chute sont observés avec Cover sol 85% (6408 fruits), GAG-S 100% (6583 fruits) et BBT 100 % (6617 fruits). On observe que le BBT 100% offre un bon compromis entre gros calibre (63,7 mm) et faible chute (6617 fruits). Pour les paramètres de qualité du fruit, il n'y avait pas de différences significatives, pourtant les taux les plus élevés ont été reliés à la dose d'irrigation 70% (57.9%) pour le taux de jus (10.5) pour le taux de sucre et (0.9) pour le taux d'acide. Les résultats de la production ont montré des écarts significatifs selon les modalités d'irrigation et les traitements utilisés. Le rendement le plus élevé a été enregistré avec le BBT 100%, atteignant 203 kg/arbre, suivi par le Cover-Sol 100%, avec 175 kg/arbre, puis par le GAG-E 100 % et BBT 85 %, qui donnent tous les deux un rendement de 168 kg/arbre. Les traitements GAG-S 100% et le Cover-Sol 85%, avec un rendement égal de 133 kg/arbre. Le BBT 70% a donné une production de 119 kg/arbre, tandis que le GAG-E 85 % et le Cover-Sol 70% atteignent 105 kg/arbre. Enfin, les rendements les plus faibles ont été observés avec le GAG-S 70% (70 kg/arbre), ainsi que le GAG-S 85% et le GAG-E 70%, qui donnent tous les deux 66,5 kg/arbre. L'étude financière a montré que l'irrigation avec BBT 100% a permis d'augmenter le chiffre d'affaires de 31.8%, l'irrigation avec Cover-Sol 100% a permis une augmentation de 13.6%, alors que l'utilisation du paillage BBT 85% a permis d'augmenter le chiffre d'affaires de 9% par rapport au traitement témoin GAG-S 100%.

**Mots-clés :** Agrumes, Nules, déficit hydrique, irrigation déficitaire, paillage organique, paillage synthétique.





## **Analyse des performances de l'irrigation enterrée sur les agrumes sous les contextes édaphiques et climatiques du Tadla**

Elmajetni I.1\*, Wahid N.1, Toufiqi N.1 et Bouazzama B.2

1 Faculté des Sciences et Technique, Université Sultan MySliman, Beni Mellal

2 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Tadla - Beni Mellal

\*Auteur correspondant : [bassou.bouazzama@inra.ma](mailto:bassou.bouazzama@inra.ma)

### **Abstract**

La pénurie de l'eau associée aux sécheresses intenses dues au changement climatique impose le recours à des techniques d'irrigation innovantes et plus performantes. Si l'irrigation localisée conventionnelle est actuellement préconisée au Maroc pour l'économie de l'eau, son utilisation dans les régions arides et semi-arides occasionne encore des pertes en eau non négligeable par évaporation directe. Une alternative à ce système serait l'utilisation de l'irrigation souterraine. Le présent travail a été mené durant deux campagnes agricoles sous les conditions de Tadla dans l'objectif de comparer les performances hydrauliques et agronomiques de deux méthodes d'irrigation enterrée par Moistube et SLECI et l'irrigation localisée conventionnelle. L'expérimentation a été installée sur un verger d'agrumes de la variété 'Maroc late' moyennant un suivi de l'évolution de l'humidité du sol, les paramètres de croissance, le développement racinaire des arbres en plus des observations sur le rendement et la qualité des fruits. Les résultats obtenus à la parcelle ont montré un effet significatif des techniques comparées sur les paramètres de croissance et les rendements en fruits. Les meilleures valeurs des paramètres mesurés ont été observées en faveur de l'irrigation par Moistube suivi de la micro-irrigation conventionnelle. Sous le système SLECI, le nombre d'éléments (quatre par arbre) reste de loin insuffisant pour satisfaire les besoins en eau de la variété étudiée ce qui a conduit à un flétrissement total des arbres. Les rendements moyens obtenus sous Moistube et la micro-irrigation conventionnelle sont de 33,4 et 36,2 T/ha respectivement. En comparaison aux besoins en eau de la variété étudiée, l'irrigation par Moistube permet de réaliser une économie d'eau moyenne de 20%. L'efficacité moyenne agronomique est de 3,2 et 3,9 kg/m<sup>3</sup> sous la micro-irrigation et le Moistube respectivement. Le système SLECI est très sensible à l'intrusion racinaire tandis que la gaine Moistube est plutôt sujette au colmatage biologique et microbiologique. Finalement, l'irrigation enterrée par Moistube eu égard à son économie de l'eau et l'efficacité de son utilisation peut être une alternative au goutte à goutte superficielle pour pérenniser l'irrigation des agrumes sous les conditions semi-arides de Tadla. La qualité de l'eau d'irrigation et l'entretien régulier des équipements restent des facteurs déterminants.

**Mots-clés :** Agrumes, irrigation souterraine, Moistube, efficace d'utilisation de l'eau, goutte à goutte conventionnelle.





## **Évaluation in-Situ de la durée de vie des installations du goutte-à-goutte au Maroc**

**Amlal F.1\*, El Kourdi R.1, Ait Houssa A.1, Drissi S.2, Deraoui J.3 et Lebiyed B.4**

**1 Centre de Formation et de Recherches, Providence Verte**

**2 Département d'agronomie et amélioration des plantes,**

**École Nationale d'Agriculture de Meknès**

**3 Domaine la Maison du Lac, Salé, Providence Verte**

**4 Domaine Kedima, Taroudant, Providence Verte**

**\*Auteur correspondant : f.amlal@providenceverte.com**

### **Abstract**

La durée de vie des installations de goutte à goutte au Maroc a été évaluée dans 53 vergers, dans différentes régions d'agrumes au Maroc (Gharb, Loukkos, Marrakech, Souss, Rabat-Salé). La synthèse de la base de données constituée montre que la durabilité des installations est fonction de la qualité du matériel lui-même, de sa gestion, des conditions de fonctionnement et du composant considéré (Pompes, Filtres, Conduites, Rampes, Goutteurs, automatismes, etc.). En se servant de l'homogénéité de l'irrigation comme indice synthétique de l'efficacité du système, les résultats ont révélé qu'il y a une corrélation significative entre le coefficient d'uniformité (CU) selon Keller et Karmelli et l'âge de l'installation du réseau (en années An) selon l'équation  $CU (\%) = -0,0024 An + 0,95$  ( $R^2 = 0,54^*$ ). Cette relation sous-entend que 54% de chute de CU des réseaux d'irrigation est expliquée par l'âge du système et le reste par d'autres facteurs, en l'occurrence la qualité de l'entretien. Elle montre aussi un certain niveau de performance des réseaux enquêtés puisque même après 10-15 ans d'utilisation, le modèle prévoit que l'uniformité serait encore au-dessus de 90 %. Un résultat lié fort probablement au fait que l'enquête a surtout porté sur les Domaines modernes structurés et conscients des conditions que requiert la longévité d'un réseau. Concernant l'état général du matériel, on constate une grande variabilité, depuis des installations de plus de 20 ans encore dans un excellent état, à des installations encore récentes mais déjà détériorées, quoi qu'en nombre très faible. D'une manière générale, les données recueillies montrent que le composant le plus fragile c'est les rampes des goutteurs avec une durée de vie moyenne de l'ordre de 10-12 ans, suivi par les pompes, les systèmes de filtration qu'ils soient à sable ou à disques, et le matériel d'injection, avec une durée de vie moyenne un peu plus longue, de l'ordre 15-16 ans. Au-delà de toute considération liée à l'octroi ou non de subvention, on considère qu'une installation de goutte à goutte réalisée dans les règles de l'art, doit fonctionner normalement au moins pendant 10 ans. Les défaillances constatées avant cette échéance sont attribuées essentiellement au manque d'entretien du matériel. C'est sur ce maillon que l'effort doit porter pour assurer la durabilité des systèmes d'irrigation localisée. La décantation en cas d'eau de surface trop chargée en suspensions, la couverture des bassins contre les charges algales, leur nettoyage régulièrement, l'instauration d'une stratégie de suivi contre le bouchage (purge, injection d'acide, d'eau oxygénée), la vérification de l'état des pompes, des filtres, des automatismes, etc. sont des actions simples mais déterminantes pour assurer la longévité des réseaux d'irrigation goutte-à-goutte.

**Mots-clés :** Goutte à goutte, agrumes, pompes, filtres, goutteurs.

**Comportement d'un verger de NadorCott en conditions d'irrigation  
déficitaire avec de l'eau salée**

Aït Houssa A.1\*, Ouchebri S.2, Ez-Zyany M.2, Chabraoui M.2, Drissi S.3, Darrhal N.1,  
Amlal F.1, Oubaki H1., Bouamane B.4 et Bouabid R.5

1 Centre de Formation et de Recherches, Providence Verte

2 Domaine Beauséjour/Kensara, Providence Verte

3 Département d'Agronomie et d'Amélioration des plantes,  
École Nationale d'Agriculture de Meknès

4 Olea Capital, Rabat

5 Département des Sciences du Sol, École Nationale d'Agriculture de Meknès

\*Auteur correspondant : a.aithoussa@gmail.com

**Abstract**

Faute d'eau douce dans la vallée du Beht à la suite de la sécheresse de 2022, un jeune verger de 6 ans sur 208 ha de NadorCott, a été irrigué pendant une année entière avec le peu d'eau salée disponible. Cette eau s'est caractérisée par une conductivité électrique variant de 2 à 5 dS/m selon la période de l'année. L'usage de cette eau a conduit à des conséquences dramatiques sur le plan agronomique et économique. Le suivi du verger a été réalisé pendant les deux années 2022 et 2023, durant lesquelles les mesures de la salinité du sol, le rendement et la qualité du fruit. Les résultats ont montré qu'au lieu de continuer à augmenter, la productivité de ce verger a chuté de plus de la moitié l'année d'irrigation avec l'eau salée, avec en plus un fruit de mauvaise qualité (calibre non conforme, mauvaise coloration, noircissement, chute prématurée, etc.), et de 75 % l'année suivante où l'arbre a consacré son énergie à la reconstitution de sa frondaison (40T/ha en 2022, 18T/ha en 2023 et 5.5 T en 2024). Soumis à un double stress à la fois d'excès de sel dans l'eau et de l'irrigation déficitaire, excluant toute possibilité de lixiviation (apport  $\ll$  1-2 mm/j pour une ETO en été de 8-10 mm/j), l'arbre a réagi, selon le porte greffe et/ou le type de sol, par la perte partielle ou totale du feuillage et des fruits, une double floraison dont l'une éphémère d'avant saison (octobre/novembre) et l'autre de pleine saison (février/mars), un dessèchement des brindilles et des sous charpentières, et en fin de campagne par des mortalités d'arbres plus fortes pour les parcelles greffées sur le Carrizo (27.7 %), un peu moins pour le C35 (8.7%) et plutôt faibles pour le saccaton (1.53%), le Volkameriana (0.80 %) et le Bigaradier Australien (0.43 %). En dépit des efforts agronomiques alliant reprise de l'irrigation à l'eau plus douce (1.8 mmhos/cm), une lixiviation des excès des sels du sol, un apport azoté confortable, de biostimulants, une taille de régénération adaptée, environ 9.9 % des arbres ont dépéri et ont été arrachés. Pour le reste du verger ayant survécu au stress, le potentiel de production pour l'avenir, évalué d'après le taux de reconstitution de la frondaison des arbres est d'environ 80-85 %. Par ailleurs, la campagne d'irrigation à l'eau salée 2022/2023 et la suivante 2023/2024, ayant coïncidé avec de bons prix sur le marché étranger, le manque à gagner cumulé pour n'avoir rien exporté, a été estimé à environ 77.000 Dh/ha et la marge négative correponsante à -19.230 Dh/ha. Le suivi de ce verger démontre l'ampleur du risque arythique sur le plan financier auquel un grand projet d'agrumiculture peut être exposé en cas d'irrigation, ne serait-ce qu'une seule année, avec de l'eau salée.

**Mots-clés :** Agrumes, NadorCott, Salinité.



## **SESSION 3 : CONDUITE DE LA FERTILISATION**

### **Optimisation de la fertilisation azotée de la clémentine Nules greffée sur deux porte-greffes pour une production durable et une meilleure qualité des fruits dans les conditions pédologiques du Gharb**

Omari F.E.1\*, Beniken L.1, Zouahri A.2, Abail Z.1, Benaouda H.1, Benkirane R.3 et Benyahia H.1

1 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Maroc

2 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Rabat, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Maroc

3 Laboratoire Productions Végétales, Animales et Agro-industrie, Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences de Kénitra, Maroc

\*Auteur correspondant : fatimaezahra.omari@inra.ma

#### **Abstract**

Cette étude vise à comprendre l'impact de différentes doses d'azote sur la croissance, la production et la qualité des fruits des arbres de la variété de clémentine Nules greffés sur les porte-greffes Flhorag et citrange Carrizo. L'étude a été conduite dans un verger au niveau du Domaine expérimentale de Sidi Allal Tazi de l'INRA Maroc, sur un sol argileux et durant cinq saisons. Un dispositif en split-plot avec trois blocs de répétitions a été utilisé. Trois traitements de fertilisation en azote ont été appliqués aux arbres (T0 : témoin, T1 : 270 g/arbre et T2 : 540 g/arbre). Tous les traitements ont reçu un apport de 135 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 270 g K<sub>2</sub>O par arbre. Les résultats montrent que la dose d'azote et le génotype du porte-greffe influencent significativement la croissance végétative, le rendement et la qualité des fruits de la clémentine Nules. L'augmentation de la dose d'azote améliore la croissance végétative (hauteur des arbres ainsi que le diamètre du tronc et le volume de la frondaison), notamment sur le porte-greffe citrange Carrizo. Une corrélation positive et significative a été observée entre le volume de la frondaison et le rendement en fruits, quel que soit le porte-greffe, soulignant l'importance d'une gestion adéquate de l'azote dans la culture des agrumes. Le citrange Carrizo s'est avéré être un porte-greffe plus performant pour la variété Nules, comparé au Flhorag. Des doses élevées d'azote associées au porte-greffe citrange Carrizo donnent un meilleur rendement et une meilleure qualité des fruits (calibre, teneur en jus et contenu en solides solubles) qu'avec le porte-greffe Flhorag. Le rendement optimal et la qualité des fruits de la clémentine Nules sont obtenus avec 540 g d'azote/arbre/an greffé sur citrange Carrizo. La dose recommandée de NPK pour obtenir un rendement élevé et une qualité optimale des fruits de la clémentine Nules est de 540 N - 135 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 270 K<sub>2</sub>O g/arbre/an.

**Mots-clés :** Agrumes, porte-greffes, besoins nutritionnels, fertilisation, rendements, qualité des fruits.





## **Réponse des agrumes à l'apport de fer sur sols calcaires dans le contexte du Maroc**

Elkourdi R.1\*, Drissi S.2, Amlal F.1, Dhassi K.3, Ouchen A.4, Darrhal N.1,  
Ait Houssa A.1 et Bouabid R.5

1 Centre de Formation et de Recherches, Providence Verte

2 Département d'agronomie et amélioration des plantes,  
École Nationale d'Agriculture de Meknès

3 Laboratoire des sciences appliquées au développement durable,  
Ecole supérieure de technologie-K, Université Cadi Ayyad

4 Domaine Loudaya/Marrakech, Providence Verte

5 Département des Sciences du Sol, École Nationale d'Agriculture de Meknès

\*Auteur correspondant : [r.elkourdi@providenceverte.com](mailto:r.elkourdi@providenceverte.com)

### **Abstract**

Dans les régions où les sols sont calcaires ou à pH alcalin même lorsqu'ils ne sont pas calcaires, les producteurs d'agrumes au Maroc ont l'habitude d'apporter du fer aux plantations, par mesure préventive, afin d'éviter les risques de carence en fer (chlorose ferrique). Faute de référence locales suffisantes, des expérimentations de réponse à l'apport de fer ont été menées sur des sols calcaires dans deux régions : le Haouz (Clémentine Sidi Aïssa âgée de 9 ans, greffée sur Volkameriana ; sol limoneux ; pH = 8.2; Fe-DTPA = 7 ppm) et le Gharb (Navel New Hall de 3 ans greffée sur Carrizo ; sol Dehs ; pH = 8.5; Fe-DTPA = 14 ppm). Différentes doses ont été appliquées sous forme de fer chélaté EDDHA (Témoin : 0 ; 5 ; 10 ; 15 ; 20 ; et 30 gr/arbre). L'apport a été réalisé, annuellement, dans la proportion 50%-50% aux stades nouaison et début du grossissement du fruit dans le Haouz, aux stades pousse de printemps et pousse d'été dans le Gharb. Dans le Haouz, une réponse significative au fer a été constatée, mais celle-ci ne s'est exprimée par une différence de rendement (30 % de moins pour le témoin) et une amélioration du calibre pour les doses >20 gr/arbre, qu'au bout de 5 ans d'appauvrissement du témoin (2016 à 2021). Par contre, aucune différence significative n'a été enregistrée concernant la qualité interne du fruit (taux de jus, °Brix et E/A) et le niveau foliaire en fer. Dans le Gharb, sur 3 années de récolte successives (2019 à 2021), l'arbre n'a pas montré de réponse au fer, aussi bien pour le rendement, que pour le calibre, la qualité interne et la teneur foliaire en fer. Dans les deux régions, tout se passe comme si le fer du sol était tamponné par du fer libérable en provenance de la forme native qui vient compenser les prélèvements par l'arbre, de sorte que la teneur foliaire du témoin soumis à l'appauvrissement, arrive à se maintenir à un niveau proche des autres traitements bénéficiant de l'apport externe de fer. D'après les résultats obtenus dans la présente étude, on peut avancer qu'il y a une faible probabilité de réponse au fer lorsque la teneur foliaire de cet élément excède 120 ppm et au-delà de cette teneur, la dose d'entretien ne doit pas dépasser 20 gr/arbre de Fe-EDDHA.

**Mots-clés :** Agrumes, Fe-EDDHA, Sols calcaires, Clémentine Sidi Aïssa, Navel New Hall.



## **Differential tolerance to zinc deficiency of three citrus rootstocks grown under lime stress.**

Brital R.1\*, Ibriz M.2, Es-Safryouy T.1, Aboutayeb R.1, Zouahri A.1,  
Benyahia H.1 et Abail Z.1

1 National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, Bp 415 Rabat  
Principale, 10090 Rabat, Morocco

2 University Ibn Tofail, Faculty of Sciences, Kenitra, Morocco

\*Auteur correspondant : [rania.brital@uit.ac.ma](mailto:rania.brital@uit.ac.ma)

### **Abstract**

Zinc deficiency is a major concern in citrus production in the Mediterranean region. Zinc plays a crucial role in many biological processes, such as protein synthesis, growth hormone regulation, chlorophyll formation and fruit quality. Unfortunately, high pH and CaCO<sub>3</sub> concentrations are considered limiting factors for zinc bioavailability in Moroccan soils with these characteristics. Citrus rootstocks have a strong influence on zinc uptake. In this context, this study aims to evaluate the performance of three citrus rootstocks subjected to lime stress on zinc uptake. The experiment was carried out in a greenhouse, in pots containing sterile sand and perlite, planted with one of these three rootstocks (Carrizo citrange, Poncirus trifoliata, Macrophylla), irrigated for three months according to three treatments (control, limestone stress, limestone stress + zinc stress), following a completely randomized bloc design. For each rootstock, shoot length, number of leaves and root and shoot dry weight were measured at the end of the experiment. Chlorophyll concentration was estimated using a SPAD-502 portable meter calibrated for each rootstock. The results show that there is a significant difference between the rootstocks studied in response to the treatments applied. Poncirus trifoliata is the most affected by lime stress and zinc deficiency, while Macrophylla is more tolerant to zinc deficiency, followed by Carrizo citrange. Assessing Zn concentration in plant tissues will enable us to better identify the combined influence of lime and Zn on rootstock performance.

**Mots-clés :** Lime, citrus, soil, Zinc, rootstocks, pH, Calcareous soil.



**Modèle de Deep Learning pour la Détection Automatique des Carences  
Nutritionnelles dans les Agrumes**

Azough Z.2\*, Hannachi M.1, Abail Z.2, Chikhaoui M.1, Naimi M.1, Bellafkih M.2,  
Zouahri A.2, Douaik A.1, Benaouda H.2 et Seif-Ennasr M.1

1 Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Madinat Al Irfane, BP 6202,  
Rabat, Maroc

2 Institut National de la Recherche Agronomique, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat  
Principale, 10090 Rabat, Maroc

3 Institut National des Postes et Télécommunications, Rabat, Maroc

\*Auteur correspondant : zainab.azough@gmail.com

**Abstract**

La détection des carences nutritionnelles des agrumes est déterminante pour les producteurs, car elle influence la santé des agrumes, leur productivité, et la qualité des fruits. Une détection rapide et précise des carences permet d'assurer une bonne gestion de la culture. Cependant, les méthodes traditionnelles de diagnostic, reposant principalement sur les analyses au laboratoire, sont souvent destructives et consommatrices en termes de coût et de temps. L'émergence et le développement de l'intelligence artificielle a déclenché plusieurs études pour explorer l'utilisation de algorithmes de Machine Learning et des modèles avancés de Deep Learning pour détecter les carences. Dans ce sens, la présente étude a été menée, ayant pour objectifs la construction d'une Dataset d'images de feuilles locales classifiées par expertise, l'entraînement de modèles Deep Learning pour la classification des carences et la conception d'un outil interactif permettant de prédire la carence observée à partir de l'image capturée par smartphone. La méthodologie a été appliquée dans un verger expérimental d'agrume (El Menzeh, Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra) où des images de feuilles ont été capturées et introduites à un modèle de réseau de neurones convolutifs (CNN), notamment ResNet50, ce modèle est ensuite utilisable dans la prédiction à partir d'interfaces web et mobile. Cette solution permet de détecter les carences nutritionnelles, le modèle a atteint une précision préliminaire de 55% pour la classification des carences. Cette approche montre le potentiel des modèles utilisés dans la détection des carences, offre une solution pratique et accessible pour l'usage du modèle entraîné. L'enrichissement du Dataset et l'amélioration des performances du modèle renforceront l'affinement des résultats dans la continuité de notre projet.

**Mots-clés :** Agrumes, Deep Learning, carence nutritionnelle, image, interface.





## SESSION 4 : GESTION DU VERGER ET RENTABILITE

### Effets et arrières effets de l'éclaircissage sur le rendement, le calibre et le développement de l'arbre de la clémentine Bruno dans le Souss

Dhassi K.3\*, Oualili A.1, Drissi S.2, Lebiyed B.1, Bensaïd O.1, Amlal F.1 et Asri M.1

1 Centre de Formation et de Recherches, Providence Verte

2 Département d'Agronomie et d'Amélioration des plantes,

École Nationale d'Agriculture de Meknès

3 Laboratoire des Sciences Appliquées au Développement Durable,

Ecole Supérieure de Technologie, Université Cadi Ayyad

\*Auteur correspondant : k.dhassi@providenceverte.com

#### Abstract

Cette étude a été réalisée sur la variété Bruno dans la région du Souss, connue pour sa forte charge en fruits et son petit calibre. L'objectif a été d'évaluer l'effet de la charge fructifère sur la production de la première année (2021) et son arrière-effet sur la production et la vigueur des arbres de l'année suivante (2022). Une expérimentation en DBAC avec 5 répétitions, a été menée dans la région de Taroudant, en testant six traitements de charge de fruits (T0: 1700; T1: 1500; T2: 1200; T3: 900; T4: 700 et T5: 300). Les résultats ont montré en première année (2021), une baisse du rendement, proportionnelle à la réduction de la charge fructifère. Le rendement maximal (48 T/ha) a été obtenu pour T0, tandis que le T5 a enregistré 16 T/ha, soit une diminution de 67%. En revanche, une augmentation du calibre des fruits a été constatée, passant de 46 mm pour T0 à 52 mm pour T5 (+13 %). Concernant la qualité des fruits (taux de jus, acidité titrable, °Brix et rapport E/A), aucun effet significatif des traitements n'a été observé. En deuxième année, l'arrière effet de la charge élevée a entraîné une chute significative du rendement pour T0 (-40 %), tandis que le calibre moyen des fruits a diminué légèrement (48,4 mm pour T0 contre 47,3 mm pour T5, soit -2,3 %). La qualité des fruits est restée inchangée, avec une teneur en jus de 38 %, une acidité titrable de 1,1 et un °Brix de 11,9. La vigueur des arbres, évaluée après la première récolte, n'a pas varié significativement la première année, en fonction des traitements. Par contre, un certain accroissement de la hauteur et du diamètre du tronc ont été noté la deuxième année sur le T0, mais au détriment d'une plus faible productivité. Sur le plan économique, on constate que l'éclaircissage n'est intéressant pour le producteur que si l'équation  $[Re \times PEx - Ce] > [RO \times PL]$  est vérifiée, où Re et RO désignent le rendement cumulé respectif avec et sans éclaircissage sur au moins deux ans, Ce le coût de l'éclaircissage, PEx le prix en Dh/kg net producteur à l'export corrigé par celui des écarts, PL le prix tout venant sur le marché local.

**Mots-clés :** Éclaircissage, Bruno, Arrière-effet, Rendement, calibre.



**Effets de l'arrachage d'un arbre sur deux en système intensif sur le rendement et la qualité des petits fruits d'agrumes**

Drissi S.1, Elkourdi R.2, Ouchen A.3, Dhassi K.4, Amlal F.2, Deraoui J.4,  
Ait Houssa A.2, et Bouabid R.5

1 Nationale d'Agriculture de Meknès

2 Centre de Formation et de Recherches Providence Verte

3 Domaine Loudaya-Marrakech, Providence Verte

4 Ecole supérieure de technologie-k, Université Cadi Ayyad

5 Département des Sciences du Sol, École Nationale d'Agriculture de Meknès

\*Auteur correspondant : [sdrissi@enameknes.ac.ma](mailto:sdrissi@enameknes.ac.ma)

**Abstract**

Le système intensif ou super-intensif basé sur la haute densité de type 6mx2m ou 6mx1.5m pour les petits fruits, soit l'équivalent de 833 arbres/ha ou 1111 arbres/ha est devenu le modèle courant en agrumiculture au Maroc. Son avantage est de monter en productivité tôt et de tenter de récupérer l'investissement réalisé (ROI) aussitôt que possible. Toutefois, ces systèmes présentent un inconvénient majeur d'être transformés en véritables haies créant une importante compétition entre les arbres pour l'eau, pour les minéraux et surtout pour la lumière, ce qui en limite le développement de la frondaison, la productivité et la qualité. Ces conséquences sont observées parfois avant même que le verger n'ait atteint l'âge adulte. Afin de prolonger la longévité des arbres et en même temps maintenir leur productivité et la qualité du fruit, différentes expérimentations (avec dispositifs expérimentaux ou avec des tests en verger grande nature sans répétitions) ont été menées dans différentes régions du Maroc, en procédant à l'enlèvement d'un arbre sur deux et en suivant le comportement des arbres restant durant plusieurs années. Les résultats obtenus montrent que l'arbre resté en place n'est pas indifférent à l'égard de l'espace qui lui a été offert après suppression de son voisin. A l'exception des plantations souffrant d'un problème sanitaire ou d'une contrainte, l'arbre réagit par une extension de sa frondaison et l'amélioration de la qualité de sa production. Le verger parvient, par rapport au témoin non dédoublé, à compenser 50 % du rendement la première année et à dépasser parfois 100 % l'année suivante, et dans certains cas quelques années plus tard. Le calibre, la coloration et l'aspect externe du fruit sont également améliorés. Par contre on n'observe aucune différence significative entre les arbres dédoublés et ceux restés trop denses concernant la qualité interne (taux de jus, °Brix et E/A) et le statut nutritif de l'arbre. Les conclusions obtenues en essais scientifiques ont été corroborés par les constats recueillis sur des vergers grande nature dans différentes régions. Le dédoublement s'avère une solution pour allonger la vie et la rentabilité d'un verger planté initialement intensif ou super-intensif. L'état actuel des grands vergers ayant fait l'objet du dédoublement au Maroc, laisse présager une durée de vie supplémentaire grâce au dédoublement, d'au moins 20 ans, à condition toutefois d'opérer celui-ci alors que l'arbre est encore en bon état.

**Mots-clés :** Dédoublement, agrumes, rendement, calibre, qualité interne.



**Evaluation de l'impact économique de la Technologie du 'Plastique Ecologique et Biodégradable' contre les adventices au Living-Lab agrumes à l'INRA de Kenitra**

Chetto A.1\*, Benyahia H.1, Chetto O.1, Benaouda H.1, Mrabet R.1,  
Bensellam E.1 et Talha A.1

1 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Tadla - Beni Mellal

\*Auteur correspondant : [abdelaziz.chetto@inra.ma](mailto:abdelaziz.chetto@inra.ma)

**Abstract**

Les mauvaises herbes, en particulier les adventices vivaces comme le Chiendent (*Elymus repens*) et le *Cyperus* (*Cyperus* spp.), représentent un défi majeur pour les agrumiculteurs au Maroc. Leur capacité à se régénérer et à se propager rapidement complique leur gestion qui demeure encore cruciale. En outre, elles constituent des refuges pour des ravageurs et des maladies, aggravant les problèmes de production, ce qui peut réduire significativement la productivité des vergers, affectant ainsi la rentabilité des exploitations. Dans ce travail une solution potentielle et prometteuse pour contrôler les mauvaises herbes en vergers agrumicoles a été testée au Living-Lab Agrumes du Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra. Il s'agit de l'utilisation d'une 'toile de paillage écologique en plastique noir biodégradable et compostable'. Les résultats obtenus ont montré que cette technologie élimine complètement les mauvaises herbes, préserve l'humidité au niveau des racines, améliore la qualité du sol et la productivité des arbres. Par ailleurs, l'Approche par Budget Partiel de Substitution, a été utilisée pour évaluer l'efficacité et la rentabilité de cette technologie. Elle consiste en une comparaison des bénéfices additionnels (avantages) et des coûts additionnels (inconvenients) engendrés par l'adoption de la technologie. Il s'est avéré que cette technologie a entraîné une augmentation moyenne du rendement de 17,7% (35,1 kg/arbre contre 29,8 kg/arbre), une réduction de 71,3% du coût de la main-d'œuvre, une baisse de 66,7% du coût des herbicides et une diminution de 20% des dépenses énergétiques. Bien que le coût global ait augmenté de 13% en raison de l'amortissement de la toile de paillage, cette hausse a été compensée par une augmentation de 18,5% du produit brut (valeur de la production), qui a engendré, en plus, un gain net supplémentaire de 7500 DH/ha.

**Mots-clés :** agrumes, irrigation, mauvaises herbes, paillage, rentabilité



**Rentabilité des agrumes à la suite des nouveaux changements climatiques**

Oubaki L.1, Elkourdi R.1, Aït Houssa A.1\* et Chraïbi H1.

1 Centre de Formation et de Recherches, Providence Verte.

\*Auteur correspondant : a.aithoussa@gmail.com

**Abstract**

En raison d'une surproduction excessive (>2.7 millions de tonnes) par rapport à la demande du marché, sauf pour des variétés particulières comme la NadorCott, la filière des agrumes a connu d'importantes pertes financières durant la dernière décennie (Prix <1.8 Dh/kg et marge <0). La campagne désastreuse de 2018/2019, en particulier, où une bonne partie de la production a été détruite ou abandonnée sur arbre, restera gravée dans la mémoire du producteur. Les sécheresses récentes qui ont notamment affecté les ressources hydriques ont eu d'importantes répercussions sur le patrimoine agrumicole marocain. Les arrachages conséquents qui ont eu lieu partir de 2022 suite à ces sécheresses ont conduit à une réduction drastique de la superficie cultivée (-30 000 ha) et du tonnage produit (moins de 2 millions de tonnes). Toutefois, cette réduction s'est traduite par une amélioration des prix et des marges bénéficiaires, aussi bien pour les petits fruits (Prix >4.00 Dh/kg et marge >2.17 Dh/kg) que pour les oranges (Prix >3.75 et marge >1.05 Dh/kg). Les changements climatiques, en dépit de la diminution de la production qu'ils ont engendré au Maroc et chez ses concurrents méditerranéens, ont joué un rôle important de régulation des prix sur le marché. Tant que ces changements perdurent, les prix actuels auront de la chance de se maintenir. Pour les producteurs situés dans des zones où il y a encore de l'eau pour l'irrigation, notamment la partie nord du Maroc, cet épisode sec, peut être considérée 'paradoxalement' comme une opportunité stratégique pour continuer à réinvestir dans le secteur des agrumes.

**Mots-clés :** Agrumes, changements climatiques, rentabilité.

**SESSION 5 : PROTECTION PHYTOSANITAIRE DES AGRUMES****Identification des thrips associés aux vergers d'agrumes au Maroc et évaluation des méthodes de luttés alternatives à la lutte chimique sur leurs abondances**

Smaili M.C.1\*, Benzehra H.1, Haddad N.1 et Benyahia H1.

1 Institut National de la Recherche Agronomique, Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra, Laboratoire d'entomologie, 14000 Kenitra Maroc

\* Auteur correspondant : [csmaili@yahoo.fr](mailto:csmaili@yahoo.fr)**Abstract**

Le secteur des agrumes joue un rôle socio-économique important dans l'économie nationale marocaine. Soixante-dix espèces d'insectes, d'acariens et d'escargots phytophages ont été recensées dans les vergers d'agrumes au Maroc. Cependant, seules quelques-unes d'entre elles, comme les thrips, sont considérées comme des ravageurs majeurs ou occasionnels et peuvent causer des dommages économiques sur agrumes, justifiant une méthode de lutte appropriée. Au Maroc, la lutte phytosanitaire contre les thrips dans les vergers d'agrumes repose principalement sur l'utilisation des produits chimiques. Ce travail a pour objectif l'identification des thrips associés aux vergers d'agrumes au Maroc et l'évaluation de méthodes de luttés alternatives à la lutte chimique sur leurs abondances. Il a été mené dans plusieurs vergers d'agrumes des provinces de Sidi Slimane et de Sidi Kacem durant la période 2022 et 2024 sur des parcelles de clémentinier (*Citrus reticulata* var. Nules, Bruno, Orogrande), d'orangers (*Citrus sinensis* var. Washington Sanguine) et de citronnier (*Citrus limon*). Les effets de trois techniques de luttés alternatives ont été évaluées contre les thrips : le piégeage en masse amélioré, le suivi de la strate herbacées et le paillage. L'abondance des espèces de thrips a été évaluée sur les fruits. Des échantillons de fruits ont été prélevés au hasard dans chaque parcelle et examinés pour évaluer les dégâts sur les fruits. L'abondance des thrips et les dégâts sur les fruits étaient significativement plus faibles dans les parcelles avec piégeage en masse amélioré par rapport au témoin, indiquant que cette technique était plus efficace. Les plantes hôtes Poaceae entre les rangs semblent être une solution prometteuse pour réduire l'abondance des thrips et augmenter l'abondance des phytoséiides dans les vergers d'agrumes. Les résultats obtenus offrent de nouvelles informations sur des alternatives, à la lutte chimique, qui sont pratiques, préventives et respectueuses de l'environnement pour améliorer les programmes de lutte intégrée contre ces ravageurs associés aux vergers d'agrumes au Maroc.

**Mots-clés :** Agrumes, thrips, méthodes alternatives, Maroc.

## **Évaluation de la prévalence des virus et viroïdes associés aux agrumes dans la région de l'oriental**

Khallou A.1\*, Belabess Z.1, Boualam Y.1, Mohsini S.1 et Lahlali R.2

1 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Oujda

2 Département de Protection des Plantes, Unité de Phytopathologie,

Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès

\*Auteur correspondant : [abdelhak.khallou@inra.ma](mailto:abdelhak.khallou@inra.ma)

### **Abstract**

Le secteur agrumicole constitue l'un des principaux secteurs de l'économie nationale et internationale. Cependant, ce patrimoine est menacé par plusieurs agents pathogènes qui peuvent être transmis naturellement et/ou mécaniquement, notamment des virus et des micro-organismes similaires aux virus. Les plus répandus dans le bassin Méditerranéen sont : le virus de la tristezza des agrumes (CTV), le virus de la psorose des agrumes (CPsV), l'exocortis des agrumes (CEVd), la cachexie (HSVd) et Spiroplasmacitri (*S. citri*). Le développement des stratégies de lutte contre ces agents est essentiel pour assurer une bonne production agrumicole. L'efficacité de ces stratégies repose sur une bonne compréhension de l'écologie et de l'épidémiologie de ces agents. Dans ce contexte, la prévalence des maladies à virus et viroïdes des agrumes a été étudiée dans la zone de Berkane. Pour ce faire, un total de 100 échantillons de feuilles d'agrumes a été collecté dans 7 vergers entre décembre 2022 et janvier 2023. Tous les échantillons ont été testés à l'aide d'anticorps monoclonaux spécifiques pour CTV, CPsV et *S. citri*, en utilisant la technique DAS-ELISA. Les résultats obtenus montrent que seul *S. citri* a été détecté avec une prévalence de 2%, tandis que CPsV et CTV n'ont pas été détectés dans les échantillons collectés. Les résultats pour CPsV et CTV ont été confirmés par RT-PCR. Des tests RT-PCR spécifiques pour la détection des deux viroïdes CEVd et HSVd ont été réalisés. Les résultats ont montré aussi que les deux viroïdes étaient largement répandus dans les vergers d'agrumes étudiés, avec des prévalences respectives de 18 % et 55 %. La présence de vecteurs aphidiens du CTV a également été examinée. Les résultats ont montré l'absence de *Toxoptera citricida* Kirkaldy, principal vecteur du CTV. Seuls *Aphisgossypii* Glover et *Myzus persicae* Sulzer ont été détectés. Cette étude met en évidence une présence substantielle de viroïdes, en particulier HSVd et CEVd. L'absence de vecteurs majeurs tels que *Toxoptera citricida* pourrait réduire le risque de transmission du CTV dans les vergers d'agrumes, soulignant la nécessité d'une surveillance continue et de pratiques de gestion améliorées pour protéger la production agrumicole.

**Mots-clés :** Berkane, virus, agrumes, DAS-ELISA, RT-PCR, insecte vecteur.

**Citrus dry root rot: from detection to development of control strategies**

Lahlali R.\*1

1 Département de Protection des Plantes, Unité de Phytopathologie,  
Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès

\*Auteur correspondant : lahlali.r@gmail.com

**Abstract**

Citrus dry root rot, first observed in Morocco in 2017, prompted investigations into its causative agents and control strategies. Pathogen characterization identified four *Fusarium* species: *F. solani* (*N. solani*), *F. oxysporum*, *F. equiseti*, and *F. brachygibbosum*, with all except *F. equiseti* causing typical root rot symptoms on citrus seedlings and all inducing branch symptoms. Environmental studies revealed optimal growth at 25–30°C, with no growth at extreme temperatures or low water potential. Fungicide trials identified 'trifloxystrobin + fluopyram' and epoxiconazole as the most effective treatments, with the combination product providing superior in vivo disease control. Additionally, 210 bacterial isolates from the citrus rhizosphere were screened for biocontrol potential, with *Bacillus subtilis* K4-4 and GH3-8 completely inhibiting the disease in greenhouse trials through antifungal compound production and plant growth promotion. These findings offer significant insights into pathogen identification and integrated management strategies for citrus dry root rot.

**Mots-clés :** Citrus dry rot, *Fusarium* spp., morphological and molecular identification, environmental factors, chemical control, biological control.



**Production agricole et contraintes liées aux pesticides au Maroc**

Asfers A.1\* et Boughdad A.2

1 Centre de Formation et de Recherches, Providence Verte

2 École nationale d'Agriculture de Meknès

Auteur correspondant : a.asfers@providenceverte.com

**Abstract**

Eu égard aux moyens disponibles, au grand nombre d'espèces cultivées et à la diversité des cibles concernées, toutes proportions gardées, le Maroc a fait un grand pas en matière d'homologation des pesticides en agriculture. En témoigne, l'Index National édité de longue date. Mais en dépit des efforts fournis, le pays est loin d'avoir fait le tour de la question et des progrès substantiels restent à faire. Dans cet article on examine et identifie les insuffisances qu'il faut encore combler pour être en phase avec les exigences des bonnes pratiques phytosanitaires. Celles-ci vont de l'absence de produits homologués pour le traitement, comme c'est le cas pour contrer la Cératite sur des cultures pourtant importantes telles que les rosacées fruitières (pommier, Prunier, poirier, nectarinier, etc.), voir hautement rentables comme les fruits rouges (fraisier, framboisier, myrtille). L'insuffisance vient aussi parfois d'une liste redevenue très restreinte suite au retrait d'importantes molécules efficaces du marché sans qu'elles soient remplacées par d'autres. C'est le cas des insecticides contre les cochenilles des agrumes, après l'interdiction de l'usage du Chlorpyrifos sur ces ravageurs ou le retrait d'herbicides comme le Glyphosate, le Paraquat, Diquat ou d'autres molécules. Le cas extrême est celui des espèces que l'on peut qualifier d'orphelines ou parent pauvre en matière de pesticides disponibles pour le traitement de diverses espèces telles que l'amandier, le palmier dattier ou le Kaki, avec très peu de molécules homologuées, toutes cibles confondues. Utilisation de pesticides non homologués, apparition éventuelle de la résistance en traitant à chaque fois avec le même produit, producteur contraint de payer un prix fort en cas de molécule unique ou de monopole sur la molécule, sont des risques et défis majeurs de la situation actuelle. Concernant les cultures d'exportation, en l'occurrence les agrumes, le zoom opéré, sur les concurrents du Maroc, entre autres méditerranéens, montre que ceux-ci disposent d'un plus large éventail de solutions phytosanitaires. Ce qui indirectement désavantage le producteur/exportateur marocain, sachant qu'il est déjà accablé par d'autres contraintes telles que le coût supplémentaire du transport et les procédures administratives et douanières pour accéder aux marchés de l'Union Européenne, dont il n'est pas membre.

**Mots-clés :** pesticides, homologation.

**Projet de lutte contre la cératite par la technique des insectes stériles (TIS)**

Zouhry H.\*, Zim J., Leghlid A., Machal Y., Adnasse R.  
Maroc Citrus

\*Auteur correspondant : maroccitrus2014@gmail.com

**Abstract**

Parmi les moyens de lutte contre la cératite, la Technique des Insectes Stériles (TIS) constitue une alternative prometteuse à l'utilisation des pesticides. Cette technique, qui se veut respectueuse de l'environnement, est adoptée par la plupart des pays agrumicoles concurrents du Maroc. La TIS consiste à faire des lâchers répétés de mâles stériles de cératite en nombre important, favorisant ainsi la fécondité des femelles par ces mâles stériles au détriment des mâles sauvages, ce qui se traduit par la production d'œufs stériles. C'est ainsi que la population de l'insecte diminue progressivement pour se stabiliser à des niveaux sans incident économique sur les cultures. Dans le cadre des efforts visant l'introduction et le développement de la TIS au Maroc, un programme de lâchers de mâles stériles de cératite importés de l'étranger a été lancé en 2008 sur une zone pilote de 5.000 Ha dans la région de Taroudant qui a été étendu à partir d'Octobre 2017 à la région de Berkane sur une zone pilote de 1.200 Ha. Eu égard aux résultats encourageants obtenus et à l'écho positif relevé auprès des clients étrangers importateurs d'agrumes du Maroc et sur demande des professionnels, l'Etat a procédé à la création d'une unité de production locale de mâles stériles de cératite pour un coût total de 62 millions Dh dont les travaux de construction et d'équipement ont été achevés en 2021. La gestion de cette unité, installée près d'Agadir au niveau de la commune de Tikiouine, a été confiée à Maroc Citrus moyennant une convention conclue entre cette Fédération et le Ministère de l'Agriculture en Septembre 2023. Considéré comme étant le plus grand projet de ce type en Afrique et en Asie, la capacité de production de cette unité, en régime de croisière, est estimée à 130 millions de mâles stériles par semaine, ce qui permettra d'effectuer les lâchers sur près de 55.000 Ha d'agrumes (Souss et Oriental). Pour rendre stériles les mâles, l'unité est dotée d'un irradiateur utilisant comme sources radioactive le Cobalt 60 financé conjointement par l'ONSSA et l'AIEA. Les premiers lâchers de mâles stériles ont été effectués en septembre 2024 sur une zone pilote de 7.000 Ha situés dans la zone d'Ouled Aissa relevant de la Province de Taroudante.

**Mots clés :** cératite, mâles stériles, TIS, irradiateur, lâchers



1ère édition



**CONGRÈS NATIONAL  
DES AGRUMES**

**POSTERS**





## **Évaluation de la tolérance au stress hydrique des nouveaux hybrides de porte-greffes d'agrumes**

**Beniken L.1\*, Moumid J.1,2, Omari F.1, Attarassi B.2 et Benyahia H.1**

**1 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra,  
Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Maroc**

**2 Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences de Kénitra, Maroc**

**\*Auteur correspondant : lhou.beniken@inra.ma**

### **Abstract**

Les agrumes occupent une place stratégique dans l'économie marocaine, positionnant le pays parmi les principaux producteurs. Cependant, ce secteur est confronté à des défis majeurs liés à la rareté de l'eau, aggravée par des sécheresses récurrentes au cours des dernières décennies. Cette étude, menée sous serre au niveau du Domaine Expérimental El Menzeh relevant de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) à Kénitra, explore l'impact du stress hydrique sur les jeunes plants des nouveaux hybrides des porte-greffes d'agrumes. L'essai a été conduit selon un dispositif en split-plot avec trois niveaux de régime hydrique (100 %, 75 % et 50 % de la capacité au champ, Hcc). L'étude a porté sur plusieurs paramètres morphologiques, notamment la hauteur des plants, le diamètre de tige, le nombre de feuilles par plant, la surface foliaire, ainsi que la biomasse fraîche et sèche des feuilles, racines et tiges. Parallèlement, des paramètres physiologiques tels que le contenu relatif en eau, la teneur en chlorophylle SPAD et la conductance stomatique des feuilles, ainsi que des paramètres biochimiques incluant les teneurs en chlorophylle, caroténoïdes et la proline ont été évalués. Les résultats montrent que les stress hydriques appliqués ont affecté différemment la croissance végétative et les paramètres physiologiques des porte-greffes testés. Les porte-greffes H45, H35 et H720 ont démontré une tolérance au stress hydrique, caractérisée par une biomasse fraîche et sèche supérieure des feuilles, des teneurs en chlorophylle SPAD élevées, ainsi qu'une concentration notable en chlorophylle totale et en caroténoïdes. Le porte-greffe H35 a présenté les meilleures performances en termes de la hauteur des plants et de nombre de feuilles, tandis que H45 s'est distingué par des valeurs plus élevées en diamètre de la tige, la biomasse des racines et des tiges, ainsi que par la conductance stomatique. À l'opposé, H57 s'est révélé sensible au stress hydrique pour la majorité des paramètres évalués. Une augmentation significative de la teneur en proline foliaire a été observée sous un stress hydrique sévère (50 % Hcc). En conclusion, les porte-greffes H35, H45 et H720 ont montré une tolérance au stress hydrique, les hybrides H34 et H50 montrent une résistance modérée, tandis que H57 est particulièrement sensible aux conditions de stress hydrique.

**Mots-clés :** Agrumes, porte-greffe, stress hydrique, physiologie, proline, tolérance à la sécheresse.





## **Évaluation de l'effet de la nutrition minérale sur la croissance des jeunes arbres de deux nouvelles variétés de mandariniers Al Gharbaouia et Al Hamra**

**Omari F.E.1\*, El Farnani S.1,2, Zouahri A.3, Beniken L.1, Ziri R.2 et Benyahia H.1**

**1 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra,  
Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Maroc**

**2 Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences de Kénitra, Maroc**

**3 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Rabat,  
Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Maroc**

**\*Auteur correspondant : fatimaezahra.omari@inra.ma**

### **Abstract**

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact de la nutrition minérale sur la croissance des jeunes arbres de deux nouvelles variétés de mandariniers, Al Gharbaouia et Al Hamra (nouveaux cultivars développés par l'INRA), greffés sur le porte-greffe citrange Carrizo et cultivés sous serre. Les traitements consistaient en quatre doses croissantes d'engrais N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (T0 : 0-0-0 ; T1 : 50-12,5-25 ; T2 : 100-25-50 et T3 : 200-50-100 mg/L), avec la même quantité de micronutriments ajoutée à chaque traitement. Un dispositif expérimental en split-plot avec trois répétitions a été mis en place, avec les traitements appliqués en grandes parcelles et les variétés en petites parcelles. Les résultats ont montré que le traitement 200-50-100 mg/L de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O avait un effet significatif sur tous les paramètres évalués, favorisant ainsi une croissance optimale. Les jeunes arbres traités avec la dose de 200-50-100 mg/L de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ont présenté les valeurs les plus élevées en termes de hauteur (105,3 cm), diamètre du porte-greffe (16,8 mm), diamètre de la variété (13,6 mm), indice de compatibilité (0,81), surface foliaire (35,5 cm<sup>2</sup>), concentration totale en chlorophylle (0,74 mg/g de poids frais), teneur en caroténoïdes (10,9 mg/g PF), teneur en sucres solubles totaux (0,43 mg/g PF), teneur relative en eau (87,0 %), teneur en chlorophylle SPAD (74,4) et conductance stomatique (70,4 mmol/m<sup>2</sup>/s). Par conséquent, l'application de 200-50-100 mg/L de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O est recommandée pour assurer une croissance optimale des jeunes mandariniers des deux variétés Al Gharbaouia et Al Hamra greffés sur le porte-greffe citrange Carrizo.

**Mots-clés :** Agrumes, mandarinier, variété, porte-greffe, nutrition minérale, N-P-K, micronutriments.





## **Évaluation de la réponse physiologique et de la tolérance de nouveaux hybrides de porte-greffes d'agrumes face au stress alcalin**

Omari F.E.1\*, Haifouf K.1,2, Beniken L.1, Zouahri A.3, Ziri R.2 et Benyahia H.1

1 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra,  
Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Maroc

2 Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences de Kénitra, Maroc

3 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Rabat,  
Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Maroc

\*Auteur correspondant : fatimaezahra.omari@inra.ma

### **Abstract**

Le stress alcalin affecte négativement la production des agrumes. L'alcalinité des sols dans plusieurs régions agrumicoles du Maroc, comme le Gharb, constituant le principal défi abiotique. Le choix de porte-greffes résistants et adaptés est une stratégie clé pour atténuer ce problème. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet du stress alcalin sur la résistance de nouveaux hybrides de porte-greffes d'agrumes. Les hybrides testés incluent H50, H35, H720 et H34, issus de croisements entre mandarin Sunki x Citrumelo Winter Haven ; H139, un hybride de pomelo x Citrumelo Winter Haven; et Poncirus trifoliata (PT). Les plants ont été cultivés en sous serre et irrigués avec une solution nutritive de Hoagland et Arnon à moitié concentrée, enrichie avec 1 g de  $\text{CaCO}_3$  par litre de solution d'irrigation, à des niveaux de pH de 7, 8 et 9, tandis que le pH 6,5 servait de témoin (solution Hoagland à moitié concentrée sans ajout de  $\text{CaCO}_3$ ). L'étude évalue l'effet du stress alcalin sur plusieurs paramètres morphologiques et physiologiques, notamment la hauteur des plants, le diamètre de la tige, le nombre de feuilles par plant, la surface foliaire, la biomasse fraîche et sèche des feuilles, racines et tiges, la conductance stomatique, la teneur relative en eau, la teneur en sucres solubles totaux dans les feuilles, la teneur en chlorophylle SPAD, la teneur en chlorophylle totale, la teneur en caroténoïdes et en proline des plantules de porte-greffes d'agrumes. Après six mois de traitement, des différences significatives ont été observées entre les porte-greffes à différents niveaux de stress, avec des réductions de croissance, de conductance stomatique et de chlorophylle, ainsi que l'apparition de symptômes de chlorose ferrique. Les résultats ont permis de classer le porte-greffe Poncirus trifoliata et l'hybride H34 parmi les porte-greffes les plus sensibles au stress alcalin, tandis que les hybrides H139, H720 et H50 ont montré une bonne tolérance. L'hybride H35, quant à lui, a présenté une tolérance intermédiaire au stress alcalin.

**Mots-clés :** Stress alcalin, agrumes, hybrides, porte-greffes.





## **Evaluation de la tolérance de nouveaux porte-greffes hybrides d'agrumes vis-à-vis de la salinité**

Maji M.1\*, Chetto O.1, Talha A.1, Omari F.E.1, Beniken L.1 et Benyahia H.1

1 Unité de Recherche sur l'Amélioration génétique des plantes et

Conservation des Ressources Phytogénétiques (INRA), BP 257, Kenitra, Maroc

\*Auteur correspondant : hamid.benyahia@inra.ma

### **Abstract**

Dans les régions arides et semi-arides, la performance des agrumes est largement influencée par la salinité de l'eau d'irrigation et du sol. Les variétés d'agrumes sont généralement greffées sur des porte-greffes afin d'améliorer leur tolérance aux contraintes abiotiques et biotiques. Cette étude vise à évaluer la réponse de six nouveaux porte-greffes hybrides d'agrumes à différents niveaux de stress salin. Deux concentrations de NaCl, 2 et 5 g/L (correspondant respectivement à 4 et 9 dS/m), ont été ajoutées à une solution de Hoagland à demi-concentration, utilisée pour l'irrigation des plantules. Le groupe témoin a été irrigué uniquement avec la solution de Hoagland à moitié concentration. Des boutures âgées d'un an, transplantées dans des pots en plastique et acclimatées pendant deux mois, ont été utilisées pour cette étude. Après trois mois de stress salin, des différences significatives ont été observées dans les réponses des porte-greffes aux différents niveaux de NaCl. Le poids frais et sec, ainsi que la teneur en chlorophylle des feuilles, ont diminué de manière significative avec l'augmentation de la concentration en NaCl dans la solution d'irrigation. Par ailleurs, une augmentation de la concentration en sel a conduit à une hausse des teneurs en proline, en sucres solubles et en ions chlorure dans les feuilles. Nos résultats ont montré que l'hybride H57 est sensible à la salinité, accumulant cinq fois plus d'ions chlorure que le témoin, ce qui s'est traduit par une réduction du nombre de feuilles, une faible teneur en chlorophylle (0,75 mg/g de poids frais), des signes de toxicité foliaire et une diminution du poids frais et sec. En revanche, l'hybride H56 a montré une meilleure tolérance à la salinité, accumulant quatre fois plus d'ions chlorure dans les feuilles par rapport au témoin. Il a également présenté une teneur en chlorophylle de 1,23 mg/g de poids frais, une concentration en proline de 31,1 ug/g de poids sec, et des niveaux élevés de matière fraîche et sèche.

**Mots-clés :** Agrumes, porte-greffe, hybride, chlorure, stress salin, NaCl, croissance.





## **Effet de la technique de paillage sur la densité de l'inoculum de *Phytophthora* sp. dans la zone racinaire de porte-greffes d'agrumes en verger**

Maji M.1, Chetto O.1, Talha A.1, Omari F.E.1, Beniken L.1, Benaouda H.  
et Benyahia H.1\*

Unité de Recherche sur l'Amélioration génétique des plantes et Conservation  
des Ressources Phytogénétiques (INRA), BP 257, Kenitra, Maroc

\*Auteur correspondant : hamid.benyahia@inra.ma

### **Abstract**

Au Maroc, la pourriture des racines causée par le *Phytophthora* est l'une des maladies les plus nuisibles aux cultures d'agrumes. Les espèces de *Phytophthora* se trouvent généralement dans les vergers d'agrumes sous forme de propagules qui colonisent la zone racinaire des porte-greffes. *Phytophthora* peut causer la pourriture des racines, la gommosse sur le tronc et la pourriture brune sur les fruits. La technique de paillage a été installée depuis une année dans la plateforme des nouvelles obtentions au domaine expérimental d'El Menzeh de l'INRA de Kénitra. Le but de la présente étude est de voir si la technique de paillage a réduit la densité de l'inoculum de *Phytophthora* dans la zone racinaire des agrumes. Des échantillons composites de sol ont été prélevés à une distance d'un mètre et une profondeur de 15-20 cm, dans les quatre dimensions des pieds des arbres. La densité de l'inoculum de *Phytophthora* a été estimée en utilisant la technique de dilution. 10g de sol composite prélevé a été dilué dans 90 ml d'eau gélosée, puis 1 ml a été pris et étalé sur des boîtes de Pétri contenant le milieu sélectif BARPHY72. Les résultats obtenus ont montré que la densité de l'inoculum de *Phytophthora* au niveau du sol a été significativement réduite de 67% lorsque la technique de paillage est appliquée. À la lumière de cette étude, on peut conclure que l'utilisation de paillage peut être recommandée comme solution pour réduire l'infection des racines des porte-greffes d'agrumes par *Phytophthora* sp.

**Mots-clés :** *Phytophthora*, agrumes, porte-greffe, variété, densité d'inoculum.





## **Analysis of the bibliometric data on the biological management of citrus pests from 2020 to 2023**

El Ammari M.1,2\*, Fahad K.2, El Bahja F.1,2, Hamrani M.1,3, Boukita H.1, Brhadda N.1, Bouzakraoui S.4 et Ziri R.1

1 Laboratory of Plant, Animal, and Agro-Industry Productions,  
Ibn Tofail University B.P. 242, 14000 Kenitra, Morocco

2 Laboratory of Entomology / Bio-insecticides, Plant Protection Research Unit,  
Regional Center for Agronomical Research of Kenitra, INRA 14,  
Rue AbouTemmam B.P. 257, Morocco

3 Laboratory of Plant Pathology and Post-Harvest Quality, Regional Center for  
Agronomical Research of Kenitra, INRA, 14, Rue AbouTemmam B.P. 257, Morocco

4 Laboratory of Advanced Materials and Process Engineering, Faculty of Sciences,  
Ibn Tofail University, B.P. 133, 14000 Kenitra, Morocco

\* Auteur correspondant : mohamed.elammari@uit.ac.ma

### **Abstract**

Over the last two decades, there has been an increased focus on the relationship between the economy and agriculture due of the growing interest in biological control. As a result, the concept of pest control in agriculture has gained momentum. This research aims to provide a comprehensive and in-depth analysis of the available literature on the biological control of pests that hurt citrus orchards. To do this, a systematic bibliometric investigation was carried out on a collection of 793 research papers in SCOPUS, using keywords, co-citations, and bibliographic coupling studies. The biological control of citrus pests was initiated via the establishment of four fundamental study areas: (1) Discussing the challenges and strategies to tackle Asian Citrus Psyllid, (2) Employing biological pest control methods to handle mites in citrus crops, (3) Investigating the dynamics of Asian Citrus Psyllid to gain insights into Huanglongbing, and (4) Implementing strategies to effectively manage citrus pests by managing nematodes and fungus. The results revealed that the current research subjects in the particular body of literature may be classified into six clearly defined domains, specifically: (1) Integrated Pest Management in Citrus Orchards: Entomopathogenic Nematodes, Fungi, and Essential Oils, (2) Lessons from Predators and Parasitoids in Citrus Pest Management, (3) Integrated Approaches for Managing Diaphorinacitri and Citrus Greening Disease, (4) Controlling Citrus Fruit Decay and Postharvest Pathogens with Novel Microbial Biocontrol, (5) Integrated Strategies for Managing Citrus Orchard Mites, and (6) Global Strategies for Controlling Citrus Leafminer and Arthropod Pests. The map of research on biological control of citrus pests has a double function: to facilitate the progress of scientists in their research and to help practitioners, as well as local and national authorities, in the efficient implementation of biological pest management in agriculture.

**Mots-clés :** bibliometric investigation, citrus, pest control.





## **Optimizing Citrus Orchard Pest Management: Spatial and Temporal Analysis of Beneficial Insects at El Menzah Experimental Station**

El bahja F.1,2\*, Rougui O.2, El Ammari M.2, Hamrani M.2, Brhadda N.1, Ziri R.1,  
Lachhab L.2 et Fahad K.2

1 Plant, Animal Productions and Agro-Industry Laboratory, Faculty of Sciences,  
Ibn Tofail University, B.P 133 - 14 000, Kenitra, Morocco

2 Laboratory of Entomology / Bio-insecticides, Plant Protection Research Unit,  
Regional Center for Agronomical Research of Kenitra, INRA 14,  
Rue AbouTammam B.P. 257, Morocco

\* Auteur correspondant : [Fatima.elbahja@uit.ac.ma](mailto:Fatima.elbahja@uit.ac.ma)

### **Abstract**

In agricultural ecosystems, biotic factors such as insect pests and diseases pose significant challenges to crop health and productivity. These biotic stresses can lead to yield losses and economic damage if left unmanaged. However, the use of predator parasitoids as biological control agents offers a sustainable and environmentally friendly solution to combat these pest pressures. Our study investigates the role of beneficial insects, including *Opius concolor*, *Aphidius colemani*, and *Chrysoperla carnea*, in biological pest control within a citrus orchard. Employing the beating technique, the collection of these predator and parasitoid insects revealed counts ranging from 78 to 125 individuals, with a peak density recorded at 252 insects on June 24, 2021. The spatio-temporal analysis unveiled fluctuations in density based on orientation and time, emphasizing the dynamic nature of these insect populations. Notably, the southern orientation exhibited the highest overall density at 31%, followed by the northern, eastern, and western orientations. These findings underscore the crucial role of beneficial insects in orchestrating effective pest control strategies in citrus orchards, highlighting their significance in sustainable agricultural practices.

**Mots-clés :** Biological control, beneficial insects, citrus orchard, predator parasitoids.





## **Extraction optimization and techno functional properties of Pectin from Citrus Peels : Application on Nova Variety**

El Fazazi K.1\*, Azzouzi H.1,2 et Salmaoui S.3

1 Regional Center of Agricultural Research of Tadla, National Institute of Agricultural Research (INRA), Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principal, 10090 Rabat, Morocco

2 Institute of Food Science and Nutrition, University of Sargodha, Sargodha, Pakistan

3 Laboratoire d'Amélioration des Productions agricoles, Biotechnologie & Environnement (LAPABE), Faculté des Sciences, Université Mohammed Premier, BP: 717, 60000, Oujda, Morocco

\*Auteur correspondant : ka.elfazazi@gmail.com

### **Abstract**

Pectin is a structural hetero polysaccharide, commonly obtained from the peels of citrus fruits and finds prime commercial use as a gelling agent and stabilizer in food industries. In this study, response surface methodology was used to optimize pectin extraction from Moroccan Citrus peels (Nova variety) using a citric acid as extraction solvent. The effect of parameters conditioning the extraction process and pectin yield (pH; temperature; extraction time; solid/liquid ratio; and raw material particle size) was studied using a Box-Behnken design. According to the screening experiment, the factors pH, temperature, and particle size were the main factors influencing the pectin yield. Optimum conditions for the extraction process were established to be pH = 1.5; Temperature 100 °C; and particle size = 0.1 mm for an extraction time of 30 min. The pectin obtained was then subjected to technological analyses and found to contain desirable methoxyl and hyaluronic acid. The results point towards the potential use of the extracted pectin for industrial applications.

**Mots-clés :** Clementine peel, Citrus by-products, Pectin extraction, Optimization, Response surface methodology.





## **Évaluation de la tolérance des porte-greffes cybrides d'agrumes à la salinité**

Chetto O.1\*, Pascal B.2,3, Patrick O.2,3, Dominique D.2,3 et Benyahia H.1

1 Institut National de Recherche Agronomique,  
CRRRA Kénitra, BP 257, Kénitra, Maroc

2 CIRAD, Institute UMR AGAP, F-34398 Montpellier, France

3 UMR AGAP, Univ. Montpellier, CIRAD, INRAE,  
Institut Agro, F-34398 Montpellier, France

\*Auteur correspondant : [ouiam.chetto@inra.ma](mailto:ouiam.chetto@inra.ma)

### **Abstract**

La cybridation est un outil de biotechnologie végétale qui peut être utilisé pour améliorer la résistance à la salinité des porte-greffes d'agrumes. Pour prouver l'efficacité de cette approche, nous avons utilisé des boutures prélevées sur six cybrides diploïdes issus de la fusion symétrique de mandariniers Chios avec différents parents, correspondant à cyb M [mandarine Chios (*C. deliciosa* Ten.) + (*C. macrophylla*)], cyb 75 [mandarine Chios + Citrumelo 4475 (*C. paradisi* x *P. trifoliata*)], cyb LR [mandarine Chios + lime de Rangpur (*C. limonia*)], F [(mandarine Chios + lime de Rangpur), cyb C35 [mandarine Chios + C35 (*C. sinensis* x *P. trifoliata*)], cyb Cd [mandarine Chios + Citrandarin (*C. reticulata* x *P. trifoliata*)] et *P. trifoliata*. Les génotypes ont été exposés à une gamme de concentrations de NaCl (0, 50, 100 et 150 mM) pour évaluer l'impact de la salinité sur les paramètres de croissance et l'accumulation l'ion chlorure (Cl<sup>-</sup>). Tous les paramètres évalués ont été significativement affectés, indiquant une réponse dose-dépendante au stress salin. Les résultats ont révélé une tolérance différentielle à la salinité parmi les cybrides par rapport à leurs génotypes parentaux, notamment, les cybrides de lime de Rangpur ont affiché un modèle de réponse distinct. Le cybride F a montré une résistance remarquable, tandis que le cybride RL a démontré une tolérance comparable à celle du parent.

**Mots-clés :** Agrumes, cybride, porte-greffes, NaCl, tolérance.





## **Effet de dix porte-greffes sur la qualité de fruit, de jus et la production de la mandarine ortanique dans la région de Tadla au Maroc**

Talha A.1\*, El Khlifi F.2, Chetto O.1, Beniken L.1, Majji M.1,2, Omari F.1 et Benyahia H.1

1 Centre Régionale de la Recherche Agronomique de Kenitra, Unité de recherche sur l'amélioration et la conservation des ressources phylogénétique

2 Faculté des sciences de Kenitra, Université Ibn Tofail

\*Auteur correspondant : [abdelhak.talha@inra.ma](mailto:abdelhak.talha@inra.ma)

### **Abstract**

Dans cette étude, l'effet de dix porte-greffes locaux, à savoir le Bigaradier P6 R26 A16 (BIG), Citrange troyer (CTM), et le Citange carrizo Maroc (CCM) et importés à savoir Citrumelo 4475 B2 G3(CIT), Mandarine Sunki x P.T. 30591(F16MSXPT), Citrus Macrophylla (MAC), Citrus Volkameriana 28613 (VOLK), FLhorag1 (FLHG1) un hybride intergénérique entre *C. reticulata* cv 'Willow leaf' et *Poncirus trifoliata* cv 'Pomeroi', Citrange carrizo France 28608 (CCF) F7, Citrange troyer France B2 31655 (CTF) F9, a été évalué sur le poids du fruits, le diamètre équatoriale et polaire, l'épaisseur de l'écorce, le pourcentage de jus, l'acidité, le TSS, le E/A, le pH du jus, la teneur en vitamine C, la teneur de caroténoïdes et la coloration du fruit, ainsi que sur la production de la mandarine Ortanique greffée sur ces porte-greffes. L'expérimentation a été installée au Domaine Expérimental d'Affouger relevant du Centre Régionale de la Recherche Agronomique de Beni Mellal (INRA Tadla) au nord du Maroc. Les résultats montrent que le porte-greffe avait un effet significatif sur la majorité des critères étudiés. Les fruits les plus larges ont été obtenue avec le porte-greffe Macrophylla et Flhorag. Les fruits les plus lourds sont obtenue par les porte-greffes Citrus macrophylla, Flhorag, Citrange carrizo France F7, Citrange carrizo Maroc et Citrus volkameriana. L'écorce la plus épaisse est obtenue avec Citrus macrophylla et Flhorag. Alors que l'écorce la plus mince est obtenue avec le porte-greffe Citrumélo. Les arbres greffés sur les porte-greffes Citrumelo, Citrus volkameriana, F16 et bigaradier produisent des fruits à teneur en jus élevé. Le pourcentage en citrate de jus le plus élevé est observé chez les arbres greffés sur Citrange carrizo France et Citrange troyer Maroc, Bigaradier, Citrumélo et qui forme un groupe statistiquement homogène. Les valeurs de TSS (Brix) sont comprises entre 12,6 et 11,26. Les fruits récoltés sur les arbres greffés sur Citrumélo, Bigaradier et citrange troyer France F9 présentent le TSS les plus élevés et ne sont pas différents entre eux, par contre, les TSS les plus faibles par rapport aux autres sont observés chez fruits récolté sur les arbres greffés sur Citrus macrophylla et flhorag. La récolte la plus précoce est observée chez les arbres greffés sur Citrus volkameriana suivi par Citrus macrophylla et citrange troyer France F9. Le jus le plus acide est issu de fruits des arbres greffés sur citrange carrizo France F7 et Bigaradier. Les fruits le plus riche en vitamine C sont récoltés sur des arbres greffés sur Citrange troyer France F9. Le jus a faible pH par rapport aux autres est issu de fruits des arbres greffés sur Flhorag suivi par Citrus volkameriana et Citrus macrophylla. Les fruits les plus pauvres en vitamine C sont récolté sur les arbres greffés sur flhorag et Citrus volkameriana. Les fruits des arbres greffés sur Citrange troyer Maroc contiennent la teneur la plus élevée en caroténoïde. Les valeurs de la coloration, présentée par la valeur de l'angle hue, les plus élevées sont observées sur les fruits issus des arbres greffés sur le Citrange carrizo Maroc et F16. Concernant la production, le Citrus macrophylla et Citrus volkameriana confèrent une production de 65 et 55 kg/arbre respectivement. Les faibles récoltes ont été obtenues avec le *Poncirus trifoliata* (12,5 kg/arbre) et l'hybride Flhorag (15,8 kg/arbre), les autres porte-greffes confèrent des récoltes moyennes variant de 23 kg/arbre et 36 kg/arbre. D'après ces résultats, le Citrus macrophylla et Citrus Volkameriana peuvent être recommandés pour la mandarine Ortanique, avec une adoption d'un itinéraire technique approprié.

**Mots-clés :** Citrus, Ortanique, Porte-greffes, Qualité, Fruit, Production, Tadla, Maroc.





## **Analyse de la diversité génétique et des caractéristiques pomologiques et nutritionnelles de quelques variétés d'oranges douces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] issues de la collection El Menzeh de l'INRA Maroc**

El-Khlifi F.1,2\*, Chetto O.1, Talha A.1, Benkirane R.2 et Benyahia H.1

1 Research Unit of Plant Breeding and Germplasm Conservation, National Institute for Agricultural Research (INRA), Kenitra 14000, Morocco

2 Laboratory For Plant, Animal and Agro-Industrial Production, Department of Biology, Faculty of Science, IbnTofail University, BP 133, Kenitra, Morocco

\*Auteur correspondant : hamid.benyahia@inra.ma

### **Abstract**

L'orange douce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) occupe une position prééminente parmi les agrumes, reconnue pour son profil nutritionnel exceptionnel, suscitant un intérêt mondial tant pour sa consommation directe que pour ses applications en transformation alimentaire. L'objectif de cette analyse est d'identifier les variations génétiques majeures en se focalisant sur les aspects morphologiques et nutritionnels, intégrant l'exploration de divers paramètres. Des données sur les caractéristiques physiques et chimiques des fruits recueillies, ont révélé des variations significatives pour tous les caractères étudiés, à l'exception du nombre de segments par fruit. Une analyse approfondie des paramètres tels que le poids, l'épaisseur de l'écorce, la taille, la teneur en vitamine C, le bêta-carotène, le total des solides solubles, l'acidité totale titrable et le pourcentage de jus a été réalisée. Les méthodes ANOVA, ACP et l'analyse de la variabilité génétique ont été employées pour sélectionner les variétés les plus prometteuses. L'étude a révélé que les caractères tels que le poids moyen des fruits, la teneur en vitamine C, le pourcentage de jus, la teneur en bêta-carotène et le nombre de graines, sont les plus importants pour la sélection des meilleures accessions d'oranges douces et se distinguent particulièrement chez les génotypes Parson Brown, Peniaple, Cadenera, Torocco et Vernia, démontrant des progressions génétiques significatives et des héritabilités élevées pour ces caractéristiques cruciales. L'étude des oranges douces révèle ainsi des variations génétiques cruciales. L'analyse en composantes principales a montré que le nombre de segments, le diamètre du fruit, le poids du fruit, le total des solides solubles, l'acidité totale titrable, le bêta-carotène et le pourcentage de jus étaient les variables contribuant le plus à la variabilité phénotypique. Les résultats de cette étude seront utilisés pour la conservation du germoplasme indigène, l'identification de variétés présentant des caractères précieux liés à la qualité des fruits et leur exploitation ultérieure dans les programmes de sélection d'agrumes.

**Mots-clés :** Diversité génétique, Orange douce, accessions, nutritionnels, pomologiques.





## **La communauté d'ennemis naturels bénéfiques en vergers d'agrumes au Maroc : évaluation de leur potentiel pour améliorer les services de lutte biologique**

Smaili M.C.1\*

1 Institut National de la Recherche Agronomique, Centre Régional de la Recherche  
Agronomique de Kénitra, Laboratoire d'entomologie, 14000 Kenitra Maroc

\*Auteur correspondant : [csmaili@yahoo.fr](mailto:csmaili@yahoo.fr)

### **Abstract**

Dans les vergers d'agrumes, les insectes et acariens bénéfiques qui réduisent l'abondance des ravageurs sont considérés comme un élément clé des stratégies de lutte intégrée contre les ravageurs. L'objectif de ce travail était d'évaluer la biodiversité des parasitoïdes et des prédateurs dans les vergers d'agrumes au Maroc afin de faciliter les futures recherches sur leur potentiel en tant qu'agents de lutte biologique. Les données de 105 insectes et acariens bénéfiques associés aux agrumes ont été collectées et résumées dans une matrice de données. Des variables telles que la nature, les ravageurs hôtes ciblés, le type d'introduction, l'établissement et l'efficacité contre les ravageurs ont été évaluées. Plus des deux tiers (>70 %) des espèces de parasitoïdes et de prédateurs identifiés dans les vergers d'agrumes du Maroc (105 espèces) sont indigènes. Les deux groupes ne représentent qu'une petite fraction des espèces introduites. Ils s'attaquent principalement aux cochenilles diaspidines (Diaspididae) et aux pucerons (Aphididae). La coccinelle *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Coleoptera : Coccinellidae) est la première espèce auxiliaire introduite en 1921 dans les vergers d'agrumes marocains pour lutter contre la cochenille *Icerya purchasi* (Maskell) (Hemiptera : Monophlebidae). Des introductions majeures de ces parasitoïdes et prédateurs ont été réalisées au cours des années 90 pour lutter contre les principaux ravageurs des agrumes. Ces espèces introduites volontairement sont principalement des Aphelinidae, Encyrtidae, Eulophidae, Coccinellidae et Phytoseiidae. Alors qu'une forte proportion des insectes auxiliaires introduits s'est établie, aucune espèce n'a été signalée comme nuisible à ce jour. En ne considérant que les espèces introduites utilisées dans le contexte de la lutte biologique classique, environ 20 et 40% d'entre elles sont considérées comme efficaces ou partiellement efficaces, respectivement.

**Mots-clés :** Agrumes, lutte biologique, parasitoïdes, prédateurs, diversité des espèces, Maroc.





## **Utilisation de piège électronique intelligent pour la détection et la surveillance des insectes dans les vergers d'agrumes au Maroc**

Smaili M.C.1\*, Grijja H.1, Beniken L.1, Benyahia H.1, Mrabet R.1 et Benaouda H.1

1 Institut National de la Recherche Agronomique, Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra, Laboratoire d'entomologie, 14000 Kenitra Maroc

\*Auteur correspondant : [csmaili@yahoo.fr](mailto:csmaili@yahoo.fr)

### **Abstract**

Le secteur des agrumes joue un rôle socio-économique important dans l'économie nationale marocaine. En verger d'agrumes, la lutte phytosanitaire appropriée contre les ravageurs associés aux agrumes dépend principalement de la collecte et la disponibilité de données brutes actualisées relative à la surveillance des ravageurs et leurs ennemis naturels. Ce travail a pour objectif d'évaluer la collecte de l'information utilisant un piège électronique intelligent pour la détection et la surveillance des insectes en vergers d'agrumes au Maroc. L'étude basée sur la surveillance des insectes a été menée au niveau du « Living-Lab » au CRRA de Kénitra durant deux années (2023 et 2024), dans un objectif d'étudier l'abondance de plusieurs ravageurs des agrumes (pou de Californie, thrips, cicadelles, cératite) et leurs ennemis naturels. Trois méthodes de surveillance utilisant ce piège électronique intelligent, basé sur un piège englué jaune appâté avec une phéromone, ont été évaluées et comparées à d'autres méthodes de surveillance classiques ; méthode frappe, piégeage à base de phéromone. Le piège intelligent est équipé de capteurs électroniques pour détecter, surveiller et photographier toutes les entrées du piège. Les résultats ont montré que l'abondance des ravageurs et des ennemis naturels capturés étaient variables selon la méthode utilisée. Nos résultats mettent en évidence et discutent les implications des informations et des données collectées par ce type de piège pour une utilisation ultérieure dans des programmes de lutte intégrée appropriée et pratique dans les vergers d'agrumes à grande échelle au Maroc.

**Mots-clés :** Agrumes, surveillance, méthode alternative, ravageurs, Maroc.





## **Synthèse de nouveaux dérivés pyridazin-3-(2H)-ones et évaluation de l'activité antifongique sur différentes espèces phytopathogènes pour les agrumes**

El Marrakchi S.1\*, Boudoudou D.2, Talha A.2, Kerroum B.2, Ouazzani T.2,  
Douira A. 2 et Benyahia H.3

1 Laboratoire des sciences du médicament, Faculté de Médecine, Pharmacie et Dentaire de Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. Fès. Maroc

2 Laboratoire Division des Productions Végétales, Animales et Agro-industrielles, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP. 242, Kenitra, Maroc

3 Unité d'Élevage Végétale et de Conservation des Germoplasmes, Laboratoire de Porte-Greffes d'Agrumes, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Centre Régional de Kenitra, BP 14000 Kenitra, Maroc

\*Auteur correspondant : [soufiane.elmarrakchi@usm-ba.ac.ma](mailto:soufiane.elmarrakchi@usm-ba.ac.ma)

### **Abstract**

Les dérivés du chromophore pyridazinone sont connus pour leurs potentiels pharmacologiques et phytosanitaires. Dans cette étude on propose la synthèse de cinq dérivés pyridazinones et l'évaluation de leur activité phytosanitaire sur deux espèces fongiques *Phytophthora* (*Citrophthora* et *Parasitica*) et *Colletotrichum* phytopathogènes pour les agrumes. Les résultats de cette étude ont donné un effet fongicide plus prononcé sur les isolats *Phytophthora* que sur les isolats *Colletotrichum* gloeosporioides. Les deux espèces étaient incapables de produire des spores avec des pourcentages de réduction allant de 53 % à 100%. Les dérivés chlorés de pyridazinones ont donné une inhibition totale de la sporulation à partir de 16 ppm et de la croissance mycélienne à partir de 50 ppm pour l'espèce *Phytophthora*. En revanche, tous les dérivés ont montré une action moins prononcée sur la croissance mycélienne de *C. gloeosporioides* avec des pourcentages d'inhibition allant de 6,2 % à 29,6 %. Il est déjà connu dans la littérature que les dérivés pyridazinones halogénés ont une activité fongicide, ce qui concorde avec notre exemple où les dérivés chlorés ont donné les meilleurs résultats. Ceci étant, il reste beaucoup de progrès à réaliser dans le même sens où il faut déterminer avec certitude les éléments de relation structure-activité.

**Mots-clés :** Pyridazinone, *Phytophthora citrophthora*, *Phytophthora parasitica*, *Colletotrichum gloeosporioides*, Agrume.





## **Occurrence and Geographic Distribution of Plant-Parasitic Nematodes Associated with Citrus Citrus in Morocco and Their Interaction with Soil Patterns.**

Zoubi B.1,2,3\*, Mokrini F.3, Akachoud O.2, Iraqi Housseini A.1 et Qaddoury A.2

1 Laboratory of Biotechnology, Environment, Agri-Food, and Health,  
Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohammed Ben Abdellah University,  
Fez 30050, Morocco

2 Center of Agrobiotechnology and Bioengineering, Research Unit Labeled  
CNRST, Cadi Ayyad University, Marrakech 40000, Morocco

3 Biotechnology Unit, National Institute for Agricultural Research, INRA-Rabat,  
Rabat 10080, Morocco

\*Auteur correspondant : [btissamgcb@gmail.com](mailto:btissamgcb@gmail.com)

### **Abstract**

Plant-parasitic nematodes (PPNs) are found in citrus plantations throughout the world, but they are considered to be the most problematic pest in Morocco. Citrus fruit quality and yield have been adversely affected by PPNs. Due to data unavailability of nematodes associated with citrus, a detailed survey was conducted in the main citrus-growing regions of Morocco during 2020–2021 to assess the occurrence, distribution, and diversity of PPNs associated with rhizospheres of citrus trees. In addition, some soil properties have also been assessed for their impact on soil properties. Plant-parasitic nematode diversity was calculated using two ecological indexes, the Shannon diversity index ( $H'$ ) and the Evenness index ( $E$ ). The collected soil and root samples were analyzed, and eleven genera and ten species of plant-parasitic nematodes were identified. The results show that the most predominant PPN species were *Tylenchulus semipenetrans* (88%), *Helicotylenchus* spp. (75%), *Pratylenchus* spp. (47%), *Tylenchus* spp. (51%), and *Xiphinema* spp. (31%). The results showed that PPN distributions were correlated with soil physicochemical properties such as soil texture, pH levels, and mineral content. Based on the obtained result, it was concluded that besides the direct effects of the host plant, physicochemical factors of the soil could greatly affect PPN communities in citrus growing orchards.

**Mots-clés :** citrus, diversity, *Helicotylenchus* spp, nematodes, *Tylenchulus semipenetrans*.





## **Effet de la couverture directe par le filet sur le rendement et la qualité des fruits de la NadorCott**

**Darrhal N.1\*, Ez-zyany M.1, Deraoui J.2, Ben Arirou L.2 et Drissi S.3**

**1 Centre de Formation et de Recherches, Providence Verte**

**2 Domaine Beauséjour/Kensara, Providence Verte**

**3 Département d'agronomie et amélioration des plantes,**

**École Nationale d'Agriculture de Meknès**

**\*Auteur correspondant : ndarrhal@gmail.com**

### **Abstract**

L'observation et les essais réalisés sur le terrain, depuis plus de 30 ans, ont montré que la NadorCott est très sensible à la pépinisation par d'autres variétés, lorsqu'elle est plantée à leur proximité où dans un rayon pas très loin de celles-ci et fortement visité par les abeilles. Et l'une des solutions éprouvées pour avoir un fruit seedless, très bien rémunéré sur le marché, est de couvrir l'arbre au moment de la floraison/fécondation pour que l'abeille ne le féconde pas avec du pollen importé d'ailleurs. Mais la contrainte majeure du filet, lorsqu'il est porté par une structure en bois ou métallique comme une serre, est son coût d'investissement très élevé (250-300 mille Dh/ha). Afin de réduire ce coût de 50 %, des expérimentations ont été conduites sur jeune plantation dans le Gharb et sur plantation adulte à proximité de Rabat en couvrant directement chaque rangée d'arbres par du filet, sans aucune structure. Le filet a été maintenu en place chaque année depuis le début jusqu'à la fin de la floraison et retiré ensuite en vue d'une réutilisation l'année suivante. Sur jeune plantation dans le Gharb où le verger est entouré d'autres fermes multi-variétés, l'effet positif du 'filet' sur les pépins est indiscutable (=zéro sous filet contre 80-90 % de fruits avec pépins sans filet), mais au prix d'une chute grave inattendue du rendement, en raison de la réduction du nombre de fruits/arbre. Soit 31,6 t/ha pour les arbres non couverts, contre 14,9 t/ha pour les arbres couverts dans le cas du Citrange C35, et 27,2 t/ha contre 16,1 t/ha pour le Citrange Carrizo. Aucun effet positif n'a été constaté sur le calibre ou la qualité interne du fruit (Taux de jus, Acidité titrable, °Brix et E/A). En plantation adulte à Rabat, tout en permettant d'avoir un fruit seedless, la couverture directe par le filet n'a montré par contre aucun effet négatif ni sur le rendement qui s'établit à plus de 65t/ha avec ou sans couverture, ni sur le calibre (env. 60 mm dans les deux cas). La qualité interne de fruit (Taux de jus, Acidité titrable, °Brix et E/A) n'a pas non plus réagi à la couverture avec le filet. Dans la limite de ces résultats, c'est sur jeune plantation qu'il faut craindre des chutes considérables de rendement en couvrant directement les arbres par le filet. Alors que cette pratique semble sans inconvénient en plantation adulte.

**Mots-clés :** NadorCott, couverture par le filet, âge de plantation, porte-greffe, rendement, qualité.





## **Impact de la double dose de ferti-irrigation sur le développement, la productivité et la qualité du fruit de la NadorCott**

**Ez-zyany M.1\*, Ouchebri S.2, Amlal F.1, Drissi S.3 et Bouabid R.4**

**1 Centre de Formation et de Recherches, Providence Verte**

**2 Domaine Beauséjour, Providence Verte**

**3 Département d'agronomie et amélioration des plantes,**

**École Nationale d'Agriculture de Meknès**

**4 Département des Sciences du Sol, École Nationale d'Agriculture de Meknès**

**\*Auteur correspondant : m.ezzyany@gmail.com**

### **Abstract**

L'excès d'eau et d'engrais en verger agrumicoles est une pratique inappropriée, mais qui est de pratique dans plusieurs situations. Ceci revient à dépenser inutilement, avec de forts risques de pollution de l'environnement. Toutefois, l'usage momentané d'une double dose d'eau et d'engrais en ferti-irrigation, dite communément 2X, en vue d'accroître rapidement la frondaison du jeune arbre, l'amener à produire précocement, afin d'avoir un retour sur investissement rapide (ROI des anglo-saxons), suscite un grand intérêt chez les producteurs, d'autant plus que souvent, les projets sont financés par des prêts qu'il faut rembourser dans les délais courts. Cette approche pourrait paraître paradoxalement inappropriée, mais nécessite d'être vérifiée. C'est dans ce sens, qu'une expérimentation a été conduite sur la variété NadorCott (greffée sur Volkameriana) dans le Gharb, avec comme objectif de déterminer l'impact de la méthode de ferti-irrigation X-2X sur la croissance de l'arbre, la date d'entrée en production, la productivité et la qualité des fruits. La variété a été plantée en 2017 avec une densité de 555 arbres/ha. La double dose de ferti-irrigation (2ETc = 8000 m<sup>3</sup>/ha et NPK = 240-160-240, dès la troisième année d'âge), a permis d'accroître considérablement la frondaison de l'arbre (environ 25%), d'augmenter le rendement d'environ 20 % avec un gain de 4,7 mm sur le calibre moyen des fruits. Il n'y a eu par contre aucun effet significatif de la double dose de ferti-irrigation sur la qualité interne du fruit (acidité, °Brix) et le statut nutritionnel évalué par l'analyse foliaire. L'étude mérite d'être reconduite avec la mise en place d'un dispositif pour évaluer la lixiviation au-delà du système racinaire.

**Mots-clés :** Ferti-irrigation, double dose, NadorCott.



**Effets de la taille sur la durabilité des vergers d'agrumes conduits en intensif**

Drissi S.1\*, Deraoui J.2, Ouchen A.2, Amlal F. 3,  
El Kourdi R.3 et Ait Houssa A.3, Bouabid R.4\*

1 Département d'agronomie et amélioration des plantes,  
École Nationale d'Agriculture de Meknès

2 Domaine Loudaya/Marrakech, Providence Verte

3 Centre de Formation et de Recherches, Providence Verte

4 Département des Sciences du Sol, École Nationale d'Agriculture de Meknès

\*Auteur correspondant : rbouabid@enameknes.ac.ma

**Abstract**

L'inconvénient majeur des agrumes conduits en intensif ou superintensif de type 833 ou 1111 arbres/ha (6mx2m ou 6mx1.5m) est d'évoluer rapidement vers une structure en haie qui devient défavorable à la productivité, à la qualité et surtout à la durabilité du système. L'objectif de ce travail était d'évaluer dans quelles mesures, la taille pouvait être une solution à ces contraintes en créant des zones de lumière pour diminuer l'ombrage et offrir de l'espace pour l'émission du jeune bois productif et porteur de fruit de qualité. Quatre modes de taille ont été appliqués annuellement aux mêmes rangées d'arbres de clémentiniers de saison et tardifs plantés à une densité de 6x2, soit 833 arbre/ha (Ain Taoujdate/Citrangle Carrizo et Nour/Volkameriana dans le Haouz plantées en 2007 ; Orograndé/Volkameriana dans le Gharb plantée en 2009). Les traitements ont comporté : le témoin (Zéro taille), une taille légère (bois enlevé/arbre < à 15 kg/an), une taille moyenne (bois enlevé/arbre entre 15 et 20 kg/an) et une taille sévère (bois enlevé/arbre supérieur à 20 kg/an). L'expérimentation a été conduite en DBAC et a duré 5 ans dans le premier site et 4 ans dans le second. Dans le Haouz, le rendement le plus élevé a été enregistré avec la taille moyenne pour les trois dernières années de l'essai, tandis que le traitement le plus mauvais est celui du témoin qui, au bout de 5 ans, devient une haie de hauteur exagérée, constituée entièrement de vieux bois, de bois mort, avec une production de mauvaise qualité et un arbre qui a besoin pour repartir, de faire l'objet d'une véritable taille de renouvellement. Dans le Gharb, le témoin (zéro taille), n'a montré une supériorité de production que durant les deux premières années de l'essai, pour aussi devenir trop vieux et peu productif avec de la mauvaise qualité des fruits. Dans les deux sites, une amélioration significative a été constatée pour le calibre en fonction de la sévérité de la taille (mauvais pour le témoin ; meilleur avec la taille sévère). Le constat général au bout de 4 à 5 ans d'essais est que le zéro taille est une approche inappropriée à terme, en raison du vieillissement rapide de l'arbre. Le second constat, c'est que la taille sévère et la taille d'une manière générale, en tant que solution pour proroger la vie d'un arbre en très haute densité présente des limites. Elle peut aider à repousser momentanément l'idée d'enlever un arbre sur deux, qui reste la solution inévitable à terme pour assurer la durabilité du système. D'après ces expérimentations, la taille raisonnée selon le volume de la frondaison, la structure de l'arbre, qu'on soit en année On ou Off reste la ligne de conduite pour maintenir ou prolonger la vie d'un arbre que ce soit en densité normale ou momentanément en très haute densité comme expérimenté dans la présente étude.

**Mots-clés :** Taille, clémentinier, rendement, calibre, variétés.





## **Réponse du mandarinier NadorCott à l'apport foliaire de magnésium**

**El Kourdi R.1\*, Drissi S.2, Amlal F.1, Dhassi K.3, Darrhal N.1, Deraoui J.4,  
Ait Houssa A.1 et Bouabid R.5**

**1 Centre de formation et de Recherches, Providence Verte**

**2 Département d'Agronomie et d'Amélioration des Plantes,  
École Nationale d'Agriculture de Meknès**

**3 Laboratoire des sciences appliquées au développement durable,  
Ecole supérieure de technologie-k, Université Cadi Ayyad**

**4 Domaine la Maison du Lac, Salé, Providence Verte**

**5 Département des Sciences du sol, École Nationale d'Agriculture de Meknès**

**\*Auteur correspondant : r.elkourdi@providenceverte.com**

### **Abstract**

La manifestation de la carence en magnésium (Mg) sur le feuillage des agrumes a été constatée sur plusieurs verger agrumicoles marocains depuis longtemps. Toutefois, peu d'information est disponible sur l'impact de l'apport externe en cet élément sur le rendement ou la qualité de la production, notamment dans les sols sablonneux. La présente étude a pour objectif d'évaluer la réponse au Mg sur une plantation adulte de NadorCott/Volkameriana, une association réputée particulièrement sensible à la carence Mg. L'étude a été menée pendant 3 années successives (2018 à 2021) dans des sols sablonneux côtiers de la région de Rabat (sol avec moins de 10 % d'argile et une teneur en Mg échangeable de 113 ppm). L'expérimentation a été conduite en DBAC avec cinq doses croissantes de sulfate de magnésium à 20 % de Mg (Témoin : 0,1% ; T1 : 1,5 % ; T2 : 2% et T3 : 5%), appliquées par voie foliaire. La première application à la nouaison et la seconde un mois plus tard. Les résultats obtenus ont montré que l'apport foliaire de Mg a amélioré significativement la teneur foliaire qui est passée dès la première année (année off) de 0.15 % à 0.19 % MS. Par contre l'indice de teneur en chlorophylle n'a pas réagi de façon significative à l'apport de Mg. C'est en deuxième année d'essai, qui était une année On, que le meilleur rendement a été obtenu avec la dose de 5% Mg, soit 71 T/ha, contre 60 T/ha pour le témoin. Par contre, aucune réponse significative du profil de calibre et de la qualité interne du fruit (°Brix et taux de jus) n'a été constatée suite à l'apport foliaire croissant de Mg. Contrairement à l'idée répandue que l'agrume est indifférent à la carence en Mg, la présente étude démontre que pour la NadorCott, l'apport foliaire en cet élément améliore la productivité de cette variété, du moins en année On de forte charge.

**Mots-clés :** Magnésium, NadorCott, rendement, calibre, qualité interne.



### **Comparaison de l'irrigation goutte-à-goutte des agrumes avec une et deux rampes**

**El Kourdi R.1\*, Amlal F.1, Drissi S.2, Dhassi K.3 et Darrhal N.1**

**1 Centre de Formation et de Recherches Providence Verte**

**2 Département d'agronomie et amélioration des plantes,  
École Nationale d'Agriculture de Meknès**

**3 Laboratoire des sciences appliquées au développement durable,  
Ecole supérieure de technologie-k, Université Cadi Ayyad**

**\*Auteur correspondant : r.elkourdi@providenceverte.com**

#### **Abstract**

Non satisfait d'une installation de goutte à goutte avec une seule rampe (frondaison des arbres déséquilibrée, production d'un seul côté), celle-ci a été modifiée en rajoutant une seconde rampe à chaque ligne d'arbres. L'essai a été mené dans le Gharb pendant 4 années successives sur la variété Sidi Aïssa greffée sur Volkameriana, plantée en 2009 à une densité de 833 arbres/ha (6mx2m). L'irrigation d'égale dose (7500 m<sup>3</sup> à 8000 m<sup>3</sup>/ha), est apportée dans un cas avec une seule rampe par ligne et goutteur de 4L/min et dans le second avec 2 rampes et un goutteur de 2L/min. Le dispositif utilisé est un DBAC avec 5 répétitions. Les résultats ont montré que l'arbre n'est pas indifférent au rajout d'une seconde rampe d'irrigation. Le verger a réagi à la double rampe par une augmentation moyenne de rendement de l'ordre de 13 %, soit 4.7 T/ha/an. La mise en place d'une seconde rampe a aussi favorisé le profil de calibres produits. Les calibres (1, 2,3), les plus demandés sur le marché de l'Export, ont représenté 59 % du total contre 53 % pour les arbres témoins équipés d'une simple rampe. Il n'a été par contre noté aucun effet significatif de la double rampe sur le taux de Jus, le taux de sucre, l'acidité et le rapport E/A. Il en est aussi de même en ce qui concerne le niveau foliaire de l'arbre, que ce soit pour les macroéléments (N, P, K, Mg et Ca) ou les oligoéléments (Zn, Cu, Mn, Fe et B). Dans les limites des résultats de cet essai sur 4 ans, il se dégage que le verger équipé d'une seule rampe n'est forcément porté à son optimum agronomique ou économique. Dans les limites des résultats de cet essai, grâce à l'amélioration de productivité et du calibre qu'il permet, l'investissement pour doubler les rampes, est récupérable dès la première année d'installation.

**Mots-clés :** Agrumes, irrigation, simple rampe, double rampe.





## **Biological Control of Post-Harvest Fungal Pathogens in Fruits Using *Bacillus cereus* B8W8**

Lahlali R.1\*

1 Phytopathology Unit, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès

\*Auteur correspondant : lahlali.r@gmail.com

### **Abstract**

The antifungal activity of *Bacillus cereus* (B8W8) was evaluated against major post-harvest fungal pathogens of citrus and apple fruits, including *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Geotrichum citri-aurantii*, *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, *Monilinia laxa*, and *Monilinia fructigena*. In vitro assays revealed significant inhibition of mycelial growth for *M. laxa* and *P. digitatum* (71.4% and 72.5%, respectively), while volatile compounds (VOCs) were most effective against *M. laxa* (86.4%) and *M. fructigena* (73.4%). The bacterial cell-free filtrate strongly inhibited spore germination and mycelial growth of *P. expansum*, *B. cinerea*, *P. italicum*, and *G. citri-aurantii*. In vivo bioassays showed significant disease reduction or prevention, particularly for brown rot of apple and green mold of citrus (disease severity = 0%). Sour rot of citrus caused by *G. citri-aurantii* was reduced by 50%. Semi-commercial trials confirmed the potential of B8W8 to control gray mold of apple and green mold of citrus, outperforming the chemical fungicide imazalil. The rapid colonization of fruit wounds by B8W8 and its ability to produce protease, amylase, hydrocyanic acid (HCN), and fengycin likely underpin its biocontrol efficacy. Importantly, treatment with B8W8 did not affect fruit quality. These findings suggest that *B. cereus* B8W8 is a promising biological control agent for managing post-harvest fungal pathogens of apples and citrus.

**Mots-clés :** *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp, *Monilinia* spp, *Geotrichum citri-aurantii*, Biocontrol, Biochemical traits, Fruit quality parameters.





## **Efficacité de Chlorantraniliprole, Imidaclopride et Diflubunzuron utilisés par injection contre la mineuse des agrumes (*Phyllocnistiscitrella Stainton*, *Lepidoptera : Gracillariidae*) sur jeune verger d'agrumes dans le Gharb**

Asfers A.1\*, Akarkab A.2, Mourad Z.2, Ait Houssa A.1 et Boughdad A.3

1 Centre de Formation et de Recherches, Providence Verte

2 Domaine Oliveraies du Gharb, Providence verte

3 École Nationale d'Agriculture de Meknès

\*Auteur correspondant : a.asfers@providenceverte.com

### **Abstract**

La mineuse des feuilles des agrumes *Phyllocnistiscitrella*, compte parmi les redoutables ravageurs des jeunes vergers et pépinières d'agrumes. La lutte chimique contre ce déprédateur par l'application directe des insecticides sur le végétal soulève cependant des inconvénients, en l'occurrence, la destruction de la faune auxiliaire et la résurgence d'autres ravageurs comme les acariens, la cochenille farineuse et la cochenille australienne. Dans ce travail, un essai de lutte par l'application de 3 insecticides par injection a été conduit en 2024 dans le Gharb, sur un jeune oranger de Valencia-late greffée sur *Macrophylla*. Les matières actives utilisées sont la Chlorantraniliprole à la dose de 0.3l de PC/ha (équivalente à 60g de ma/ha), l'Imidaclopride à la dose de 3l de PC/ha (équivalente à 600g de ma/ha), et le Diflubunzuron à la dose de 1.2l de PC/ha (équivalente à 300g de ma/ha). Le dispositif expérimental est en blocs aléatoires complets avec 6 répétitions. L'application des insecticides a eu lieu en mai et le suivi des dégâts sur les jeunes pousses a eu lieu chaque semaine depuis l'installation de l'essai jusqu'au 20 juillet. Des analyses de résidus des jeunes feuilles ont été réalisées dans le but d'établir une corrélation entre les teneurs des matières actives dans les jeunes pousses et les dégâts de la mineuse. Le suivi des captures au piège appâté par la phéromone sexuelle spécifique de *P. citrellaa* aussi été effectué chaque semaine. Les résultats montrent que les traitements à base de Chlorantraniliprole et Imidaclopride ont donné la meilleure efficacité avec respectivement 3.5 % et 3.9 % de dégâts ; tandis que les dégâts sur le témoin non traité ont dépassé 24%, avec un pic de 45% durant la semaine du 19 juillet. Par ailleurs, les analyses des résidus des pesticides utilisés dans les jeunes pousses ont révélé des teneurs avoisinant 0.05ppm de Chlorantraniliprole et de 0.5ppm d'imidaclopride, permettant ainsi de maintenir la persistance d'une bonne efficacité de ces produits pendant 40-60 jours.

**Mots-clés** : *Phyllocnistiscitrella*, Agrumes, Chlorantraniliprole, Imidaclopride, Diflubunzuron, Injection.





## **Stratégie de lutte contre les escargots nuisibles associés aux agrumes dans la région du Gharb**

**Akki R.1\*, Belaraibi K.1, Elfoudali I.1 et Kourim K.1**

**1 Unité de Zoologie, Département de Protection des Plantes et  
de l'Environnement, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès**

**Auteur correspondant : akki.rachid2011@gmail.com**

### **Abstract**

Les escargots sont des ravageurs importants des agrumes à travers le monde. Ils se nourrissent des feuilles et des fruits de cette culture. Au Maroc, ils ont émergé ces dernières années comme des ravageurs clés des cultures, notamment dans la région du Gharb. L'objectif de cette étude est de contribuer à l'élaboration de méthodes de lutte durables visant à atténuer l'impact de ces ravageurs sur la filière agrumicole. Les résultats obtenus indiquent la dominance de trois espèces principales, à savoir *Theba pisana*, *Eobania vermiculata* et *Helix aspersa*. Parmi ces trois espèces, *T. pisana* se distingue nettement comme la plus prédominante dans la zone d'étude, avec une abondance relative de 54,80%, suivie de près par l'espèce *E. vermiculata*, qui représente 37,13% de l'ensemble. Tous les produits chimiques évalués au cours de cette étude ont démontré une efficacité notable dans le contrôle des escargots terrestres associés aux cultures d'agrumes. Cependant, les taux de mortalité les plus élevés ont été enregistrés avec les appâts contenant 5% de métaldéhyde, atteignant environ 72%, 82%, et 84% contre *Theba pisana*, et 79%, 87%, et 87% contre *Eobania vermiculata* après 5, 10 et 20 jours respectivement. D'un autre côté, l'effet de l'huile essentielle, extraite par hydrodistillation à partir du zeste et des feuilles de l'Ortaline, a été également évalué sur le terrain. Les résultats révèlent que le taux de mortalité augmente avec l'augmentation de la dose l'huile essentielle du zeste appliquée d'une date à l'autre jusqu'à 72 heures après le traitement, atteignant des taux maximaux de 54,1%, 63,2%, 63,75% et 71,0% respectivement pour les doses de 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm et 400 ppm, puis diminue par la suite. En revanche, l'huile extraite des feuilles séchées n'a pas entraîné de taux de mortalité significatifs, le maximum atteint étant de 30% 96 heures après la pulvérisation des escargots avec une dose élevée (1000 ppm) dans des conditions semi-contrôlées.

**Mots-clés :** Escargots terrestres, molluscicide, huiles essentiels, *Theba pisana*, *Eobania vermiculata*, *Helix aspersa*, agrumes, Gharb.





## **Évaluation de l'alternance des petits fruits d'agrumes en verger grandeur nature dans le Gharb et le Souss**

Dhassi K.1\*, Elghoutoub A.2, Lebiyed B.2, El Kourdi R.2, Bouabid R.3  
et Ait Houssa A.2

1 Laboratoire des sciences appliquées au développement durable, Ecole supérieure de technologie-k, Université Cadi Ayyad

2 Centre de Formation et de Recherches Providence Verte

3 Département des Sciences du Sol, École Nationale d'Agriculture de Meknès

Auteur correspondant : K.dhassi@uca.ma

### **Abstract**

En agrumiculture comme dans n'importe quelle autre filière, l'idéal est d'avoir une recette élevée et régulière grâce notamment à une productivité et une qualité de la production régulières, ou du moins ne variant pas trop d'une année à l'autre. Sachant que Zéro Alternance dans les agrumes n'existe pas, l'objectif de cet article est de déterminer les niveaux de variation du rendement dans le contexte réel du Maroc, compte tenu du niveau d'alternance de chaque variété. Une base de données a été constituée sur 5-10 années de récolte dans trois vergers commerciaux (2 dans le Gharb et 1 dans le Souss), de petits fruits. Dans les deux régions, quatre variétés ont fait l'objet de cette étude, à savoir la Marisol, la Nules, Esbale et l'Orograndé. Les résultats montrent que dans le Gharb, la Marisol semble résiliente à l'alternance, avec un rendement moyen régulier élevé, une baisse de 13t/ha en année Off et une hausse de 20t/ha en année On. Dans le Souss, Esbale, s'est montrée moins sensible à l'alternance en année Off (-32 %) que Nules (-59%) et Orograndé (-57%). D'une manière générale, l'alternance est maximale, toutes variétés confondues, lorsque la campagne est de type « On » avec une charge exceptionnelle qui séjourne trop longtemps sur les arbres, faute d'acheteurs, comme en 2018, Là la production du verger peut chuter dans de très larges proportions, de 4 contre 1, comme c'était le cas dans le Souss ou 3 contre 1 dans le Gharb.

**Mots clés :** Agrumes, alternance, Gharb, Souss.





## **Integrated Management of Post-Harvest Diseases in Citrus Fruits : Sustainable Approaches and Control Methods**

El Maazouzi S.1,2,3\*, Asfers A.3, Marino B.A.2, Antonio C.2, Ait Houssa A.3,  
Labiad M.3 et Ezziyyani M.1

1 Team: Plant, microbial and marine biotechnologies and precision agriculture,  
Polydisciplinary faculty of Larache, Morocco

2 Phytohormones and Plant Development Laboratory, Department of Plant  
Biology (Plant Physiology), Faculty of Biology, University of Murcia, Murcia, Spain

3 Training and Research Center Louata, Sefrou, Morocco

Auteur correspondant : sahar.elmaazouzi1@gmail.com

### **Abstract**

Post-harvest diseases of citrus fruits pose a significant challenge to the production and marketing of these fruits on a global scale. The main pathogenic agents responsible for post-harvest deterioration include *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Geotrichum candidum*, and *Colletotrichum gloeosporioides*. These fungi cause rapid decay, thereby reducing the quality and shelf life of the fruits, which leads to considerable economic losses. Traditionally, controlling these diseases has relied on the use of chemical fungicides. However, their effectiveness has declined due to the emergence of resistant strains, and their application raises environmental and health concerns. In response to these limitations, alternative and sustainable control methods have been developed. Among these, biological treatments using biocontrol agents, antagonistic microorganisms, essential oils, and aqueous extracts have shown promising efficacy. These agents act by competing with pathogens or producing antifungal metabolites. In addition, physical approaches such as heat treatments, the use of edible coatings enriched with natural antifungal compounds, and controlled refrigeration help to slow down pathogen proliferation. In conclusion, the integrated management of post-harvest diseases of citrus fruits, combining several control methods, appears to be the best strategy to ensure optimal preservation while minimizing environmental impacts.

**Mots-clés :** citrus fruits, post-harvest diseases, pathogens, biocontrol, sustainable preservation.





## **Potentiel des levures épiphytes en tant qu'agents de biocontrôle contre les moisissures verte et bleue des agrumes**

Ezzougari R.1,2\*, Bahhou J.2 et Lahlali R.1

1 Phytopathology Unit, Department of Plant Protection, National School of  
Agriculture, Ecole Nationale, Km10, Rte. Haj Kaddour, BP S/40,  
Meknes 50001, Morocco

2 Laboratory of Biotechnology, Conservation and Valorization of Natural  
Resources (LBCVNR), Faculty of Sciences Dhar El Mehraz, Sidi Mohamed Ben  
Abdallah University, Fez 30000, Morocco

Auteur correspondant : ezzouggarirachid@gmail.com

### **Abstract**

Un total de 167 levures isolées de l'écorce d'agrumes provenant de différentes régions a été évaluées pour leur activité antagoniste in vitro contre *Penicillium digitatum* et *P. italicum*, agents pathogènes responsables respectivement des moisissures verte et bleue des agrumes. Parmi ces levures, 30 ont été sélectionnées lors des tests in vitro pour leur capacité à inhiber la croissance du mycélium. Par la suite, ces 30 levures ont été soumises à des tests in vivo sur fruits d'oranges 'Maroc Late', et seulement 5 levures ont été retenues en raison de leur efficacité prometteuse., en fonction de leur efficacité et de leur potentiel prometteur. L'analyse phylogénétique des séquences d'ADNr ITS a permis d'identifier ces levures comme étant *Candida oleophila*, *Debaryomyces hansenii*, *Wickerhamomyces anomalus*, *Meyerozyma guilliermondii* et *Candida parapsilosis*. Les essais in vivo ont montré que ces cinq isolats réduisaient significativement l'incidence et la sévérité de la pourriture causée par *P. digitatum* et *P. italicum* après inoculation artificielle. De plus, ils ont été efficaces pour prévenir les infections naturelles de moisissures verte et bleue sur des fruits entreposés à 4 °C pendant 30 jours. Ces traitements n'ont pas altéré les propriétés physico-chimiques des fruits, y compris la fermeté, le pH, la teneur en sucres solubles et l'acidité titrable, tout en prolongeant leur durée de conservation. L'efficacité antagoniste des levures sélectionnées repose sur des mécanismes d'action variés, notamment la production de biofilms protecteurs, de lipopeptides antifongiques, d'enzymes lytiques telles que les chitinases et les glucanases, ainsi que de composés volatils inhibiteurs. Certaines levures ont également montré une capacité à consommer rapidement les nutriments disponibles, limitant ainsi la croissance des pathogènes. Ces résultats soulignent le potentiel prometteur des levures sélectionnées comme agents de biocontrôle efficaces, durables et respectueux de l'environnement pour la gestion post-récolte des moisissures des agrumes.

**Mots-clés :** Levures antagonistes, Lutte biologique, Agrumes, *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, Post récolte.





## **Food application of orange seeds powder through incorporation in wheat flour to boost vitamin and mineral profiles of formulated biscuits**

Elfazazi K.1\*, Laaraj S.1, Ashiq H.1,2, Kausar T.1 et Tikent A.3

1 Regional Center of Agricultural Research of Tadla,  
National Institute of Agricultural Research (INRA), Avenue Ennasr,  
BP 415 Rabat Principal, 10090 Rabat, Morocco

2 Institute of Food Science and Nutrition,  
University of Sargodha, Sargodha, Pakistan

3 Laboratoire d'Amélioration des Productions agricoles, Biotechnologie &  
Environnement (LAPABE), Faculté des Sciences, Université Mohammed Premier,  
BP: 717, 60000, Oujda, Morocco

Auteur correspondant : ka.elfazazi@gmail.com

### **Abstract**

There is increasing interest in fruits and vegetable seeds that contain bioactive chemicals, such as those that are obtained from orange seeds. In current work orange seeds powder was incorporated with wheat flour at 0, 2.5, 5, 7.5 and 10% level, to boost vitamin and mineral profiles of formulated biscuits. Changes in physicochemical features of developed biscuits were examined. Proximate analysis of orange seeds powder and wheat flour revealed that orange seeds powder have high fat, fiber, protein and ash contents as compared to wheat flour, whereas moisture contents in wheat flour were high. While, in developed biscuits highest values (percentage) of ash ( $9.68 \pm 0.04$ ), fiber ( $6.79 \pm 0.12$ ), protein ( $10.42 \pm 0.25$ ) and fat ( $36.90 \pm 0.55$ ) were found in biscuits developed with 10% orange seeds powder. Orange seeds powder was comparatively good source of both macro and micro minerals, as compared to wheat flour. High contents of selenium ( $5.32 \pm 0.03$ ), iron ( $2.12 \pm 0.05$ ), zinc ( $3.88 \pm 0.12$ ) and manganese ( $2.25 \pm 0.04$ ) mg/100 g, present in orange seeds powder were the prominent findings of this research work, as wheat flours was observed deficient in these trace minerals. Contents of calcium, magnesium, potassium, zinc, manganese, zinc and selenium in control biscuits were found  $20.51 \pm 0.08$ ,  $17.29 \pm 0.04$ ,  $46.12 \pm 0.05$ ,  $1.06 \pm 0.01$ ,  $1.97 \pm 0.01$ ,  $0.12 \pm 0.01$  and  $0.11 \pm 0.01$  mg/100 g, respectively, and replacement of wheat flour with 10% orange seeds powder increased values of these minerals to  $103.90 \pm 0.35$ ,  $44.35 \pm 0.50$ ,  $71.29 \pm 0.32$ ,  $2.59 \pm 0.4$ ,  $2.75 \pm 0.02$ ,  $1.31 \pm 0.01$  and  $2.02 \pm 0.05$  mg/100 g, respectively. Vitamin E and K, which were not detected in wheat flour, were present in orange seeds powder in high amount, whereas, B group vitamins, which were also present in wheat flour, but were observed in significantly high quantities in orange seeds powder. Increment in vitamin A, D, E, K and B complex was significant as a result of orange seeds powder supplementation, except vitamin B1 and B2, which were slightly decreased. Sensory evaluation revealed that 5% replacement of orange seeds powder provided good quality biscuits with acceptable color, flavor, taste, texture and overall acceptability. Orange seeds powder could prove an important ingredient of baking industry with potential of promoting nutritional value of foods.

**Mots-clés :** Orange seeds, wheat flour, valorisation, vitamins, mineral profile, sensory analysis, food application.



**État des lieux du nématode *Tylenchulus semipenetrans*,  
agent du dépérissement lent des agrumes au Maroc**

Zoubi B. 1,2,3, Qaddoury A.2, Iraqi Housseini A.1 et Mokrini F.3

1 Laboratory of Biotechnology, Environment, Agri-Food, and Health,  
Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohammed Ben Abdellah University,  
Fez 30050, Morocco2 Center of Agrobiotechnology and Bioengineering, Research Unit Labeled  
CNRST, Cadi Ayyad University, Marrakech 40000, Morocco3 Biotechnology Unit, National Institute for Agricultural Research,  
INRA-Rabat, Rabat 10080, MoroccoAuteur correspondant : [btissamgcb@gmail.com](mailto:btissamgcb@gmail.com)**Abstract**

Le nématode *Tylenchulus semipenetrans*, agent causal du dépérissement lent des agrumes, représente aujourd'hui l'un des ravageurs phytoparasites les plus préoccupants dans les vergers agrumicoles du Maroc. En tant que nématode semi-endoparasite, il s'installe au niveau des racines, provoquant un affaiblissement progressif de l'arbre, une baisse de vigueur, une réduction significative des rendements et une altération notable de la qualité des fruits. Face au manque de données actualisées sur la distribution géographique et l'incidence des nématodes phytoparasites dans les principales zones agrumicoles du pays, deux campagnes de prospection ont été réalisées entre 2018 et 2022. Celles-ci ont concerné les régions du Gharb, de la Moulouya, du Souss-Massa, de Tadla, du Loukkos, du Haouz, de Marrakech-Safi et de Béni Mellal-Khénifra. Les analyses des échantillons de sol et de racines prélevés ont révélé une infestation quasi généralisée par *T. semipenetrans*. Des taux d'infestation atteignant 100 % ont été enregistrés dans les régions du Gharb, du Loukkos, de la Moulouya, du Souss-Massa et de Tadla, tandis que le Haouz affichait un taux légèrement inférieur (86 %). Ces résultats ont été confirmés lors de la campagne de 2022, où *T. semipenetrans* a été identifié comme l'espèce dominante dans plusieurs régions, notamment Souss-Massa (88 %), Gharb (67 %), Berkane (63 %), Marrakech-Safi (62 %) et Béni Mellal-Khénifra (57 %), confirmant sa large distribution dans l'ensemble des zones prospectées. Ces données soulignent l'importance de ce parasite dans les vergers marocains et la nécessité de mettre en place des stratégies de surveillance et de lutte intégrée, adaptées aux contextes pédoclimatiques de chaque région.

**Mots-clés :** Agrumes, Dépérissement lent, *Tylenchulus semipenetrans*.



## **Adaliade cempunctata et Scymnus subvillosus, deux coccinelles prédatrices potentielles pour la lutte biologique augmentative contre les pucerons en vergers d'agrumes au Maroc**

Smaili M.C.1\*, Benzehra H.1, Haddad N.1 et Benaouda H.1

1 Institut National de la Recherche Agronomique, Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra, Laboratoire d'entomologie, 14000 Kenitra Maroc

\* Auteur correspondant : [csmaili@yahoo.fr](mailto:csmaili@yahoo.fr)

### **Abstract**

Par leur action bénéfique, les ennemis naturels jouent un rôle important dans la maîtrise des ravageurs dans plusieurs systèmes culturaux. Leur rôle antagoniste vis à vis des déprédateurs et leur intérêt agronomique ont été mis en évidence par plusieurs études. Les coccinelles aphidiphages restent parmi les plus importants ennemis indigènes qui exercent une prédation non négligeable contre ces aphides sur agrumes au Maroc. Ainsi, la connaissance de certains éléments biologiques de ces coccinelles et leur interaction avec les pucerons est d'un intérêt potentiel pour leur utilisation comme ennemis naturels potentiels dans un contexte de lutte intégrée sur agrumes. Le présent travail a pour objectif de contribuer à comprendre certains traits biologiques, liés au comportement et à la prédation de deux espèces de coccinelles *Adaliadecempunctata* Linnaeus et *Scymnus subvillosus* Goeze, prédateurs aphidiphages sur agrumes au Maroc. *Adaliadecempunctata* est un prédateur polymorphe dont seulement quatre phénotypes (P1, P9, P4 & P11) parmi onze évalués, pourraient être efficaces contre les pucerons en cas de pullulation en verger d'agrumes. L'allocation du temps, le comportement et l'efficacité de la prédation, le degré de satiété ainsi que l'impact des lâchers de ces deux espèces de coccinelles ont été examinés. En verger, la densité des pucerons et l'infestation des jeunes pousses d'agrumes ont été réduites une semaine après les lâchers d'*A. decempunctata*. En plus de *Coccinella septempunctata* Linnaeus, les coccinelles *A. decempunctata* et *S. subvillosus*, représentent des coccinelles prédatrices potentielles pour la lutte biologique augmentative contre les espèces de pucerons associées aux vergers d'agrumes au Maroc. L'utilisation de ces prédateurs pourrait être une solution pratique et alternative à la lutte chimique, respectueuse de l'environnement pour la lutte contre les pucerons associés aux vergers d'agrumes au Maroc.

**Mots-clés :** Agrumes, pucerons, Coccinellidae, méthodes alternatives, Maroc.

