

REPUBLIQUE TUNISIENNE

Ministère de l'Agriculture, des  
Ressources Hydrauliques et de la  
Pêche



Institution de la Recherche et de  
l'Enseignement Supérieur Agricoles



# **RAPPORT D'ACTIVITÉS**

## **Centre Régional des Recherches en Horticulture et Agriculture Biologique (CRRHAB) 2023**

E-mail : [crrhab@iresa.agrinet.tn](mailto:crrhab@iresa.agrinet.tn)

# Sommaire

<b>Mot du Directeur Général</b>	<b>3</b>
<b>2023 en chiffres</b>	<b>4</b>
<b>Regard sur les recherches entreprises en 2023</b>	<b>5</b>
<i>Programme 1 : Systèmes de production durables dans un contexte marqué par la dégradation des ressources naturelles et le changement climatique</i>	<b>5</b>
<i>Programme 2 : Exploitation et valorisation des ressources naturelles dans un contexte de changement climatique (eau, sol, biodiversité)</i>	<b>27</b>
<i>Programme 3 : Chaines de valeur agroalimentaires et innovations sociales</i>	<b>34</b>
<b>Nos projets de recherche</b>	<b>35</b>
<b>Valorisation de la recherche</b>	<b>44</b>
<b>Ouverture sur le monde extérieur</b>	<b>52</b>
<b>Coopération et Partenariat</b>	<b>52</b>
<b>Ressources humaines et financières</b>	<b>54</b>
<b><u>Structure de recherche</u></b>	<b>55</b>

## Mot du Directeur Général



***Prof. Taoufik BETTAIEB, Directeur Général du Centre Régional de recherches en Horticulture et Agriculture Biologique de Chott Mariem (CRRHAB)***

Nous évoluons dans une époque en perpétuel changement climatique qui se traduit par un nombre important d'enjeux auxquels nous nous trouvons forcément confrontés. Dès lors, le rôle des chercheurs est primordial pour apporter des solutions dans cette situation en pleine mouvance.

La rareté et la salinité de l'eau, les températures extrêmes, l'apparition et la propagation de nouveaux insectes et maladies ravageurs figurent, entre autres, aux problèmes où les apports des chercheurs sont incontournables pour la résolution de ces problèmes.

En effet, leader dans sa mission axée sur les recherches dans le domaine d'horticulture et d'agriculture biologique, le CRRHAB Chott Mariem a été, au cours de l'année 2023, un acteur clé dans les recherches permettant de surmonter ces handicaps.

L'année 2023, grâce aux efforts des chercheurs, agents administratifs, techniciens et ouvriers du centre, a permis de repartir à l'avant malgré les handicaps cités ci-dessus. En effet, l'année écoulée a été très dense en matière de projets et de résultats puisqu'elle a été l'occasion de travailler sur 12 projets dont 05 internationaux, 10 conventions avec des partenaires socio-économiques, l'obtention d'une nouvelle variété de tomate, le dépôt d'un brevet, la publication de 26 articles scientifiques dont 13 avec impact factor, 02 chapitres d'ouvrages, l'encadrement de 05 thèses de doctorat, 09 projets de fin d'études du cycle ingénieur, 07 projets professionnels de fin d'études en licence appliquée. Toutefois, ces acquis ne doivent pas faire oublier tout le travail, parfois moins visible de l'extérieur, accompli par l'ensemble de l'équipe, en particulier sur les programmes de formation, de valorisation des résultats de nos recherches et de leur diffusion à travers les organismes spécialisés.

Au CRRHAB Chott Mariem, la recherche pour le développement est notre raison d'être. Notre histoire, notre présent et le futur pour lequel nous essayons d'établir nos prévisions permettent de bien comprendre et d'identifier les clés de notre succès. L'innovation a toujours fait partie de notre parcours. Notre vision est de faire de notre centre de recherche, ensemble, une grande institution où tous peuvent évoluer, s'émanciper, se respecter, créer, inventer et s'engager pour la relève de l'agriculture tunisienne. Pour cela, je tiens ici à saluer l'implication de toute l'équipe dans l'accomplissement et le développement de nos projets tout au long de l'année 2023.

## 2023 en chiffres

- Budget national 2023 du CRRHAB (en DT)**

<b>Budget dédié à la recherche</b>	
<b>Rubriques</b>	<b>Montant (DT)</b>
<b>Titre I</b>	
-Petit matériel-consommable	10 000
-Réactifs-produits chimiques	8 000
-Documentation, impression	2 600
- Intrants agricoles	15 000
<b>Titre II</b>	
-Réhabilitation des stations expérimentales (Chott-Mariem, Sahline et Teboulba)	275
-Équipements scientifiques	00
<b>Budget global (subvention de l'État)</b>	
Total titre I	382 000
Total titre II	275 000
<b>Budget total</b>	<b>657 000</b>

- Nombre de projets internationaux : **05**
- Nombre de projets nationaux : **07**
- Nombre de conventions de partenariat et de collaboration : **10**
- Nombre d'obtentions végétales : **01**
- Nombre de brevets : **01**
- Nombre de sessions de formation : **09**
- Nombre de doctorants : thèses en cours : **05**, thèse soutenue : **01**
- Nombres de mastères soutenus en 2023 : **02**
- Nombres de PFEs soutenus : **09**, PPFEs soutenus : **09**
- Nombre de stages d'étude : **26**
- Nombres d'articles parus en **2023** dans des revues impactées : **13** et indexées : **13**
- Nombre de chapitres d'ouvrages : **02**
- Communications aux rencontres scientifiques : **18**

## **Regard sur les recherches entreprises en 2023**

### **Programme 1: Systèmes de production durables dans un contexte marqué par la dégradation des ressources naturelles et le changement climatique.**

#### ***Thème 1 : Gestion intégrée des ravageurs et maladies des cultures***

##### **Action 1 : Lutte intégrée contre les insectes ravageurs**

Les changements climatiques constituent un enjeu planétaire. Ces changements climatiques, notamment caractérisés par des hausses de température, conduiraient à de nombreux bouleversements pouvant toucher entre autres à la biodiversité des divers écosystèmes. L'agriculture pourrait donc être affectée de façon importante par ces changements en modifiant par exemple la croissance des plantes et l'abondance des organismes néfastes et bénéfiques associés aux cultures. Au cours des dernières années, des changements ont déjà pu être observés dans plusieurs pays sur certaines espèces végétales en lien avec les variations des températures et des précipitations, favorisant ainsi la dissémination et la propagation de certaines maladies et insectes ravageurs. Certaines espèces disparaissent, d'autres apparaissent dans des environnements différents de leur aire de répartition d'origine. Ajoutées à l'intensification des échanges commerciaux, ces changements représentent donc des facteurs de risque dans un contexte agricole. En effet, des espèces nuisibles (champignons, bactéries, virus, phytoplasmes, végétaux...) peuvent naturellement ou accidentellement envahir des écosystèmes différents de leur aire de répartition d'origine, s'y reproduire et les coloniser et ainsi modifier la biodiversité et l'équilibre des écosystèmes. Dans un contexte agricole, ces espèces envahissantes peuvent entrer en compétition avec des espèces indigènes, entraînant le déclin de ces dernières. De plus, ces espèces possèdent des capacités d'adaptation qui leur permettent de coloniser efficacement leurs nouveaux territoires et il est souvent difficile de contrôler leurs populations. Du fait des changements climatiques, les espèces indigènes et envahissantes pourraient donc provoquer des pertes de rendement majeures liées à la phytophagie ou à l'introduction et la dissémination de maladies pouvant avoir des répercussions sur des cultures ciblées. La Tunisie n'est pas épargnée par cette progression des espèces et il est fort probable, que dans les prochaines décennies, nous assisterons à l'introduction, l'établissement et la dispersion de nouveaux ennemis des cultures, qui sont actuellement présents dans d'autres régions. Dans le cadre d'une agriculture durable, il convient donc d'identifier les espèces indigènes et introduites qui menacent l'agriculture. En plus et depuis des années et dans ce cadre, la protection des cultures contre les organismes nuisibles accorde une importance croissante au concept de lutte intégrée contre les ravageurs, ou encore gestion intégrée (Integrated Pest Management IPM). La lutte intégrée contre les ravageurs est un système global qui permet à l'agriculteur de venir à bout des problèmes posés par les ravageurs mais de façon responsable pour l'environnement en répondant aux lois du marché et aux besoins et aspirations de la société. Elle associe différentes formes de lutte et de méthodes biologiques, culturales ou chimiques mais en minimisant l'usage des pesticides de synthèse. Pour qu'un programme de lutte intégrée soit efficace, il faut connaître à fond la biologie des espèces visées. Il est notamment indispensable d'être renseigné sur la dispersion, la densité et les mouvements des populations, ainsi que sur l'écologie des ennemis naturels des ravageurs. En matière de protection des végétaux en agriculture, cinq types d'approches pourraient être utilisées à savoir, la lutte biologique, la lutte physique, les biopesticides, les facteurs humains et la lutte chimique. La gestion des insectes ravageurs en utilisant des modèles de prédiction et des outils d'aide à la décision basés sur l'analyse des données climatiques et biologiques de la culture ou de l'exploitation peuvent de nos jours anticiper les risques de propagation (déplacements, cycles de vie et générations) des ravageurs et rendre possible la mise en place des programmes de recherche et des stratégies visant à lutter contre ces espèces.

Dans ce cadre, plusieurs ravageurs d'importance économique ont fait l'objet des travaux de recherche du laboratoire d'entomologie du CRRHAB.

## **Action 2 : Prévention et contrôle de géminivirus nouveaux et invasifs infectant les cultures légumières dans le bassin méditerranéen**

**Cadre :** Projet de recherche : GeMed PRIMA section 2.

**Partenaires :** Tunisie (INRAT, CRRHAB), France, Italie, Maroc, Jordanie.

La tomate et les cucurbitacées sont des cultures maraichères de premier plan en région méditerranéenne. Leur culture continue sur toute l'année, avec un nombre réduit de variétés, les rendent vulnérables à des agents pathogènes émergents et invasifs tels que les virus.

Les géminivirus sont particulièrement préoccupants en raison des pertes économiques qu'ils engendrent, des introductions fréquentes de nouvelles espèces dans la région et, de l'émergence de souches recombinantes potentiellement invasives et pouvant contourner des gènes de résistance.

Le projet GeMed qui est clôturé en fin 2023, avait pour objectif d'améliorer la prévention et le contrôle de ces attaques virales grâce à une coopération entre virologistes, entomologistes, généticiens, sélectionneurs, et bio-informaticiens. Après 4 ans d'investigations, le projet a permis d'approfondir les connaissances sur l'écologie des géminivirus potentiellement invasifs en impliquant des partenaires présents aux quatre coins de la Méditerranée. Il a permis également de comprendre les phénomènes d'émergence de géminivirus recombinants invasifs par des observations au champ et l'analyse d'interactions plante-virus.

Les insectes vecteurs de ces géminivirus comportent essentiellement les aleurodes (*Bemisia tabaci*) et les cicadelles. *Bemisia tabaci* a fait déjà l'objet de plusieurs travaux au laboratoire d'entomologie du CRRHAB (Pr Asma Laarif et collaborateurs) qui ont abouti à des connaissances biologiques et écologiques très importantes, concernant les différents biotypes de *B. tabaci*, diversité génétique, leurs plantes hôtes, leurs distributions géographiques... Les travaux du projet Gemed ont pu aboutir au développement de nouvelles méthodes de gestion intégrées avec des métabolites de plantes (Pr Asma Laarif et Dr Ikbal Chaieb) et des formulations à base d'huiles essentielles efficaces contre ces insectes vecteurs de virus.

Dans la recherche des cicadelles vectrices du Chickpea chlorotic dwarf virus (CpCDV), un mastrevirus polyphage, causant des pertes conséquentes sur de nombreuses cultures économiquement importantes, en particulier sur pois chiche, pastèque et tomate, des milliers d'échantillons de cicadelles ont été collectés dans plusieurs régions de la Tunisie (Kairouan, Monastir, Sousse, Mahdia, Cap Bon) spécialement dans des parcelles de solanacées et de cucurbitacées. Ce virus est transmis selon peu de travaux dans le monde par les cicadelles et plus particulièrement par deux espèces d'*Orosius*.

Les prospections et l'analyse morphologique et moléculaire des cicadelles collectées ont permis d'identifier, pour la première fois en Tunisie, l'espèce *Orosius albicinctus*, vectrice de Chickpea chlorotic dwarf virus. Les résultats obtenus ont été soumis au journal « Oriental insects » pour publication. Les résultats du projet ont été disséminés lors d'une journée d'information organisée le 05 juillet 2023 à l'INRAT.

## **Action 3: Gestion durable des ravageurs des cultures protégées**

**Cadre:** Projet PRIMA, section 1" Innovative Greenhouse Support System in the Mediterranean Region: efficient fertigation and pest management through IoT based climate control (**IGUESS-MED**)": <https://www.iguessmed.com/>

Le projet iGUESS-MED vise à développer un système d'aide à la décision (DSS) capable de gérer efficacement la fertirrigation et de prévenir les maladies et les ravageurs des plantes dans les cultures de tomates cultivées en sol et hors sol dans les serres commerciales de la région méditerranéenne.

Cette serre innovante avec DSS est développée pour aider les producteurs de serre à améliorer la gestion de la fertirrigation dans les zones où les eaux sont de faible qualité (saline), à réduire l'utilisation de produits chimiques grâce à une lutte durable et intégrée contre les ravageurs et les maladies et à améliorer l'efficacité climatique de la serre existante par des actions climatiques à faible coût.

Le DSS permet d'obtenir des productions plus saines et de meilleure qualité et des rendements plus élevés, tout en réduisant l'utilisation d'eau et les pertes de nutriments et de produits chimiques dans l'environnement. iGUESS-MED est capable de gérer une fertigation efficace, de prévoir les maladies et les ravageurs et

d'améliorer l'efficacité climatique dans les serres de tomates, en utilisant uniquement l'acquisition de données climatiques et des informations de base sur le système de culture. Le DSS fournit des retours et des alertes sur les besoins des cultures et des recommandations en temps réel aux agriculteurs via des outils conviviaux de visualisation de données en temps réel sur PC, tablettes ou smartphones.

Pour atteindre cet objectif, de nouveaux modèles de calcul de l'évapotranspiration des cultures ont été réalisés par les différents partenaires en intégrant les données des capteurs des plantes, du sol et du climat. Un modèle de prévision la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) a été développé par le partenaire italien.

En Tunisie, des essais de cultures de tomates sous multi-chapelles ont été installés en 2023 chez des partenaires socioéconomiques, en sol à la station régionale du Centre technique des cultures protégées et géothermiques à Monastir et en hors sol à la société exportatrice de tomates « la Maison de l'oasis » à Gabes. Dans les différents essais, nous avons constaté que l'insecte qui reste toujours le plus redouté est la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. La stratégie de lutte proposée, le suivi quotidien des capteurs climatiques et des capteurs du sol et l'analyse des données obtenus ont permis de réduire les traitements chimiques de 27 traitements à 5 traitements chimiques et biologiques dans l'essai de Monastir. En effet, la stratégie adoptée consiste à utiliser le filet insect proof, les doubles portes, les pièges collants pour les aleurodes et à phéromone pour *T. absoluta*, le contrôle direct des insectes et des maladies sur les plants et les biopesticides. Dans l'essai de Gabes, nous avons introduit l'utilisation de trichogrammes indigènes dans la stratégie de lutte au lieu des auxiliaires importés. Nous avons également réussi à développer un modèle de prévision de l'occurrence des différents stades de *T. absoluta* en fonction de la température et des traitements phytosanitaires réalisés. Ce modèle qui a été par la suite breveté a permis de prévoir les attaques de la mineuse et de proposer des interventions plus précises et plus efficaces pour la contrôler. L'application du DSS et la stratégie de lutte intégrée bénéficieront aux travailleurs et aux consommateurs, en offrant de meilleures conditions de travail, des cultures saines et une réduction de l'impact environnemental.

**Coordinateur du projet :** Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi del l'Economia Agraria, Italie

**Partenaires :** CRRHAB (Tunisie), Université de Pise, Bioplanet, EVJA s.r.l. (Italie), Université d'Almeria, Fondation Cajamar, GRUPO LA CAÑA (Espagne), Université d'Akdeniz (Turquie)

#### **Action 4: Détermination de la répartition spatio-temporelle de la cératite en verger de pêcher**

La mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera, Tephritidae) est considérée comme le ravageur le plus redoutable des fruits et des légumes à travers le monde. Le nombre d'hôtes potentiels dépasse les 350. Les femelles piquent les fruits à l'aide de leur ovipositeur pour y déposer leurs œufs à faible profondeur. Dès leur éclosion, les larves se nourrissent de la pulpe pendant quelques jours avant de quitter le fruit pour s'enfouir dans le sol et se transformer en pupes. De chaque pupa sortira une mouche adulte.

**Problématique:** La lutte contre la cératite reste exclusivement dépendante de l'application excessive d'insecticides avec des traitements généralisés (cover sprays) sans connaissance préalable de la répartition de l'infestation dans les vergers.

**Objectif globale:** L'objectif de cette action est de réduire l'utilisation d'insecticides dans la lutte contre la cératite en identifiant les zones infestées cibles de traitements et réduire ainsi l'usage des doses d'insecticides.

**Méthode:** Déploiement des pièges conventionnels (Figure 1) et des pièges électroniques (Figure 2) appâtés avec des attractifs mâles (trimedlure) de la cératite sur le site d'étude situé à Khlidia (Ben Arous) et comprenant 10 variétés différentes de pêcher (Figure 3)

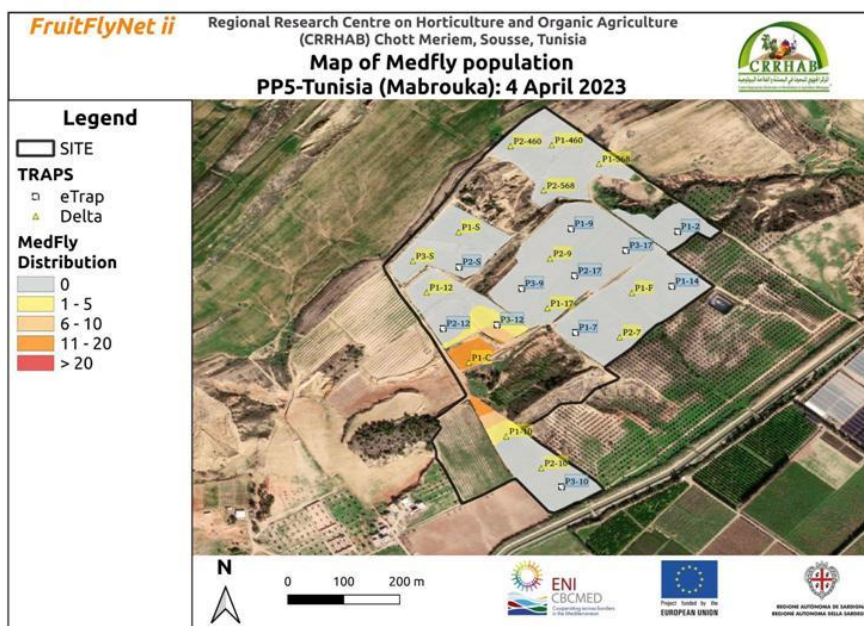




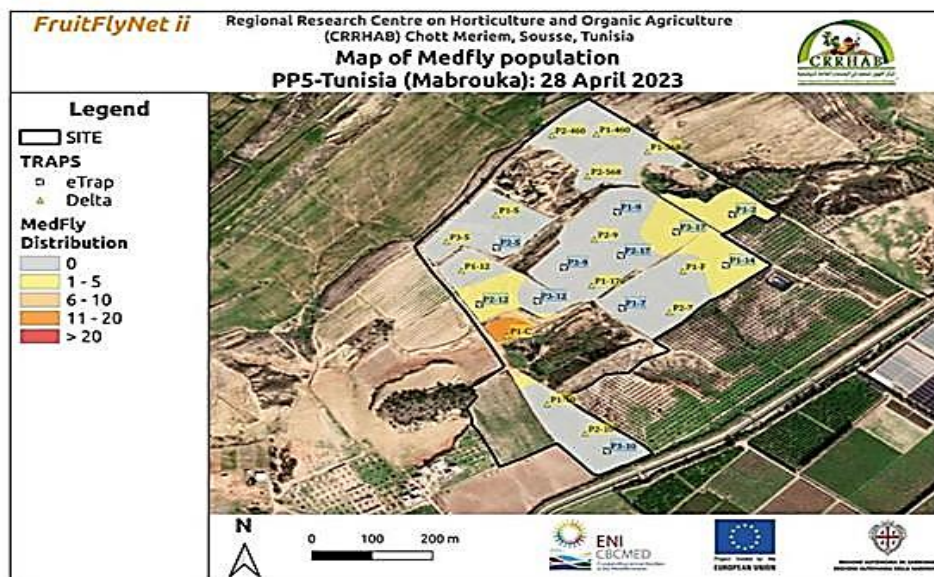


## Résultats

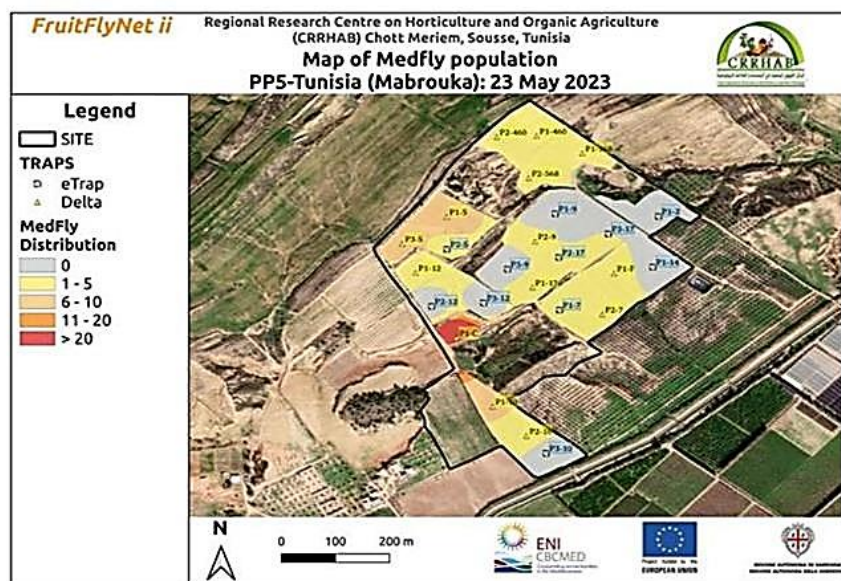
Les répartitions spatiales des infestations sont rapportées par les figures 4, 5 et 6.



**Figure 4:** Niveau d'infestation dans le verger matérialisé par l'intensité des captures le 4 avril 2023.



**Figure 5 :**Niveau d'infestation dans le verger matérialisé par l'intensité des captures le 28 avril 2023



**Figure 6:** Niveau d'infestation dans le verger matérialisé par l'intensité des captures le 5 mai 2023

**Innovation:** Connaissance des zones infestées, donc réduction des traitements chimiques (Figure 7)



**Figure 7 :** Insectes capturés moyennant un piège électronique (13 mai 2023)

## **Action 5: Utilisation du système d'information géographique mobile (Mobile GIS) pour collecter des données sur la cératite dans les pièges**

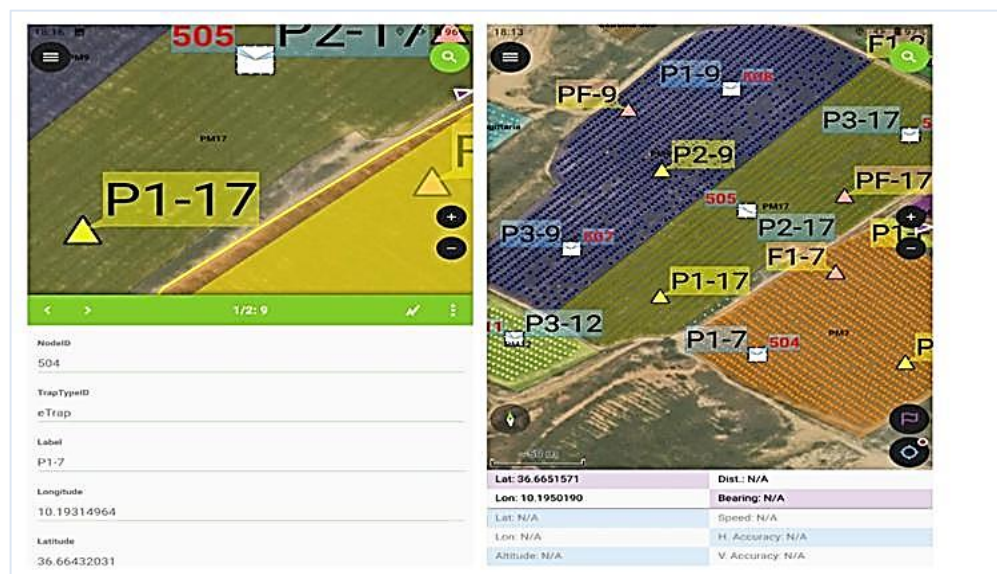
### **Problématique**

L'acquisition des données de capture dans les pièges conventionnels est lourde et fastidieuse et nécessite des déplacements fréquents sur terrain.

**Objectif:** Utiliser les nouvelles technologies pour la localisation des pièges et l'acquisition automatique et rapide des données de capture

**Méthode:** Les pièges conventionnels ont été inspectés chaque semaine et des photos des plaques collantes ont été prises à l'aide d'appareils mobiles (tablette et appareil GPS). Ces appareils ont également été utiles pour localiser rapidement les pièges grâce au logiciel Qfield qui affiche des cartes numérisées du site, des arbres et des pièges (Figure 8) et qui est très utile pour la collecte de données sur le terrain (Figure 9).





**Figure 8:** Application mobile QField utilisée pour collecter des données sur le terrain

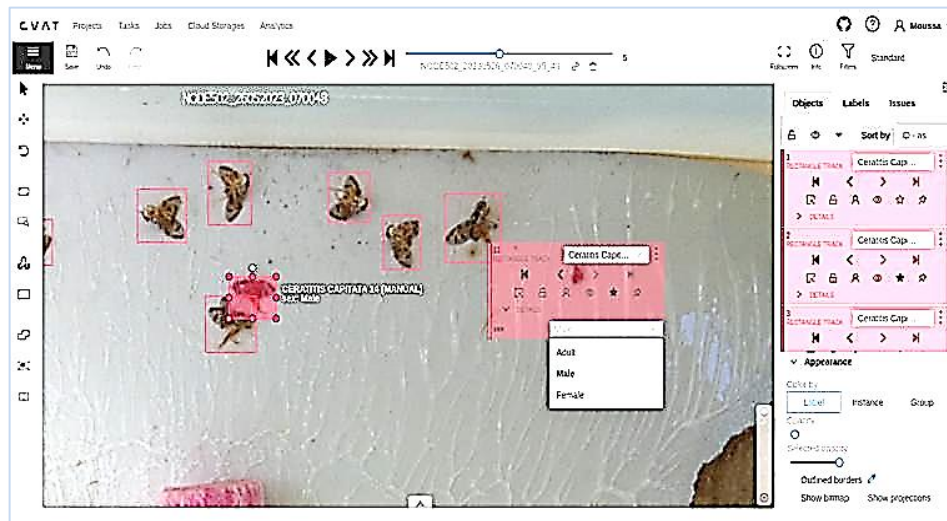
## Résultats

Au début de la campagne, lorsque le nombre de captures était encore faible, nous avions l'habitude d'enregistrer le nombre de captures de chaque piège *in situ*. Cependant, plus tard, lorsque le nombre de captures a commencé à augmenter et que les plaques collantes ont été envahies par la cératite et d'autres insectes, cette approche est devenue peu pratique. Nous avons donc commencé à utiliser le logiciel DotDotGoose, un outil qui aide à compter manuellement les objets dans les images. Cet outil est utile car il garde une trace de la position de chaque insecte identifié manuellement sur l'image. Plus tard, nous avons commencé à utiliser CVAT (Computer Vision Annotation Tool), qui sert à la fois à compter et à étiqueter les données (pour les préparer à d'éventuels modèles d'apprentissage automatique). CVAT offre de nombreux avantages : il permet un meilleur travail d'équipe et est également très pratique pour suivre des objets qui ne changent pas d'une image à l'autre (les mouches dans les photos des pièges électroniques sont presque fixes). Il dispose également de modèles d'intelligence artificielle qui peuvent aider à l'étiquetage (Figure 9). Les photos des plaques des pièges conventionnels et des pièges électroniques ont été traitées avec CVAT et les nombres de captures ont été déterminés. Une base de données des captures de Medfly a été préparée (Figure 10).

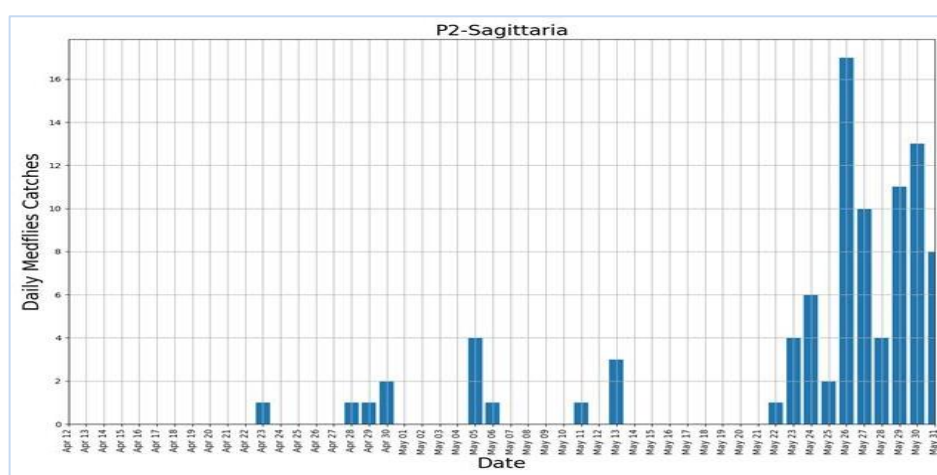


**Figure 9:** Étiquetage des données à l'aide de la plate-forme CVAT

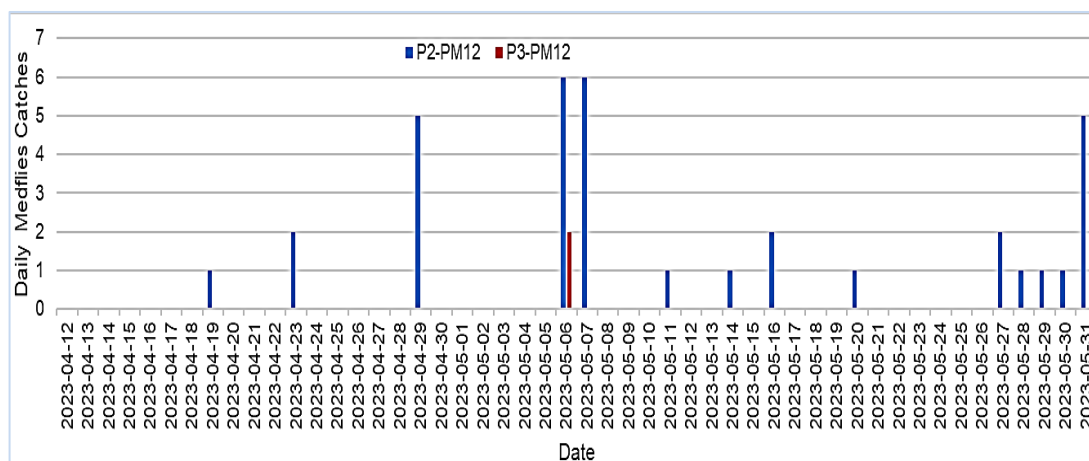
Les résultats de capture de la cératite des pièges électroniques pour quelques variétés de pêcheur sont rapportés dans les Figures 11, 12 et 13.



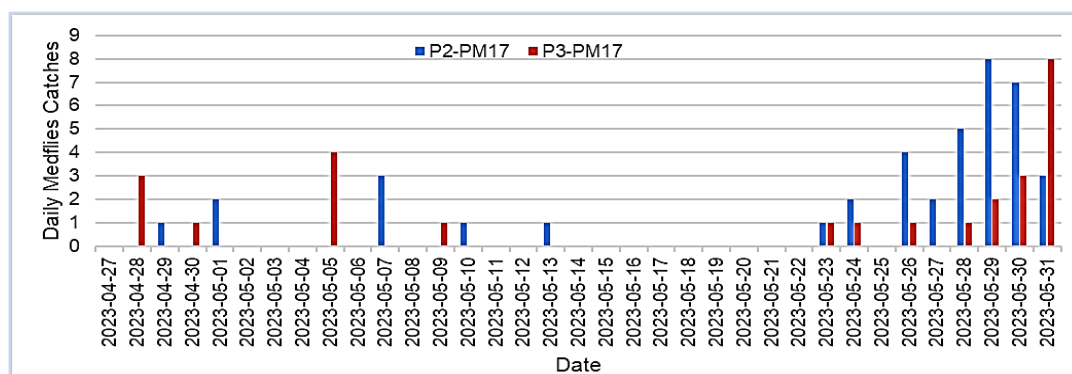
**Figure 10:** Étiquetage des données à l'aide de la plate-forme CVAT



**Figure 11:** Captures de la cératite le cultivar Sagittaria du 12 avril au 31 mai 2023



**Figure 12:** Captures de la cératite sur le cultivar PM12 du 12 avril au 31 mai 2023



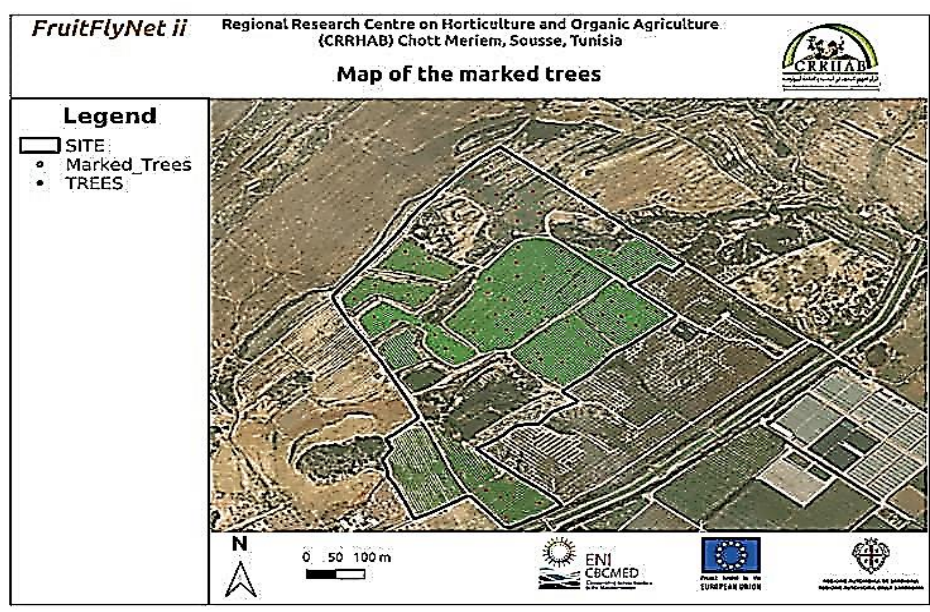
**Figure 13:** Captures de la cératite sur le cultivar PM17 du 27 avril au 31 mai 2023

## Action 6: Étude de la réceptivité des fruits du pêcher (aspect phénologique des fruits: BBCH) à l'égard de l'infestation par la cératite

**Problématique:** Les traitements contre la cératite sont en général réalisés en connaissance pratique sur l'état physiologique de l'hôte (les fruits) induisant des pulvérisations en surnombre

**Objectif:** Établir avec le maximum de précision l'état phénologique des fruits hôtes

**Méthode:** Pour suivre le développement phénologique des fruits (BBCH), dix arbres de chaque cultivar ont été choisis (Figure 14). Pour chaque arbre, cinq fruits de chaque emplacement géographique (nord, sud, est, ouest et milieu de l'arbre) ont été sélectionnés et marqués.



**Figure 14:** Marquage des arbres (10 par cultivar)

## Résultats

Lors de la première récolte des cultivars à maturation précoce (Sagittaria, PM12, PM14 et PM9), les dommages sur les fruits évalués par le nombre de piqûres n'ont pas été observés (0 piqure sur fruits).

**Innovation :** Réduction de l'usage de pesticides

## Action 7: Développement et application de biopesticides d'origine végétale pour la gestion des ravageurs des cultures protégées et des denrées stockées

Les cultures légumières protégées sont confrontées à des bio-agresseurs existants et émergents dont les populations sont en augmentation avec l'intensification des systèmes de production et les changements climatiques. Les traitements chimiques, outil de gestion le plus utilisé par les producteurs, ont engendré des problèmes de pollution, de perturbation des équilibres écologiques, des atteintes à la santé humaine et animale



et à l'apparition de phénomènes d'accoutumance et de résistance chez les bio-agresseurs visés. De nouvelles stratégies de protection basées sur des solutions innovantes de bio-contrôle s'avèrent nécessaires.

Les huiles essentielles (HE) de plantes aromatiques sont considérées parmi les produits alternatifs les plus utilisés surtout comme fumigants naturels. Elles présentent une forte toxicité chez les insectes, tout en étant de faible toxicité vis-à-vis des vertébrés. Elles sont biodégradables et non persistantes dans l'environnement et agissent rapidement. Certaines HE ont une action neurotoxique et/ou inhibitrice du système enzymatique alors que d'autres sont métabolisées par des enzymes de détoxification. Plusieurs plantes spontanées produisant des substances à activité insecticide ont été identifiées. Les techniques d'extraction des substances bioactives ont été optimisées et leurs effets sur des ravageurs des cultures et des denrées stockées sont bien déterminés. Des formulations à base de ces substances bioactives ont été testées en milieu naturel pour voir leur impact sur la plante et sur les auxiliaires (Figure 15). Ainsi, plusieurs produits naturels d'origine végétale sont proposés pour lutter contre différents bio-agresseurs des cultures protégées. Les résultats obtenus sont intégrés dans les programmes de gestion raisonnée des ravageurs. Nos recherches continuent pour optimiser les méthodes d'utilisation des huiles essentielles.



**Figure 15:** Essai de traitement des pucerons du piment par des formulations à base d'huiles essentielles

#### **Action 8: Impact de l'association des cultures sur la diversité des insectes pollinisateurs et auxiliaires sur la production et la protection des cultures**

Les insectes utiles (pollinisateurs et auxiliaires) jouent un rôle très important dans le maintien de la biodiversité et l'amélioration de la production dans les agro-écosystèmes. Cette action se propose d'étudier ces pollinisateurs dans un contexte d'associations de cultures. Pour cela, il est utile de réaliser une collection d'espèces d'insectes utiles sur des cultures principales et des cultures associées (Figure 16) pour dresser une liste exhaustive des espèces de pollinisateurs rencontrées sur les cultures maraîchères dans la région, afin de préparer un catalogue de ces espèces qui pourra servir comme référence. Dans ce contexte il est essentiel de déterminer l'effet d'associations végétales sur la pollinisation et les paramètres de production de la culture principale. Ceci pourra permettre d'établir une stratégie simple pour la gestion des insectes utiles basée sur les associations végétales pour une ou deux cultures principales au centre-est tunisien.



**Figure 16:** Essai de suivi de la population de pollinisateurs dans différentes espèces d'apiacées

### **Action 9: Gestion intégrée des maladies fongiques associées aux espèces horticoles**

L'ensemble des activités de recherche menées s'articule autour du thème "lutte intégrée contre les champignons phytopathogènes", en allant de l'isolement et l'identification jusqu'à la recherche des moyens de lutte appropriés.

- **Caractérisation des champignons phytopathogènes:** La reconnaissance des principales espèces de champignons déjà existantes ou émergentes, pouvant infecter le figuier et le grenadier, permettrait d'éviter la contamination de nouveaux vergers et de nouvelles zones de production de ces espèces en Tunisie. Pour cela, des prospections ont été réalisées dans plusieurs zones à vocation arboricole en Tunisie, et différents échantillons d'organes infectés, présentant divers types de symptômes, ont été collectés et ramenés au laboratoire pour isolement des agents phytopathogènes impliqués et leurs éventuelles caractérisations (**Cadre: LR21AGR03 'Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)' et Projet DiaDAF-Centre**).

- **Comportement variétal vis-à-vis des champignons phytopathogènes :** Trente-cinq (33) variétés de pomme de terre (proposées pour inscription au catalogue officiel) ont été évaluées, durant l'année 2023 (11 variétés en culture de saison, 11 en arrière-saison et 11 en extra-primeur), pour leur comportement agronomique et phytosanitaire. Le rapport d'évaluation des variétés testées en culture de saison a été transmis à la DGSVCIA (**Cadre: Convention CRRHAB-DGSVCIA**). Le dépouillement des données des deux autres essais (arrière-saison et extra-primeur est en cours).

- Quatre (4) porte-greffes de tomate, en plus du porte-greffe Maxifort utilisé comme témoin, ont été testés en 2023, pour leur réponse (résistance/tolérance/sensibilité) vis-à-vis de deux races de *Verticillium dahliae*, deux races de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* ainsi que *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. Un rapport d'évaluation a été transmis à la DGSVCIA (**Cadre : Convention CRRHAB-DGSVCIA**).

- Sept (7) accessions de tomate (en provenance de The WorldVeg Center) ont été testées, en plus de trois variétés commerciales utilisées comme témoins, pour leur réponse aux maladies telluriques en conditions d'infection naturelle en plein champ. L'évaluation des paramètres de sévérité des différentes maladies ciblées ainsi que des paramètres de croissance des plants a été réalisée. Les résultats obtenus en 2023 ont été transmis au bailleur de fond (Rural Development Administration (RDA) of the Republic of Korea) dans un rapport collectif des travaux de toute l'équipe impliquée dans ce projet (**Cadre : Projet KAFACI-VEG**).

- **Gestion intégrée des champignons phytopathogènes telluriques associés à la pomme de terre :** Évaluation de l'effet combiné de deux types de fumier (fumier ovin et bovin) et de certains bio-fongicides et bio-stimulants, autorisés en agriculture biologique, pour leurs effets sur la sévérité des maladies fongiques telluriques sur plusieurs variétés de pomme de terre cultivées sur deux saisons de culture et ce, en conditions d'infection naturelle (**Cadre: LR21AGR03 'Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)' et projet GIMAFOP**).

**- Utilisation des algues marines pour la lutte contre la verticilliose et la fusariose de la pomme de terre:** Évaluation de l'efficacité de certains traitements à base d'algues brunes dans la réduction de l'incidence et de la sévérité de la verticilliose et de la fusariose, en conditions d'inoculations artificielles *in vivo* et d'infection naturelle en plein champ dans la région de Tébourba.

Des recherches de molécules bioactives d'origine végétale ont été entamées pour tester leurs activités antifongique et antibactérienne contre divers agents phytopathogènes (**Cadre: LR21AGR03 'Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)' et projet GIMAFOP**).

**- Utilisation de bactéries endophytes pour la lutte contre les maladies telluriques de la pomme de terre:** L'efficacité de plusieurs bactéries endophytes du genre *Bacillus* (*B. tequilensis* SV39, *B. subtilis* SV41, *B. cereus* S42, *B. methylotrophicus* SV44, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* SV65, et *B. tequilensis* SV104) dans la réduction de la sévérité des maladies fongiques sur pomme de terre a été démontrée en conditions d'inoculations artificielles *in vivo* et en conditions d'infection naturelle, sur des cultures de pomme de terre d'arrière-saison, d'extra-primeur et de saison. De plus, les traitements à base des isolats SV39, SV41, SV44 et SV104 ont induit une augmentation significative du rendement en tubercules pour au moins une saison de culture (**Cadre: LR21AGR03 'Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)'**).

### ***Thème 2: Gestion intégrée des systèmes de production***

**Action 1: Valorisation de la microflore utile du sol ou du compost et des microorganismes endophytes associés aux solanacées pour améliorer la productivité et l'état sanitaire des cultures légumières**

- Evaluation de l'effet de six souches bactériennes (à savoir *Bacillus subtilis* SV41, *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* SV65, *Stenotrophomonas maltophilia* S26 et S28, *Serratia marcescens* S14 et *Azotobacter chroococcum* S11), naturellement associées aux solanacées spontanées, et qui sont appliquées en consortia et combinées ou non avec le jus de compost et en association avec des engrais vert (la féverole et le radis fourrager) ou avec le fumier bovin (utilisé comme témoin) sur :

\* l'activité microbienne au niveau de la rhizosphère du piment cultivar Starter,

\* sur la croissance, la productivité et sur la santé des plantes cultivées sous serre.

- Evaluation de l'effet de quatre souches bactériennes solubilisatrices du phosphate appartenant au genre *Bacillus* à savoir: *B. amyloliquefaciens* SV30, *B. cereus* S42, *B. licheniformis* SV4 et *B. subtilis* subsp. *inaquosorum* CT43, associées aux solanacées spontanées sur :

\* l'activité microbienne au niveau de la rhizosphère du fakkous local cv. Mornagui cultivé sous serre,

\* la sévérité des maladies telluriques rencontrées, la croissance et la productivité de cette culture.

**Action 2: Evaluation de l'effet de certaines pratiques agricoles sur la population microbienne du sol, la sévérité des maladies fongiques et la production des cultures légumières**

- Application d'un programme de rotation de différentes espèces potagères (fenouil, oignon, carotte, betterave, laitue, chou-fleur, chou pommé, blette, navet, aubergine, persil, épinard radis fourrager et féverole) afin d'améliorer la fertilité biologique du sol et d'augmenter la productivité des cultures.

- Effet des amendements organiques (fumiers ovin et bovin, radis fourrager utilisé comme engrais vert), des bio-inoculants microbiens (à base de *Bacillus* spp.) et du jus de fumier fermenté sur la structure de la communauté microbienne du sol, la production de la pomme de terre et la sévérité des maladies fongiques telluriques associées à cette culture.

**Action 3: Etude de l'adaptation des variétés de fève et de féverole au Centre-Est Tunisien en mode conventionnel versus mode biologique**

Dans un contexte de changement climatique où l'adoption de bonnes pratiques agricoles devient une



nécessité et non un choix, les légumineuses, grâce à leurs capacités fixatrices d'azote atmosphérique, jouent un rôle principal dans tout système de culture respectueux des principes de l'agro-écologie. Au centre de la Tunisie, les cultures maraîchères ont un intérêt de premier ordre pour les agriculteurs de la région et la sécurité alimentaire du pays. Cependant, la durabilité de ce système et la qualité des sols agricoles sont fortement menacées par l'utilisation excessive des intrants; ce qui affecte la bio-fertilité des sols et la qualité des produits.

Dans ce cadre, ce projet vise la promotion et l'intégration des légumineuses (essentiellement la fève et la féverole) dans les systèmes maraichers locaux pour la diversification des productions, la préservation des sols fertiles et la durabilité des systèmes agro-alimentaires de la région et face aux changements climatiques.

**Objectif général et objectifs spécifiques:** Cette étude vise la promotion et l'intégration des légumineuses dans les systèmes maraichers au centre-est de la Tunisie pour la diversification des productions, la préservation des sols agricoles fertiles et la durabilité des agrosystèmes. A cet objectif général s'ajoutent des objectifs spécifiques tels que :

- Diversification des cultures et des productions dans les petites exploitations conduites en mode conventionnel et biologique.
- Evaluation de l'impact de l'intégration des légumineuses comme précédent cultural dans la région (rotation et engrais vert).
- Optimisation des itinéraires techniques de production des légumineuses dans les systèmes maraichers locaux.
- Vulgarisation des procédés et techniques particulières validés et adaptés aux conditions agro-techniques de la région.



Mode conventionnel

Mode biologique

**Figure 17 :** Essai variétal de féverole installé à la station expérimentale de Chott-Mariem

#### **Action 4: Valorisation des déchets verts de la fève**

La fève (*Vicia faba* L.) est l'une des légumineuses les plus cultivées dans le monde après le soja et le pois. Elle présente une qualité nutritionnelle très importante à sa concentration en fibres, protéines, acides gras essentiels, éléments minéraux essentiels et glucides. Cette espèce se caractérise par sa richesse en composés bioactifs qui qualifie toutes les parties de la plante à ses différents stades de croissance et plus précisément les gousses qui sont un sous-produit généralement classé comme déchet via les voies de transformation industrielle.

La présente étude a pour objectif de déterminer les composantes du rendement et de la qualité de la fève et de mettre en valeur l'intérêt nutritionnel des gousses vertes, et d'ouvrir des perspectives de valorisation et de

transformation de cette partie, généralement jetée, non seulement dans l'alimentation humaine et animale mais aussi dans divers produits pharmaceutiques, esthétiques, thérapeutiques etc.

L'essai a été conduit à la station expérimentale Chott-Mariem du Centre Régional des Recherches en Horticulture et Agriculture Biologique (CRRHAB). Deux variétés de fève ont été cultivées en mode conventionnel versus mode biologique durant la campagne agricole 2021/2022. Les composantes du rendement ainsi que le taux de chlorophylle (TC), les teneurs en polyphénols totaux (TPC) et en flavonoïdes totaux (TFC), la capacité antioxydante (DPPH%) et les concentrations en éléments minéraux (Ca, Na et K) ont été alors déterminés.

En outre, l'analyse statistique de la variance des 3 facteurs étudiés (mode de culture, bloc et variété) a montré que seul le mode de culture a un effet significatif sur quelques paramètres étudiés. En effet, la différence est significative à  $P \leq 0.05$  pour les TPC, TFC et DPPH % du stade végétatif, et hautement significative à  $P \leq 0.01$  pour les TPC, TFC, DPPH% du stade reproductif, aussi pour la teneur en calcium des graines, la capacité antioxydante DPPH%, et la teneur en Sodium Na des gousses et des graines avec des valeurs plus importantes enregistrées pour le mode conventionnel. En général, les gousses représentent les teneurs en polyphénols, flavonoïdes, en éléments minéraux (Ca, Na et K) et la capacité antioxydante les plus élevées.

Ce travail présente une première étape de valorisation des gousses vertes et renseigne sur les possibilités d'utilisation dans des produits nutritifs, pharmaceutiques et cosmétiques.

#### **Action 5: Etude de l'adaptation des variétés de pois chiche au Centre-Est Tunisien en mode conventionnel versus mode biologique**

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est une espèce de la famille des légumineuses présentant une bonne qualité nutritionnelle grâce à sa concentration en fibres, protéines, acides gras essentiels, éléments minéraux essentiels et glucides.

Ce travail vise la promotion et l'intégration des légumineuses dans les systèmes maraichers locaux pour la diversification des productions, la préservation des sols fertiles et la durabilité des systèmes agro-alimentaires de la région et face aux changements climatiques.

**Objectif général et objectifs spécifiques :** Cette étude vise la promotion et l'intégration du pois chiche dans les systèmes maraichers au centre-est de la Tunisie pour la diversification des productions, la préservation des sols agricoles fertiles et la durabilité des agrosystèmes. A cet objectif général s'ajoutent des objectifs spécifiques tels que :

- Diversification des cultures et des productions dans les petites exploitations conduites en mode conventionnel et biologique.
- Optimisation des itinéraires techniques de production du pois chiche dans les systèmes maraichers locaux.
- Vulgarisation des procédés et techniques particulières validés et adaptés aux conditions agro-techniques de la région.

L'essai est conduit à la station expérimentale Chott-Mariem du Centre Régional des Recherches en Horticulture et Agriculture Biologique (CRRHAB). Trois variétés de pois chiche sont cultivées en mode conventionnel versus mode biologique durant la campagne agricole 2023/2024.



### **Thème 3: Développement et valorisation des ressources génétiques locales et paquets techniques par zone agro-écologique**

#### **Action 1: Valorisation des ressources génétiques locales de Cucurbitacées, Amélioration génétique du melon au stress biotique)**

Les Cucurbitacées sont de haute valeur nutritionnelle et d'importance économique en Tunisie. La caractérisation agro-morphologique, biochimique et moléculaire de notre patrimoine génétique local nous a permis l'identification d'un germoplasme présentant des potentialités agronomiques importantes pour les programmes de sélection et d'amélioration des cucurbitacées. En effet, des accessions locales de melon ont été identifiées comme résistantes à plusieurs bio-agresseurs (oidium, *Fusarium* spp. et puceron) et qui seront utilisées dans des futurs programmes d'amélioration. Des autofécondations ont été réalisées sur les accessions présentant un intérêt en vue de futurs croisements diallèles.

#### **Action 2: Oignon, diversité génétique et amélioration**

L'étude agro-morphologique a porté sur une collection de 19 accessions d'oignon collectées dans différentes régions du sud Tunisien et cultivées dans deux régions appartenant à deux étages bioclimatiques différents : la région de Gabès appartenant à l'étage bioclimatique aride et la région de Sahline- Monastir appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride.

La caractérisation morphologique, sur la base de caractères quantitatifs et caractères qualitatifs mesurés sur 20 bulbes pour chaque accession, a montré une variabilité intra et inter-accession importante (Figure 18). L'analyse de la variance effectuée sur les caractères quantitatifs a montré en plus un effet environnement et une interaction Génotype x Environnement hautement significatifs.

L'étude de caractérisation moléculaire, faite en collaboration avec la BNG, a été menée moyennant 11 marqueurs EST-SSR ayant manifesté un polymorphisme élevé dans des travaux antérieurs. Les résultats ont montré que les marqueurs testés étaient tous polymorphes avec un nombre d'allèles qui varie de 2 à 5 et un PIC moyen de 0,43; ce qui témoigne de l'efficacité des marqueurs choisis dans la détection du polymorphisme génétique chez les accessions étudiées.



**Figure 18:** Variabilité de forme et de couleur observée chez les accessions d'oignon collectées dans le sud tunisien

#### **Action 3: Amélioration génétique de la tomate**

La Tunisie importe la quasi-totalité de ses besoins en semences de tomate. Il s'agit de semences de variétés hybrides améliorées. Dans ce contexte, motivé par la volonté de contribuer à la souveraineté alimentaire du pays, un programme d'amélioration génétique de la tomate a été mis en place au CRRHAB.

Ce programme de recherche, dont une grande partie est réalisée dans le cadre du projet KAFACI-VEG (2020-2024) et du LR21AGR03-Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD), a été établi ciblant à traiter plusieurs aspects:

- Situation de la production de tomate en Tunisie : Un questionnaire de référence commun à tous les pays participant au projet a été établi. En outre, un travail d'enquête a été mené couvrant la région du centre est de la Tunisie (culture de tomate de primeurs).

- Analyse de la situation de la production de tomate: Des documents techniques sont en cours de préparation en guise de synthèse de cette partie de travail.

- Obtention et multiplication de matériel génétique introduit: Nombreuses entrées de tomate en provenance de banques de gènes internationales ont été acquises et leur multiplication a été réalisée. En particulier, de nouvelles sources de résistance ont été acquises ciblant des stress biotiques (e.g. TSWV) et/ou abiotiques (e.g. salinité de l'eau d'irrigation, hautes températures). Ainsi de nouvelles résistances et/ou tolérances pourront être programmées tout au long du programme de sélection et d'amélioration génétique de la tomate.

- Évaluation et sélection des entrées de tomate contre les menaces biotiques (TYLCV, flétrissure fusarienne, pourriture fusarienne du collet et des racines, flétrissure verticillienne, tache bactérienne, nématodes à galles) et abiotiques (tolérance à la chaleur): Suite aux essais d'évaluation des réponses aux agents pathogènes cités, 7 accessions de tomate ont été sélectionnées pour des essais d'évaluation en culture de plein champ pendant deux périodes différentes: culture de saison et culture d'arrière-saison. Une étude comparative du comportement des accessions de tomate, notamment vis-à-vis des conditions climatiques (dont en particulier les hautes températures estivales) sera ainsi possible.

- Évaluation du matériel génétique pour les caractères agronomiques et la communauté microbienne associée: Durant deux campagnes successives, des entrées de tomate ont été sélectionnées pour leur performance agronomique et leurs qualités de fruits. En outre, l'analyse de la composition de la rhizosphère au niveau de la communauté microbienne a permis d'identifier des génotypes ayant une action positive et enrichissante sur la communauté microbienne. Ces résultats ont ainsi pu être confirmés. Les résultats de ces travaux ont pu être exploités durant la campagne 2023 pour une valorisation concrète. En effet, une accession de tomate ayant exprimé un niveau de rendement élevé (G2) a pourtant manifesté un niveau de résistance faible face aux maladies telluriques. Cette accession a ainsi été traitée via l'ajout du sol prélevé de la rhizosphère d'une autre accession de tomate qui avait exprimé une résistance plus élevée face aux attaques biotiques du sol (G3). Ainsi l'accession traitée (G2+) a été évaluée pour différents paramètres comparée à (G2). L'action bénéfique du traitement effectué a pu être démontrée à plusieurs niveaux: réduction de l'impact des maladies du sol, le maintien d'un niveau élevé de la production, effet améliorant sur les paramètres de qualité des fruits, ...etc.

#### **Output en 2023: Obtention végétale MEB119 F1 (CRRHAB ; Figure 19)**



**Figure 19:** Bouquet de tomate hybride (MEB119 F1)

Tomate hybride de plein champ (MEB119 F1) :

- C'est la première variété de tomate tunisienne inscrite au catalogue officiel
- Type de croissance: semi-déterminé
- Résistance/Tolérance à des maladies virales et fongiques: TMV, TYLCV, Fusarium (FOL race1, FOL race 2 et FORL)
- Tolérance à la salinité
- Qualité de fruit: couleur rouge vif, calibre 90-120 g, forme oblongue, fermeté moyenne 68 Durofel (varie de 60 à 90 Durofel)
- Production moyenne : 2,2-3 kg/plant

#### **Action 4: Amélioration génétique du piment**

En Tunisie, la maladie de la nécrose racinaire du piment causée par *Phytophthora nicotianae* représente l'un des problèmes majeurs affectant les cultures de piment de primeur et de saison. Des variétés de piment résistantes à cette maladie sont très rares sur le marché de semences. En outre, la sélection de résistance doit obligatoirement cibler les souches présentes dans la région de commercialisation ciblée. Ainsi, un programme de sélection a été mis en place au CRRHAB visant la création de variétés de piment résistantes. Néanmoins, le travail de sélection participative (en conditions d'infestation naturelles chez des agriculteurs de la région de Bekalta) programmé a dû être mis en attente en raison de manque de moyens humains notamment (personnel technique).

D'autre part, en vue de faire face aux dégâts occasionnés par le virus TSWV (*Tomato Spotted Wilt Virus*) sur les cultures de piment, des sources de résistance à la maladie causée par ce virus ont été acquises. ainsi, un schéma de sélection de nouvelles variétés de piment résistantes au TSWV peut être mis en œuvre. Une étape de production de semences de ces accessions de piment a eu lieu et une première étape de croisement a été réalisée.

#### **Action 5: Amélioration génétique et étude de comportement variétal de l'abricotier dans un contexte de changement climatique**

- **Amélioration génétique de l'abricotier :** (en collaboration avec Laboratoire d'Horticulture LR16INRAT03).

Cette étude d'amélioration variétale vise la création de nouvelles variétés précoces et performantes pour les 2 marchés local et d'exportation. Elle a été poursuivie durant l'année 2023 où il y a eu l'entretien des deux parcelles des hybrides présélectionnés d'abricotier mises en place à l'UEA-Mornag durant les années 2021 et 2022. Il s'agit d'une parcelle de pieds-mères de ces hybrides présélectionnés et d'une parcelle de quelques hybrides présélectionnés greffés sur le myrobolan. Cette deuxième parcelle comporte 16 hybrides présélectionnés greffés (avec des répétitions d'arbres/hybride). Un suivi des stades phénologiques a été mené.

Le greffage d'autres hybrides présélectionnés a été poursuivi chez la société Mabrouka durant le mois de Mai 2023.

- **Etude de comportement variétal de l'abricotier dans un contexte de changement climatique :** (en collaboration avec Laboratoire d'Horticulture LR16INRAT03)

Il s'agit d'une continuité des suivis et des analyses de l'étude qui a commencé depuis l'année 2020. Cette étude a comme objectif, l'étude du comportement éco-physiologique (teneur en eau, taux de : proline, chlorophylle, etc.) de quelques variétés locales dans des conditions pédoclimatiques différentes (Mornag et Oueslatia).

Les données des différents paramètres éco-physiologiques, végétatifs et reproductifs étudiés durant 2 et/ou 3 ans des variétés locales d'abricotier plantées à Mornag et à Oueslatia sont en cours de dépouillement.

#### **Action 6: Etude du comportement de certaines variétés d'abricotier en mode biologique dans la région de Chott-Mariem**

Durant l'hiver 2023, 11 variétés d'abricotier greffées sur myrobolan ont été plantées dans la station de recherche de CRRHAB à Chott-Mariem. Il s'agit de variétés locales, hybrides et introduites. Parmi ces variétés, 2 variétés ont été greffées sur le porte-greffe Mariana.

Ces variétés sont conduites en mode biologique afin d'une part d'étudier leurs comportements phénologique, biologique et éco-physiologique et d'autre part d'identifier les variétés performantes dans ce mode de conduite.

#### **Action 7: Etude de la Filière cerisier dans le cadre du projet PROFITS « Etude de faisabilité de signes de qualité pour les cerises de Makthar » (Convention: CRDA-Siliana & CRRHAB)**



L'étude de faisabilité de signes de qualité pour les cerises de Makthar (AOC) a été poursuivie durant l'été 2023. Des fruits des mêmes variétés (Figure 20) repérées durant l'année 2022 ont été collectés et analysés (analyse physico-chimique) au laboratoire d'arboriculture fruitière-CRRHAB.



**Figure 20 :** Cerises de quelques variétés étudiées à Makthar-Siliana

**Action 8: Étude de la résistance *in vitro* des souches de fraisier au stress salin** (en collaboration avec le Laboratoire des Sciences Horticoles à l'INAT, Tunis)

Le fraisier est une culture stratégique, noble et de valeur, mais sensible au stress abiotique, en particulier le stress salin, qui s'accroît par l'abaissement de la qualité des eaux d'irrigation suite au manque de précipitations. Ainsi, pour étudier l'effet *in vitro* de la salinité sur l'évolution et la physiologie des vitro-souches de fraisier (*Fragaria x ananassa* Duch.), variété *Camarosa* (Figure 21), 4 doses de NaCl (20, 40, 80 et 100 mM) ont été ajoutées au milieu de multiplication à base de MS. L'étude a concerné certains paramètres morphologiques et d'évolution des souches et aussi des paramètres physiologiques en relation avec la stabilité membranaire de leurs cellules. Les résultats des suivis des souches et des analyses membranaires ont montré que:

- les doses élevées de NaCl (80 et 100 mM) ont affecté négativement l'évolution des plantules de fraisier et ont réduit tous les paramètres de leur croissance et de leur vigueur (nombre de feuilles, taux de multiplication, poids frais et secs,...). De même, au niveau de ses vitro-souches de fraisier, des jaunissements des feuilles (Figure 22) ont été observés.



**Figure 21:** Souches de fraisier en multiplication sur milieu sans NaCl



**Figure 22 :** Souches de fraisier en multiplication, jaunies, sur milieu avec 80 mM NaCl

- l'hyperhydricité des plantules et leurs nécroses augmentent de 0% (témoins) à 50% et 83,3% respectivement (80 et 100 mM NaCl).

- la stabilité des membranes cellulaires des souches de fraisier est aussi fortement touchée par le stress salin. Ceci est surtout mentionné par un index de stabilité membranaire réduit (11,96%) et des fuites d'électrolytes élevées (88,03%). Aussi, le potentiel osmotique bas (-18,26 bar) confirme ces observations.

-mais ce stress salin a légèrement affecté la structure lipidique des membranes des vitro-souches de fraisier, d'où des teneurs en MDA très proches pour les souches de deux essais (30,27  $\mu\text{M/g}$  PF pour le témoin et 28,1  $\mu\text{M/g}$  PF pour 100 mM NaCl). Ce qui prouve que le cv. *Camarosa* peut tolérer ces conditions de salinité élevée.

#### **Action 9: Micropropagation de figue de barbarie (*Opuntia ficus-indica* L.) local.**

Les cladodes ou raquettes de cactus (*Opuntia ficus-indica* L.) constituent une ressource alimentaire importante pour le bétail, principalement par leur richesse en eau, en fibres et en éléments minéraux. Ils permettent aussi d'atténuer l'érosion du sol dans les zones arides, surtout.

En Tunisie, durant ces dernières années, le cactus local est fortement attaqué par la cochenille farineuse (*Dactylopius opuntiae*); ce qui constitue des pertes énormes en ce végétal et une proche menace de distinction de cette culture. Le recours à la culture *in vitro* constitue un moyen efficace pour la multiplication rapide et massive de cette espèce. Dans cet objectif, des essais de mise au point d'un protocole de micro-propagation de figue de barbarie local ont été établis.

**Étape d'initiation:** Elle a été récemment entamée.

- Le protocole de désinfection est assuré par le NaOCl à 20%. Actuellement, moyennant ce protocole, le taux moyen de désinfection des explants est de l'ordre de 50%. Les pertes sont, surtout, causées par des contaminations bactériennes endogènes, qui s'observent au niveau des explants prélevés des cladodes les plus âgés.

- Le milieu de base utilisé est celui de MS (Murashige et Skoog), sans antioxydants.

- Les régulateurs de croissance appliqués sont essentiellement: la BAP, la métatopoline (mT), la 2iP et la Zéatine.

La meilleure évolution des explants mis en culture est assurée par le milieu de culture additionné de mT (Figure 23).



**Figure 23:** Plantules de figuier de barbarie sur milieu d'initiation

#### **Action 10: Etude de micro-propagation du porte-greffe de pistachier UCB-1 (en collaboration avec le Laboratoire des Sciences Horticoles à l'INAT, Tunis)**

L'UCB-1 est un nouveau porte-greffe de pistachier, doté d'une grande importance, est récemment introduit en Tunisie. Ce porte-greffe est un hybride californien issu d'un croisement de *Pistacia atlantica* et *Pistacia intergerrima*. Il est très vigoureux, parfaitement adapté en vergers irrigués et tolérant à la verticilliose. Il est aussi résistant au froid, ayant des capacités d'adaptation satisfaisantes et permet des



rendements plus importants que les autres porte-greffes. Pour ces capacités performantes, des essais de micro-propagation de l'UCB-1 ont été initiés en collaboration avec le Laboratoire des Sciences Horticoles à l'INAT.

- L'étape de multiplication est assurée par le milieu de pistachier POM, additionné principalement de la métapoline (mT), qui est une cytokinine puissante, et de l'AIB.
- Le taux moyen de multiplication (TM) des souches est actuellement de l'ordre de 5.
- L'évolution des souches sur ce milieu POM est satisfaisante (Figure 24) et pas de signes de vitrification.
- L'enracinement des plantules d'UCB-1 (Figure 25) est assuré par les auxines AIB et ANA. Cette étape est encore délicate à cause des nécroses basales au niveau des collets.
- Les meilleurs taux d'enracinement et qualité des racines sont offerts par le milieu d'enracinement à base d'AIB.



**Figure 24:** Souches d'UCB-1 en multiplication



**Figure 25:** Vitroplants d'UCB-1 enracinés

### **Action 11: Propagation *in vitro* du poirier local (*Pyrus communis*) (continu)**

La maîtrise de la micro-propagation du poirier local est une alternative primordiale pour la sauvegarde et la valorisation de cette espèce. Pour l'optimisation du protocole de micro-propagation du poirier local, fortement menacé par le feu bactérien, des pousses automnales et printanières de poirier, variété Arbi, ont été mises en culture sur le milieu d'initiation MS additionné de BAP. Le protocole de désinfection des pousses et les étapes d'initiation et de multiplication sont parfaitement maîtrisés. Ces étapes sont assurées avec succès par le milieu MS additionné, respectivement, de 0,25 mg/l et de 1 mg/l de BAP. Au niveau de ces étapes, l'ajout de phloroglucinol (PG) a permis la diminution du brunissement des milieux de culture et des nécroses abondantes des souches de poirier en multiplication.

- L'étape d'enracinement des vitroplants de poirier est encore en étude. Elle est assurée par un milieu de culture à base de 1 mg/l d'AIB. Le taux d'enracinement des vitroplants et la qualité de racines sont encore non satisfaisants et cette étape d'enracinement sera ultérieurement optimisée.

### **Action 12 : Micro-propagation et étude du comportement en plein champs des vitroplants de figuier local (continu)**

- **Embryogenèse somatique de figuier :** Autre que la voie d'organogenèse, l'embryogenèse somatique est aussi une voie de micro-propagation rapide et d'assainissement virale de figuier. Pour cet objectif, on a étudié les possibilités de régénération de vitroplants de figuier assainis par cette technique.

- Les variétés mis en culture sont : Zidi (ZDI), Bither Abiadh (BA) et Soltani (SNI).
- Les explants de départ sont des disques de tiges jeunes de 0,5 mm d'épaisseur environ.

- Les milieux de culture étudiés pour la callogenèse sont à base de MS et avec différentes combinaisons d'auxines (AIB, ANA et 2,4-D) et de cytokinines (BAP, 2iP et Kin).
- Des cals compacts et granuleux ont été formés sur ces milieux. L'induction des embryons somatiques viables a été assurée par les milieux E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> additionnés par des doses différentes de BAP et d'ANA.
- Des essais d'extraction des métabolites secondaires à partir de ces cals seront réalisés en collaboration avec l'Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir.
- **Maintien des vitroplants assainis** : Les vitroplants de figuier des variétés Soltani (SNI), Zidi (ZDI), Bither Abiadh (BA) et caprifiguier Assafri (ASF) assainis par culture de méristèmes, sont maintenus sous une serre protégée par insect-proof pour une utilisation prolongée. Ces vitroplants contrôlés montrent une évolution importante et ne présentent aucun symptôme de variation.
- Ils seront transférés en champ pour créer un verger de qualité et serviront comme sources de boutures pour la multiplication des plants en pépinière.
- **Étude du comportement fructifère en plein champs des vitroplants de figuier local** (continu)
- Au niveau du verger expérimental constitué par des arbres de figuier issus de bouturage ordinaire et de culture *in vitro*, la totalité de vitroplants et des figuiers originaires de bouturage ligneux de toutes les variétés ont débuté leur fructification.
- Les suivis montrent la présence d'une variation notable au niveau du comportement fructifère de 2 types d'arbres. Le nombre et le calibre des fruits produits par les figuiers issus de bouturage ligneux sont nettement plus importants que ceux des fruits produits par les vitroplants.

#### **Thème 4: Contribution de l'agriculture biologique dans l'exportation de l'huile d'olive en Tunisie via une modélisation économétrique.**

- L'objectif de ce travail est de déceler les facteurs de détermination de la relation entre l'agriculture biologique et l'exportation de produits agricoles cas de l'huile d'olive en Tunisie via une modélisation économétrique des séries chronologiques.

**- TABLE 1. ARDL COINTEGRATING AND LONG RUN MODEL1**

Cointegrating Form (Model 1)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<b>D(LALOIV)</b>	<b>1.205560</b>	<b>0.337456</b>	<b>3.572500</b>	<b>0.0028**</b> *
D(LIPPRO)	-0.106054	0.502907	-0.210881	0.8358
CointEq (-1)	-1.046365	0.203889	-5.132026	0.0001** *
Cointeq = LEXPO - (1.1521*LALOIV -0.8763*LIPPRO + 3.2670)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<b>LALOIV</b>	<b>1.152141</b>	<b>0.290976</b>	<b>3.959568</b>	<b>0.0013**</b> *
LIPPRO	-0.876281	0.593783	-1.475759	0.1607
C	3.267004	1.769368	1.846424	0.0847*

- Notes: \*\*\* Significatif au seuil de 1%.

- L'agriculture biologique est l'une des préoccupations importantes de la politique agricole en Tunisie. À cet effet, une stratégie nationale a été lancée en 2015 pour promouvoir cette agriculture afin de dynamiser et diversifier l'économie nationale. En effet, les exportations des produits biologiques sont en croissance continue et contribuent énormément dans la valeur des exportations des produits agricoles notamment pour le cas de l'huile d'olive. Dans ce sens, ce travail vise à étudier la présence des relations entre la superficie oléicole biologique et l'exportation de l'huile d'olive en intégrant chaque fois des facteurs clés liés au

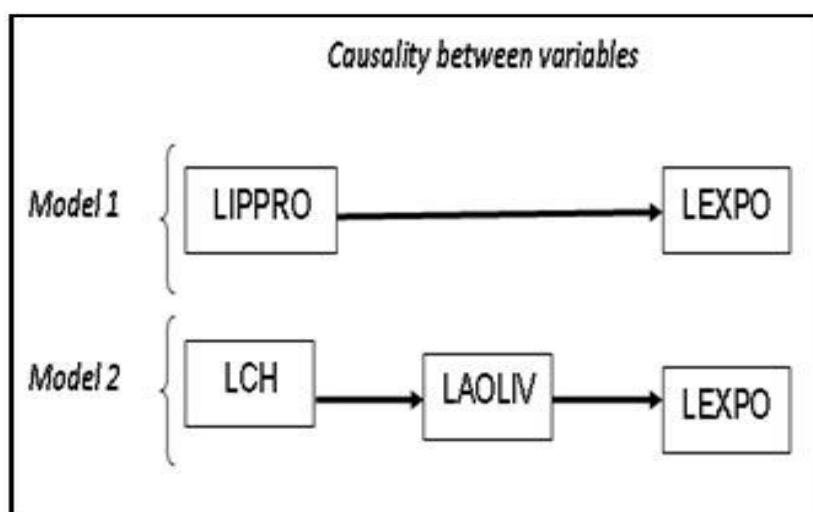
conjoncture nationale et internationale de l'économie tunisienne ; comme l'indice de prix à la production pour le cas d'olive et le taux de change. Une approche de cointégration à travers un modèle autorégressif à retard échelonné appelée ARDL (Auto Regressive Distributed Lags) a été mobilisée pour la période (2001-2021). Les résultats de test montrent l'existence d'une relation de cointégration à long terme significative entre la superficie oléicole, le taux de change et l'exportation d'huile olive (Tableau 1 et Tableau 2).

- TABLE 2. ARDL COINTEGRATING AND LONG RUN MODEL2

Cointegrating Form (Model 2)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LALOIV)	1.169170	0.257314	4.543755	0.000
D(LCH)	-1.080396	0.486072	-2.222708	0.041
CointEq (-1)	-1.107561	0.189990	-5.829591	0.000
Cointeq = LEXPO - (1.0556*LALOIV -0.9755*LCH + 1.1465)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LALOIV	1.055626	0.181016	5.831663	0.000
LCH	-0.975473	0.438835	-2.222871	0.041
C	1.146547	1.944284	0.589702	0.563

Notes : \*\*\* Significatif au seuil de 1%..

- De même, des relations de causalité unidirectionnelle ont été également déterminées entre l'indice de prix à la production et la superficie oléicole d'une part, une relation de causalité unidirectionnelle est causée par le taux de change sur la superficie oléicole et celle-ci exerce une causalité unidirectionnelle sur l'exportation d'huile olive (Figure 26). Donc, l'agriculture biologique en Tunisie est une activité prometteuse pour l'avenir en particulier pour le secteur oléicole. La promotion de cette agriculture est tributaire pas uniquement au développement des superficies biologiques mais aussi à la situation économique de pays. Enfin, on conclut que la limitation de dépréciation de la monnaie nationale et l'amélioration de l'indice de prix à la production chez les agriculteurs peuvent améliorer le taux de change et contribuer positivement au développement de l'agriculture oléicole biologique et l'exportation de l'huile d'olive d'une manière générale.



- Figure 26: Relation de causalité entre les variables des modèles 1 et 2

De cet axe de travail, un article a été publié dans un journal indexé.

## **Programme 2: Exploitation et valorisation des ressources naturelles dans un contexte de changement climatique**

### ***Thème 1: Protection des ressources naturelles (eau, sol, couvert végétal)***

#### **Action 1: Etude de la résistance des variétés de tomate au stress abiotique.**

Pour faire face aux impacts du changement climatique tels que l'augmentation de la température, la raréfaction des ressources en eau et la forte salinité, les plantes doivent souvent faire face à de multiples contraintes environnementales. Elles utilisent donc des mécanismes de régulation complexes pour déclencher des réponses efficaces contre les différents stress biotiques et abiotiques.

De nombreuses expériences montrent que des génotypes différents répondent différemment lorsqu'ils sont confrontés à des environnements très contrastés (interaction Génotype x Environnement). Il est donc nécessaire de développer des variétés ou des populations adaptées spécifiquement aux conditions locales. Seule une évaluation et une sélection décentralisées, c'est-à-dire réalisées dans les environnements cibles avec une analyse des interactions GxE, permettront d'identifier les meilleures variétés ou populations pour chaque environnement cible (Ceccarelli, 1996).

Dans ce contexte, une des composantes du projet est la sélection et l'évaluation de quelques variétés de tomates qui présentent la meilleure résistance à un stress abiotique combiné tel que, la haute température et la salinité. Dans un premier essai, trois accessions de tomate reçues du " World Vegetable Center", en plus d'une variété commerciale (Heinz 9661 F1), annotées comme matériaux tolérants à la chaleur, ont été sélectionnées et soumises à des conditions de température élevée. L'essai a été réalisé à l'intérieur d'une serre en verre non ventilée

Cette année, dans la continuité des résultats obtenus lors de l'essai précédent, nous avons soumis les deux variétés élites de tomate à un stress combiné de haute température et de salinité.

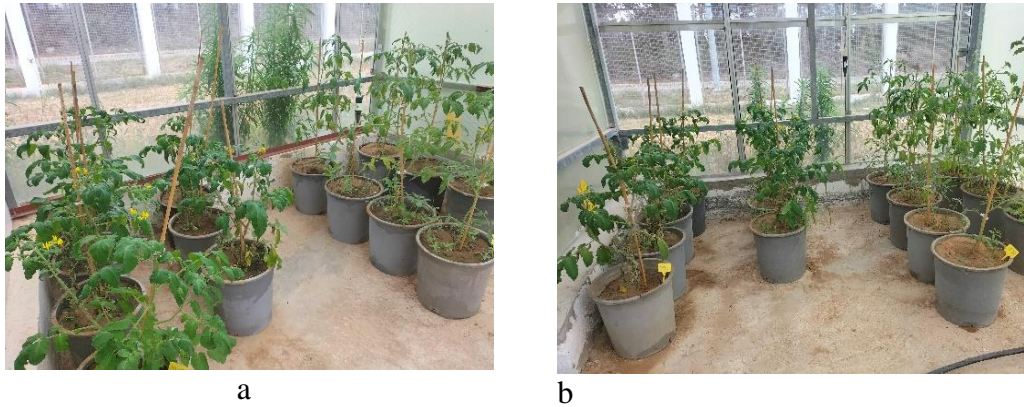
L'essai a été réalisé pendant la saison chaude dans une serre contrôlée. La température moyenne dans la serre a été fixée à 35°C. Cependant, en raison d'un été exceptionnellement chaud caractérisé par de longues périodes de canicules, le système de refroidissement s'est avéré insuffisant pour maintenir la température souhaitée ; ce qui a entraîné l'enregistrement de températures maximales extrêmes dépassant les 50°C.

Les plantes ont été réparties en deux groupes: les plantes traitées et les plantes témoins. Les plantes traitées ont été régulièrement irriguées avec de l'eau salée à une concentration de 4 g/l, tandis que les plantes témoins ont été irriguées avec de l'eau du robinet.

L'empotage des plantes a eu lieu le 12 mai 2023, avec un total de 7 plantes par variété. L'essai s'est poursuivi jusqu'à mi-juillet, date à laquelle les plantes ont commencé à montrer des signes de sénescence en raison des vagues de chaleur prolongées.

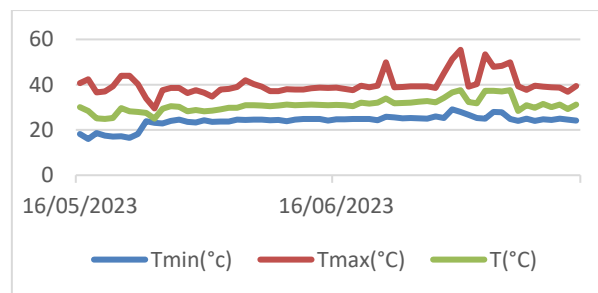
Dans le but d'évaluer les performances des variétés Heinz9661 F1 et HTT12 dans des conditions de température élevée et de stress salin, divers paramètres agronomiques et de production ont été étroitement suivis tout au long de cette période. Ces paramètres comprenaient la hauteur des plantes, le diamètre des tiges, le nombre d'inflorescences par plante, le nombre de fleurs par inflorescence et le nombre de fruits par plante.

Les résultats préliminaires (Figures 27 à 30) ne montrent pas d'effet significatif de l'effet additionnel du sel sur les paramètres de croissance et de production. Toutefois, une vérification supplémentaire est actuellement en cours pour confirmer ces résultats.

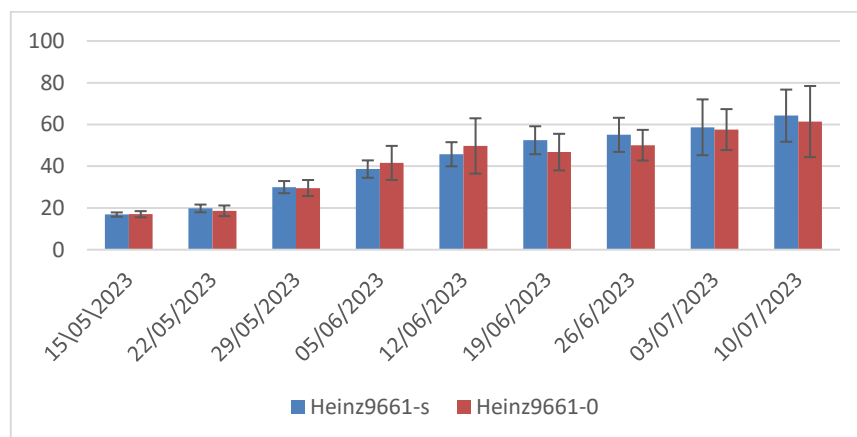


**Figure 27 :** Les deux variétés de tomate Heinz9661 F1 et HTT12 en condition de haute température (serre contrôlée) et irriguées à l'eau salée.

(a) Irriguée avec + 4g/l de sel additionné l'eau de robinet, (b) irriguée à l'eau de robinet.

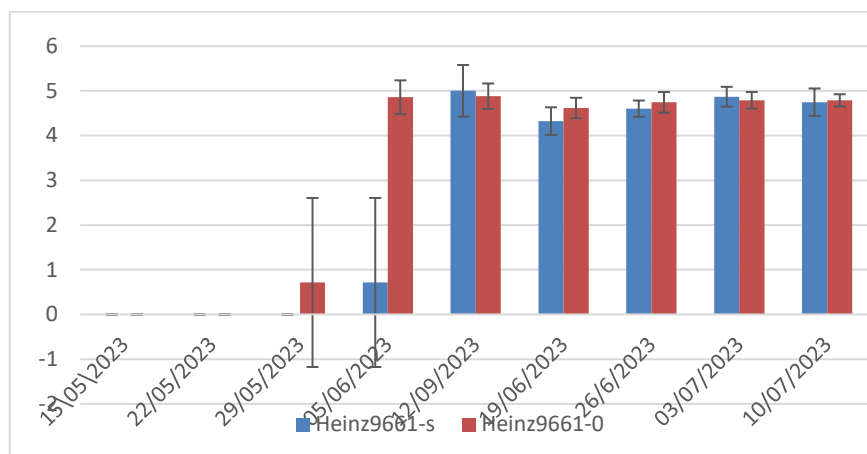


**Figure 28:** Évolution de la température au niveau de la serre pendant la période de l'essai



**Figure 29:** Effet de la salinité sur la hauteur de la plante pour la variété Heinz9661





**Figure 30:** Effet de la salinité sur le nombre de fleurs/bouquet pour la variété Heinz9661

## Action 2 : Contrôle climatique des serres par des modèles algorithmiques ou l'amélioration des techniques existantes.

La gestion de l'irrigation revêt une importance cruciale dans les cultures sous serre. Pour optimiser cette gestion, plusieurs méthodes et outils ont été développés pour les serres horticoles. Ces outils sont spécifiquement conçus pour aider les exploitants à programmer l'irrigation en utilisant des algorithmes et des données en temps réel; ce qui leur permet d'obtenir des informations précises et opportunes.

Le projet PRIMA iGUESS-Med vise à développer un système d'aide à la décision (DSS) et à utiliser l'IoT pour une gestion optimale des serres horticoles méditerranéennes, principalement pour la culture de la tomate. L'un des logiciels qui doit être intégré au DSS est celui de la gestion des irrigations " PrHo".

PrHo est un logiciel développé à la station de recherche Las Palmerillas par la fondation Cajamar en Almaria (Espagne). Depuis, ce logiciel est largement utilisé dans les serres horticoles de cette région. Il est essentiellement basé sur le rayonnement solaire et tient compte de la transmissivité de la couverture de la serre, ainsi que la période de l'année (avant ou après le 220<sup>ème</sup> jour julien)

Le travail réalisé consiste à l'évaluation des besoins en eau de la culture de tomate en utilisant le PrHo en la comparant à la méthode utilisée au niveau d'une serre commerciale disposant préalablement d'un automate qui contrôle les irrigations.

L'essai a été réalisé à la société " La Maison de l'Oasis ", il S'agit d'une société tuniso-néerlandaise implantée dans la région d'El Hamma du gouvernorat de Gabès. C'est une société exportatrice de tomate, spécialement cœur de bœuf, cultivée en hors-sol dans des serres vitrées moyennant des technologies avancées (Figures 31-32).

Les résultats montrent que le modèle empirique utilisé par le logiciel PrHo n'est pas assez performant et que la formule de Penman-Montheith qui intègre les données climatiques extérieures avec une vitesse de vent fixé à 0,71 m/s est la plus performante. L'analyse des données climatiques extérieures et intérieures a permis de mettre l'accent sur certaines relations qui peuvent exister entre le climat intérieur et extérieur de la serre. Ainsi, on a pu déterminer une relation significative entre la température, à l'extérieur et à l'intérieur de la serre, et ce en absence d'intervention visant à modifier le microclimat de la serre comme le chauffage et le badigeonnage.



**Figure 31:** Culture de tomate cœur de bœuf au niveau de la Serre vitrée de la société Maison de l'Oasis.



**Figure 32:** Installation des capteurs climatiques à l'intérieur de la serre

### **Action 3: Amélioration de la fertilité organique et biologique des sols agricoles**

- Evaluation de l'effet de la rotation des cultures sur la population microbienne du sol et la productivité des cultures: un programme de rotation de cultures potagères (fenouil, betterave, chou pommé, chou-fleur, laitue, oignon, radis, carotte, navet, blette, persil, épinard, féverole, radis fourrager) a été mis en place aux stations expérimentales de Sahline et Té Boulba dans le but d'améliorer la fertilité biologique et chimique du sol et d'augmenter la production des cultures.
- Evaluation de l'effet de la féverole utilisée comme un engrais vert sur la fertilité biologique et chimique du sol, la croissance et la production des plants de saison du piment cv. Baklouti et la qualité des fruits.
- Evaluation de l'effet des souches bactériennes (PGPR) sur la fertilité biologique du sol, la croissance des plants et le rendement des plants de fakous et piment cultivés sous serre et de la pomme de terre cultivée en plein champ.

### **Action 4: Assainissement et amélioration de la fertilité des sols agricoles du centre-est**

Les travaux de recherches menés en 2023 s'intègrent dans une thématique générale de l'éco-toxicologie et l'agriculture durable avec mention particulière pour l'écologie du sol et la relation sol-plante sous différents modes de culture (travaux en cours).

● Pilotage du microbiome du sol pour favoriser sa fertilité et la santé des plantes dans le cadre du projet PRIMA ECOBOOST (2022-2025):

- ✓ Sélection et inoculation du sol avec des isolats microbiens pour améliorer sa biodiversité et la croissance des plantes.
- ✓ Etude de l'effet des Amendements du sol avec des taux sélectionnés de biochar et de composts locaux et du mélange Compost-Biochar sur les vers de terre, la diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés microbiennes du sol, et la culture de tomate en plein champ : Les résultats ont montré que l'utilisation du biochar et du compost a des impacts significatifs boostant la biodiversité du sol (Biologique

et conventionnel), surtout avec l'application combinée du biochar et du compost. La croissance et le rendement de la culture de tomate ont également été significativement améliorés.

- Application d'approches physico-chimiques, biochimiques, microbiologiques et moléculaires pour l'étude des effets des stress environnementaux notamment les contaminants des sols agricoles (pesticides, éléments traces métalliques, microplastiques) avec ou sans amendements organiques (compost, biochar ...) : L'analyse biochimique a révélé une réduction du stress oxydatif chez les vers de terre exposés au mélange Compost-Biochar dans des sols d'agriculture biologique et conventionnelle.
- Identification et évaluation de la toxicité des microplastiques environnementaux dans des composts à base de fumiers.
- Identification et caractérisation chimique des particules de plastique environnementale provenant de différents sites agricoles tunisiens.
- Etude microbiologique et moléculaire des biofilms sur les particules de plastique dans différents sites agricoles Tunisiens.

#### **Action 5: Adoption de l'irrigation déficitaire comme stratégie d'économie en eau et d'amélioration de la qualité des fruits chez le grenadier (AIDE-Grenade)**

Pour bien produire, le grenadier (*Punica granatum*L.) doit être conduit en irrigué. Toutefois, ses besoins en eau ainsi que l'effet d'un stress hydrique modéré sur son comportement écophysologique et productif ne sont pas bien maîtrisés dans nos conditions de culture. Par ailleurs, l'irrigation déficitaire, régulée (RDI) ou par séchage partiel de la zone racinaire (PRD), comme stratégie d'économie en eau, appliquée aussi pour ses effets bénéfiques sur la qualité des fruits, pourrait être adoptée dans ce cas. Cette action, réalisée en collaboration avec LR21AGR02 à ISA Chott-Mariem, vise la détermination des besoins en eau du grenadier, l'application de la technique PRD en verger et la détermination de ses effets sur le comportement écophysologique et productif de l'arbre et sur la maîtrise de la qualité des fruits. L'objectif global est l'économie de l'eau d'irrigation et l'amélioration de l'efficacité de son utilisation (EUE) et de la qualité des fruits chez le grenadier. La zone d'étude est la région de Sousse (Chott-Errommen, Kalâa Sghira et Sidi Bouali) + Parcelles de grenadier au CRRHAB et à l'ISA Chott-Mariem. Un essai a été installé à Chott-Mariem pour :

- La détermination de l'ETc et des besoins en eau du grenadier (Kalaii et Gabsi)
- L'application de différents régimes hydriques et le suivi des paramètres écophysologiques, des paramètres de croissance et de production et des paramètres de qualité des fruits

#### **Action 6: Optimisation de la fertigation du grenadier**

L'objectif de ce travail est la détermination d'un calendrier de fertilisation avec les différents éléments minéraux. Ceci permettra dans un premier temps, l'amélioration de la production des grenadiers (en quantité et en qualité) et l'efficacité d'utilisation de l'eau dans un second temps.

Le travail a commencé par une enquête déjà effectuée l'année précédente afin d'élaborer le diagnostic de l'état actuel des vergers dans la région du Sahel. Cette expérimentation est basée sur l'application de trois programmes de fertilisation des vergers dans la région de Bouficha. Ce travail est en sa deuxième année et continuera pour une autre.

Le suivi a porté sur la détermination du statut minéral des arbres et du sol, la croissance végétative et la production (la détermination du rendement, taux d'éclatement des fruits et la qualité du jus).

Les résultats ont montré que le statut minéral a été amélioré par la fertilisation (un programme comparativement aux autres). De même, il a été signalé que la production est fortement corrélée à la nutrition minérale particulièrement le contrôle du rapport eau / potassium (et/ou) calcium. Le travail continuera pour étudier l'effet à long terme.

#### **Action 7: La fertilisation potassique de l'olivier**

L'objectif est la détermination de la dose adéquate des apports potassiques chez l'olivier conduit à haute densité (hyper-intensif) afin d'améliorer le rendement et la qualité.

L'essai a eu lieu dans la région de Bouficha par l'application de quatre traitements à base de potassium durant la période de croissance des fruits (Figure 33). Le suivi a porté sur les analyses minérales des feuilles et du sol ainsi que la détermination du rendement et de la qualité des olives.

Les résultats de la première année (2023) ont montré que le rendement est légèrement affecté mais la teneur en huile est positivement corrélée avec la dose potassique apportée.



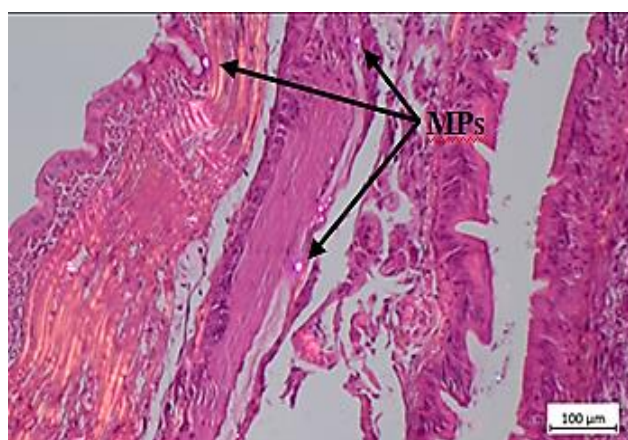
**Figure 33:** Localisation et photo de la parcelle d'expérimentation.

## ***Thème 2: Valorisation des eaux non conventionnelles (eaux saumâtres, eaux usées traitées)***

### **Action 1: Evaluation de l'effet de l'irrigation par les eaux usées traitées (EUTs) sur la qualité des sols agricoles: cas des microplastiques (MPs)**

De nos jours, la pénurie d'eau est un problème majeur auquel le monde est confronté, en particulier dans les régions arides et semi-arides dont la Tunisie fait partie. Bien que les effets écotoxicologiques de l'utilisation des EUTs soient actuellement évidents, les effets de leurs polluants, y compris les microplastiques (MPs), sur la réponse cellulaire des vers de terre, un des acteurs principaux de la biofertilité du sol, n'ont pas encore été bien étudiés.

On a donc évalué la toxicité des EUTs en utilisant les vers de terre *Lombricus* sp. collectés dans des sols, irrigués pendant différentes périodes croissantes, du périmètre irrigué par les EUTs de Ouerdanine. L'analyse chimique des éléments traces métalliques (ETMs) et des microplastiques (Figure 34) au niveau du sol, ainsi qu'au niveau des vers de terre ont été effectués.



**Figure 34:** Coupe histologique colorée à l'hématoxyline-éosine montrant l'accumulation de microplastiques dans les tissus de vers de terre collectés dans un sol irrigué par les EUT pendant 16 ans avec une lumière polarisée (LP) (Axio, scope A1, ZEISS) (MPs) : Les particules



microplastiques (flèches noires) apparaissent brillantes (grossissement  $\times 100$ )

Les réponses des marqueurs de cytotoxicité, neurotoxicité et génotoxicité ont été aussi évaluées au niveau des tissus des vers de terre. Les résultats ont montré que l'utilisation des EUTs induit des altérations du mucus intestinal et une bioaccumulation de MPs et d'ETMs dans les tissus des vers de terre, associée à une cytotoxicité aggravée en fonction du gradient temporel. Au niveau génomique, les polluants ont provoqué une génotoxicité qui s'est manifestée par une augmentation significative des fréquences micronoyaux avec l'augmentation de la période d'irrigation.

Dans l'ensemble, cette étude met en évidence le risque écotoxicologique associé à l'utilisation des EUTs et remet en cause la notion du traitement tertiaire des eaux usées.

Cette étude vient compléter, nos études antérieures sur l'effet de l'irrigation par des eaux usées traitées en agriculture sur les caractéristiques chimiques, physiques et biologiques de ces sols pour établir une approche globale intégrée d'évaluation des risques et effets. Ceci souligne aussi l'importance de tenir compte du danger que peut causer la présence des microplastiques et les molécules qu'elles peuvent véhiculer dans les eaux usées traitées destinées à l'irrigation, surtout que des travaux ont confirmé la possibilité de retrouver ces polluants au niveau des fruits. De nouvelles approches / techniques doivent être mises en place au niveau des stations d'épuration afin de dépolluer les eaux des fragments de plastiques de différentes tailles qui viennent se concentrer surtout dans les boues d'épuration et des eaux même après le traitement tertiaire.

## **Action 2: Contribution à la bio-rémediation des sols irrigués par les eaux usées traitées**

- Évaluation du potentiel de bio-remédiation du biochar dans les sols irrigués par les eaux usées traitées:  
Dans cette étude, le biochar a été incorporé à des sols irrigués pendant différentes périodes par des EUTs, ainsi qu'un sol témoin issu d'une parcelle d'agriculture biologique. Plusieurs paramètres du sol ont été évalués, tels que le pH, la Capacité d'Echange Cationique, les activités enzymatiques ainsi que la spéciation des métaux lourds. De plus, et pour compléter l'évaluation de l'effet potentiel de bio-remédiation du biochar appliqué, des vers de terre *Eisenia andrei* ont été introduits dans les différents sols (avec et sans biochar). Des bio-marqueurs biochimiques, cytochimiques et génotoxiques ont été analysés chez ces vers de terre. Les résultats ont confirmé que l'utilisation du biochar pourrait être une méthode prometteuse pour modifier la spéciation des métaux lourds et améliorer les activités enzymatiques dans le sol. L'étude intégrée de divers biomarqueurs a démontré que le biochar réduisait la cytotoxicité et la génotoxicité chez les vers de terre exposés aux sols irrigués par des eaux usées traitées tout en ayant un effet amplificateur sur les aspects biochimiques et neurotoxiques. Nos résultats démontrent que le biochar pourrait être un outil intéressant pour diminuer la disponibilité de métaux lourds dans les sols agricoles irrigués par les EUT.

## **Programme 3: Chaines de valeur agroalimentaire et innovations sociales**

### ***Thème 1: Valorisation des produits de terroirs locaux***

#### **Action 1: Production d'un extrait à partir des rejets des huileries et application sur grenadier**

Ce travail est dans le cadre du projet Prima 4BIOLIVE intitulé : Production de biofertilisants, de biostimulants et de biogaz à partir de la chaîne de production de l'huile d'olive. Au cours de l'année 2023, deux essais ont été mis en place pour tester les extraits déjà préparés l'année précédente.

Le premier essai a consisté en l'application de deux niveaux du stress hydrique et le second par l'application de deux niveaux de stress salin sur deux variétés de grenadier. Après l'apparition des symptômes de stress la pulvérisation de l'extrait a eu lieu (Figure 35).



**Figure 35:** Essai en pots (grenadier soumis au stress).

Différentes mesures et analyses ont été élaborées pour déterminer l'effet des traitements.

Les résultats ont montré dans la plupart des traitements avec l'extrait une amélioration de la croissance végétative, de l'activité photosynthétique et du statut hydrique a eu lieu. Aussi, les dosages biochimiques ont révélé que les traitements ont atténué légèrement le stress oxydatif.

Le travail continue dans le cadre du projet 4BIOLIVE par d'autres essais sur terrain avec des arbres en production.

## Nos projets de recherche

### Projets en cours d'exécution (12)

<b>Intitulé</b>	<b>1-Prevention and control of new and invasive geminiviruses infecting vegetables in the Mediterranean</b>  ( <i>GeMed</i> )	<b>2- Enhancement of Tomato production and productivity for sustainable agriculture in Tunisia</b>  ( <i>KAFACI-VEG</i> )
<b>Coordination</b>	CIRAD France	Centre Régional des Recherches en Horticulture et Agriculture Biologique Chott Mariem.
<b>Structure de recherche</b>	LB2AINRAT	LR21AGR03, Production et Protection pour une Horticulture Durable
<b>Coordinateur</b>	Michel Peterschmitt CIRAD France, Monia Mnari-Hattab INRAT, Tunisia	Mounira Elbaz
<b>Chercheurs du centre impliqués</b>	Asma Laarif Ikbil Chaieb	Mounira Elbaz Mejda Daami-Remadi Hayfa Jabnoun-Khiareddine Rania Aydi Ben Abdallah
<b>Objectif global</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déterminer les nouveaux géminivirus invasifs et leurs vecteurs : suivi et surveillance des virus et études écologiques des insectes vecteurs</li> <li>- Améliorer le contrôle des géminivirus invasifs: évaluation de la lutte intégrée contre les parasites et les nouvelles procédures biotechnologiques telles que la vaccination basée sur l'interférence de l'ARN (ARNi) pour contrôler les géminivirus invasifs.</li> </ul>	L'objectif global est d'améliorer la production et la productivité de la tomate afin d'assurer des rendements stables et ce via: la sélection de variétés à rendement élevé et montrant une résistance à un ou plusieurs menaces biotiques et abiotiques ; le développement de pratiques culturales standardisées de la pépinière aux champs de production.
<b>Zones d'intervention</b>	Les zones de production des solanacées (tomate, piment), et des cucurbitacées (melon et pastèque) dans le nord, le Centre et le Sud de la Tunisie.	Toute la Tunisie (les zones de production de la tomate)
<b>Programme de recherche prioritaire</b>	Programme 1: Systèmes de production durables dans un contexte marqué par la dégradation des ressources naturelles et le changement climatique	<b>Programme 1:</b> Systèmes de production durables dans un contexte marqué par la dégradation des ressources naturelles et le changement climatique
<b>Période</b>	2019-2023	2020-2024

<b>Impact attendu</b>	-Contrôler l'effet négatif du changement climatique	Développement durable du secteur de la production de la tomate en Tunisie. Contribuer à l'amélioration des moyens de subsistance des agriculteurs dans les zones de production de la tomate:
-----------------------	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fourniture de solutions de gestion intégrée de la lutte contre les parasites et les maladies, pour les systèmes végétaux et animaux</li> <li>- Implémentation de nouveaux outils</li> <li>- Des réseaux de recherche et de surveillance des maladies en lien étroit avec les réseaux officiels existants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation des rendements en tomate</li> <li>- Baisse du coût de production de la tomate (moins de traitements du sol, moins d'applications de pesticides)</li> <li>- Augmentation des revenus des agriculteurs</li> </ul>
<b>Catégorie du projet</b>	Projet PRIMA Section II	KAFACI-VEG
<b>Budget</b>	-	100000 USD
<b>Bailleur de fond</b>	Union Européenne	Rural Development Administration (RDA) of the Republic of Korea
<b>Intitulé</b>	<b>3- Innovative Greenhouse Support System in the Mediterranean Region: efficient fertigation and pest management through IoT based climate control</b> <b>(iGUESS-MED)</b>	<b>4- Commercialization of an Automated Monitoring and Control System against the Olive and Med Fruit Flies of the Mediterranean Region”</b> <b>(FruitFlyNet-ii)</b>
<b>Coordination</b>	Centre Régional des Recherches en Horticulture et Agriculture Biologique Chott-Mariem	Pr. Theodore Tsiligrdis Agricultural University of Athens, Grèce
<b>Structure de recherche</b>	LR21AGR03–Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)	LR21AGR03–Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)
<b>Coordinateur</b>	AlejandraNavarro, CREA,Italie AsmaLaarif, CRRHAB,Tunisie	Mohamed Braham CRRHAB, Tunisie
<b>Chercheurs du centre impliqués</b>	Asma Laarif Mohsen Mansour Imed Ben Aïssa Houcine Jeder	Mohamed Braham Hassib Ben Khedher



<b>Objectif global</b>	<p>Le but principal de iGUESS-MED est de soutenir une transition vers des serres innovantes, durables et horticoles compétitifs méditerranéens en développant, la validation et le transfert d'un système aide à la décision d'avant-garde (DSS) pour les serres, qui est capable de : (i) réduire les fuites d'éléments nutritifs dans la sous-surface et souterraines en optimisant la gestion de la fertigation (l'irrigation et la fertilisation) dans des conditions d'eau de faible qualité (eau Salée) ; (ii) réduire l'utilisation de produits chimiques nuisibles par une lutte intégrée et durable contre les insectes et les maladies des maladies ; (iii) accroître la productivité par une meilleure efficacité d'utilisation des procédures de contrôle climatique, l'introduction de solutions spécifiques à faible coût à appliquer aux structures à effet de serre préexistantes (à savoir, l'utilisation de la diffusion des films de couverture, l'amélioration de la ventilation naturelle). Le travail sera effectué sur la tomate comme culture de référence, dans le sol et la culture hors sol en basse technologie des serres typiques de la région méditerranéenne, en appliquant des technologies nouvelles et émergentes telles que la technologie des capteurs, IdO, gestion agronomique, les modèles de simulation et auto-étalonnage es algorithmes mathématiques.</p>	<p>-Améliorer, établir, optimiser et promouvoir dans chaque pays partenaire un système de localisation (<i>Location Aware System - LAS</i>) pour la surveillance et le contrôle des mouches des fruits, <i>Bactrocera oleae</i> sur Olivier et <i>Ceratitis capitata</i> sur pêcher et Agrumes. Les hôtes sélectionnés sont d'importance économique alors que les deux insectes sont des ravageurs clés dans les pays du bassin méditerranéen.</p>
<b>Zones d'intervention</b>	Centre-Est	Régions du Nord et du centre de la Tunisie
<b>Programme de recherche prioritaire</b>	<p>Programme 1: Systèmes de production durables dans un contexte marqué par La dégradation des ressources naturelles et le changement climatique</p>	<p>Programme 1 : Systèmes de production durables dans un contexte marqué par la Dégradation des ressources naturelles et le changement climatique</p>
<b>Période</b>	2019-2023	Septembre 2020-Octobre 2023

<b>Impact attendu</b>	L'impact principal prévu d'iGUESS-MED est d'améliorer la productivité à effet de serre grâce à un produit (DSS) qui réduit les coûts et augmente le rendement des cultures, tout en minimisant l'impact environnemental en raison de l'utilisation durable des ressources (eau, engrais, produits chimiques et la consommation d'énergie).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration du transfert technologique entre la recherche, l'industrie et les PME dans le domaine des nouvelles technologies</li> <li>- Démocratisation des pièges électroniques pour la détection des mouches des fruits</li> <li>- Réduction de l'usage de pesticides dans le contrôle des mouches des fruits</li> </ul>
<b>Catégorie du P rojet</b>	PRIMA Project-Section1	ENI-CBCMED
<b>Budget</b>	1.600.000 € environ. Cotation CRRHAB : 145.000 €	350000 Euros
<b>Bailleur de fond</b>	European Union Funding for Research and Innovation	Programme Méditerranéen de Voisinage

<b>Intitulé</b>	<b>5- Production des biofertilisants, biostimulants et biogas à partir de la chaîne de production de l'huile d'olive</b> <b>(4BIOLIVE)</b>	<b>6- Intégration des légumineuses dans les systèmes maraîchers au centre-est tunisien</b>  <b>(LEGSY M)</b>
<b>Coordination</b>	Université Perugia Italie	CRRHAB Chott-Mariem
<b>Structure de recherche</b>		LR21AGR03–Production et Protection Pour une Horticulture Durable (2PHD)
<b>Coordinateur</b>	Soumaya Dbara CRRHAB Chott-Mariem  Karim Lahmar Université de Monastir	Nadia Chaieb
<b>Chercheurs du centre impliqués</b>	SoumayabDbara	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nadia Chaieb</li> <li>- Rania Aydi Ben Abdallah</li> <li>- Hayfa Jabnoun-Khiareddine</li> <li>- Mejda Daami-Remadi</li> </ul>
<b>Objectif global</b>	- Valorisation des sous produits de la chaîne de production de l'huile d'olive pour la production des bio-fertilisants et bio-stimulants	Promotion et intégration des légumineuses dans les systèmes maraichers au centre-est de la Tunisie pour la diversification des productions, la préservation des sols agricoles fertiles et la durabilité des agrosystèmes.
<b>Zones d'intervention</b>	Toute la Tunisie	Centre–Est de la Tunisie

<b>Programme de recherche prioritaire</b>	Programme 3: Exploitation et valorisation des ressources naturelles dans un contexte de changement climatique	Programme I : Systèmes de production durables dans un contexte marqué par la dégradation des ressources naturelles et le changement Climatique
<b>Période</b>	2020-2023 (extension jusqu'au Décembre 2024)	2020-2023
<b>Impact attendu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produire des bio-fertilisants et des bio-stimulants à base des margines et grignons</li> <li>- Réduire les effets des rejets sur l'environnement</li> <li>- Améliorer la productivité de grenadier</li> <li>- Réduire les effets néfastes du changement climatique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversifier des cultures.</li> <li>- Augmenter la productivité et le rendement.</li> <li>- Améliorer la bio-fertilité des sols et la qualité phytosanitaire des cultures et des produits agricoles.</li> </ul>
<b>Catégorie du projet</b>	Projet PRIMA Section II	Projets d'Appui de la Recherche Agricole dans les Régions (PARAR)
<b>Budget</b>	54000dt pour le CRRHAB	45.000 DT (22.500DT/anx2 ans)
<b>Bailleur de fond</b>	MESRST	IRESA
<b>Intitulé</b>	<p>7- Adoption de l'irrigation déficitaire comme stratégie d'économie en eau et d'amélioration de la qualité des fruits chez le Grenadier.</p> <p>"AIDE-Grenade"</p>	<p>8- Valorisation de bio-inoculants bactériens pour l'amélioration de la santé et de la productivité des cultures légumières (modes conventionnels et biologiques) et pour la préservation de la fertilité des sols maraichers dans la région du Centre-Est de la Tunisie</p> <p>(<i>LegBiofert-CE</i>)</p>
<b>Coordination</b>	CRRHAB Chott-Mariem	CRRHAB Chott-Mariem
<b>Structure de recherche</b>	LR21AGR03 – Production et Protection Pour une Horticulture Durable (2PHD)	LR21AGR03–Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)
<b>Coordinateur</b>	Imed BEN AISSA	-Rania Aydi Ben Abdallah
<b>Chercheurs du centre impliqués</b>	Imed BEN AISSA Messaoud MARS Mohsen MANSOUR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rania Aydi Ben Abdallah</li> <li>- Hayfa Jabnoun-Khiareddine</li> <li>- Mejda Daami-Remadi</li> </ul>

<b>Objectif global</b>	Economie de l'eau d'irrigation et amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (EUE) et de la qualité des fruits chez le grenadier	Valorisation des bio-inoculants bactériens, naturellement associés aux solanacées spontanées, appliqués seuls ou en consortia et combinés avec divers amendements organiques du sol (engrais verts à base de féverole et de radis fourrager) et/ou le jus de compost afin d'améliorer la fertilité et la santé des sols agricoles et d'augmenter la production des cultures dans les systèmes maraichers au centre-est de la Tunisie.
<b>Zones d'intervention</b>	Sahel Tunisien, Région de Sousse, localités Chott-Errommen, Kalâa Sghira et Sidi Bouali, Parcelles de grenadier au CRRHAB et à l'ISA Chott-Mariem	Régions du Centre-est de la Tunisie
<b>Programme de recherche prioritaire</b>	<b>Programme 3:</b> Exploitation et valorisation des ressources naturelles dans un contexte de changement climatique	<b>Programme 1:</b> Systèmes de production durables dans un contexte marqué par la dégradation des ressources naturelles et
<b>Période</b>	2020-2022 (prolongé au 2023)	24 mois (2022-2024)
<b>Impact attendu</b>	1- Connaître les besoins exacts en eau pour bien piloter l'irrigation du grenadier, atténuer le phénomène d'éclatement et améliorer la qualité des grenades. 2- Comprendre et mettre à profit l'effet de l'irrigation déficitaire PRD alternée sur le comportement écophysologique et productif du grenadier "Kalâi" et "Gabsi". 3- Sensibilisation des agriculteurs à l'intérêt de l'économie en eau d'irrigation de la réintégration de la culture du grenadier dans les agrosystèmes locaux.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement durable et préservation de la fertilité des sols.</li> <li>- Réduction des résidus des intrants chimiques dans les récoltes suite à la réduction des Interventions chimiques et leur remplacement par des moyens respectueux de l'environnement et de la santé humaine.</li> <li>- Amélioration de la production et de la qualité des fruits de tomate et de piment.</li> <li>- Promotion de la sécurité alimentaire.</li> <li>- Possibilité de lancement de petites entreprises spécialisées dans la production de biostimulants et de compost.</li> </ul>
<b>Catégorie du projet</b>	Programme d'Appui à la Recherche Agricole Régionale (PARAR)	Transfert des Acquis de la Recherche Agricoles (TARA-2022)
<b>Budget</b>	45.000 DT (22.500 DT/an en 2 ans)	47.000DT(23.500DT/anx2ans)
<b>Bailleur de fond</b>	IRESA	IRESA
<b>Intitulé</b>	<b>9- Approches de Gestion Intégrée contre les Maladies Fongiques de la Pomme de terre</b>  <b>GIMAFOP</b>	<b>10- Diagnostic du Dépérissement des Arbres Fruitiers au Centre de la Tunisie et propositions de moyens de lutte</b>
<b>Coordination</b>	Centre Régional des Recherches en Horticulture et Agriculture Biologique Chott Mariem.	Centre Régional des Recherches en Horticulture et Agriculture Biologique Chott Mariem.



<b>Structure de recherche</b>	LR21AGR03 – Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)	LR21AGR03 – Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)
<b>Coordinateur</b>	Hayfa Jabnoun-Khiareddine	Mejda Daami-Remadi
<b>Chercheurs du centre impliqués</b>	Hayfa Jabnoun-Khiareddine Mejda Daami-Remadi Rania Aydi Ben Abdallah Hela Chikh Rouhou Nadia Chaieb Atef Mougou	Mejda Daami-Remadi Mohamed Braham Hayfa Jabnoun-Khiareddine
<b>Objectif global</b>	L'objectif général de ce projet est d'élaborer une stratégie de gestion intégrée visant la réduction de l'incidence et de la sévérité des maladies telluriques, l'amélioration de la fertilité des sols (activité microbienne du sol) et du rendement de la culture, par la diversification de l'amendement organique (fumier, amendements humiques, engrais verts, etc) associée à la lutte biologique tout en prenant en compte le matériel végétal, la nature tellurique des pathogènes cibles et leurs interactions et la spécificité des conditions de culture dans la région du sahel.	L'objectif global est l'évaluation de l'état des lieux du dépérissement des arbres fruitiers au Centre de la Tunisie et dans l'identification des agents phytopathogènes et des ravageurs impliqués pour une gestion plus efficace du syndrome étudié.
<b>Zones d'intervention</b>	Centre-Est de la Tunisie	Centre de la Tunisie
<b>Programme de recherche prioritaire</b>	<b>Programme 1:</b> Systèmes de production durables dans un contexte marqué par la dégradation des ressources naturelles et le changement climatique	Programme 1: Systèmes de production durables dans un contexte marqué par la dégradation des ressources naturelles et le changement climatique
<b>Période</b>	2023-2025	2023-2025
<b>Impact attendu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encouragement des agriculteurs pour l'intégration des bonnes pratiques agricoles dans les systèmes de culture pour améliorer leurs revenus.</li> <li>- Amélioration des compétences techniques des petits exploitants via l'organisation des champs écoles paysans.</li> </ul> Ces pratiques permettront de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversifier les cultures</li> <li>- Augmenter la productivité et le rendement.</li> <li>- Améliorer la bio-fertilité des sols et la qualité phytosanitaire des cultures et des produits agricoles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meilleure connaissance scientifique des agents de dépérissement et proposition des moyens pour y remédier</li> <li>- Délimitation géographique des zones atteintes par ces fléaux tout en identifiant les bio-agresseurs impliqués.</li> <li>- Identification des pépinières atteintes</li> <li>- Formation par apprentissage (agriculteurs et acteurs) des règles de gestion intégrée des vergers et des sous-produits (surtout le bois de taille)</li> <li>- Réduction des attaques et limitation des superficies attaquées</li> <li>- Rétablissement des pieds partiellement atteints et qui peuvent être sauvés</li> <li>- Réduction de l'abandon de la culture des espèces arboricoles par les agriculteurs</li> </ul>
<b>Catégorie du projet</b>	Projet PARARs	Projet de développement

<b>Budget</b>	52 960 DT	100000 DT (sur 3 ans)
<b>Bailleur de fond</b>	IRESA	DGSVCIA
<b>Intitulé</b>	<b>11-</b> Open platform and faIrnness Olive-Oil supPLy chain for MEDiterranean small farmers  (OIL4MED)	<b>12-</b> Projet PARAR 2023-2025 Impact de l'association des cultures sur la diversité des insectes pollinisateurs et sur la production et la protection des cultures dans la région du centre-Est (PolliniBio)
<b>Coordination</b>	Centre Régional des Recherches en Horticulture et Agriculture Biologique Chott-Mariem.	Centre Régional des Recherches en Horticulture et Agriculture Biologique Chott-Mariem.
<b>Structure de recherche</b>	LR21AGR03 – Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)	LR21AGR03 – Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)
<b>Coordinateur</b>	Mohamed Braham	Ikbal chaieb
<b>Chercheurs du centre impliqués</b>		-Ikbal chaieb - Nadia Chaieb
<b>Objectif global</b>		
<b>Zones d'intervention</b>		
<b>Programme de recherche prioritaire</b>		
<b>Période</b>	2022 - 2025	2023-2025
<b>Impact attendu</b>		
<b>Catégorie du projet</b>	PRIMA	PARAR
<b>Bailleur de fond</b>	Fondation PRIMA section 2	IRESA

### Collaboration dans des projets coordonnés par d'autres institutions (04)

#### 1- Projet PRIMA "Boosting functional biodiversity to maximize ecosystem services for Mediterranean crop production" (*ECOBOOST*).

Coordination : Université de Palerme (UNIPA), Italie

Structure de recherche : LR-Agrobiodiversité et Ecotoxicologie, ISA Chott-Mariem

Coordinateurs :-Dr. Antonino Cusumano (UNIPA, Italie)

Dr. Mohamed BANNI (ISA, Chott-Mariem)

Chercheur du CRRHAB impliqué : **Sabrine Hattab**

Période :2022-2025

#### 2- Projet méditerranéen « Transfert de technologie et commercialisation des résultats de la recherche publique à travers le marché Public et Privé de l'Innovation (PPI) dans la région méditerranéenne », (*PPI4MED*)

Chercheur du CRRHAB impliqué: **Chokri Bayoudh**

Période :2020-2023

Coordinatrice : -Sonia Zgarni (ANPR, Tunisie).

**3- Projet PRIMA "Wide exploration of genetic diversity in *Brassica* species for sustainable crop production" (*BrasExplor*).**

Coordination: Anne-Marie Chevre (INRAE / Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes, France).

Chercheur du CRRHAB impliqué : **Hela Chikh-Rouhou**

Période : **2020- 2023** (36 mois).

Financement : PRIMA / MESRT-Tunisia.

**4- Projet ECPGR "Exploitation of Cucurbita local germplasm for sustainable agriculture"(*Cucurbitlocal*).**

Coordination: Maria Erclano (University of Naples, Italy).

Chercheur du CRRHAB impliqué : **Hela Chikh-Rouhou**

Période :**2021-2023** (24 mois),

Financé par : ECPGR.

## Valorisation de la recherche

### Obtention végétale (01)

Nouvelle variété de tomate « **MEB119 F1** »

### Articles publiés dans des revues impactées (13)

1. **Hattab S., Boughattas I., Cappello T., Zitouni N., Touil G., Romdhani I., Livet A., Bousserrhine N., Banni M. 2023.** Heavy metal accumulation, biochemical and transcriptomic biomarkers in earthworms *Eisenia andrei* exposed to industrially contaminated soils from south-eastern Tunisia (Gabes Governorate). *Science of The Total Environment* 887: p163950. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163950>
2. Ahlem BS., **Imed BA., Sana Z. et al. 2023** Variation of osmolytes, photosynthetic pigments, growth, water status and gas exchange in green kohlrabi under drought and rehydration conditions. *Russ J Plant Physiol* 70: 46. <https://doi.org/10.1134/S102144372360006X>
3. Boughattas I., Zitouni, N., Mkhinini M., Missawi O., Helaoui, S., **Hattab, S., Mokni M., Bousserrhine N., Banni M. 2023.** Combined toxicity of Cd and 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid on the earthworm *Eisenia andrei* under biochar amendment. *Environ Sci Pollut Res Int.* <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24628-8>
4. Chalbi A, **Chikh-Rouhou H,** Mezghani N, Slim A, Fayos O, Bel-Kadhi M.S, Garcés-Claver A. **2023.** Genetic diversity analysis of Onion (*Allium cepa* L.) from the arid region of Tunisia using phenotypic traits and SSR markers. *Horticulturae* 9 (10): 1098
5. Chalbi A, **Chikh-Rouhou H,** Tlahig S, Mallor C, Garcés-Claver A, Sta-Baba R, Bel-Kadhi MS. **2023.** Biochemical characterization of local onion genotypes (*Allium cepa* L.) in the arid regions of Tunisia. *Polish Journal of Environmental Studies* 32 (1): 15-26.
6. Abboud S; **Dbara S., Braham M. 2023.** Assessment of physiological performance and yield of three olive cultivars under partial root-zone drying irrigation in a semi-arid environment. *Erwerbs-Obstbau* 65 : 2563–2573. <https://doi.org/10.1007/s10341-023-00956-y>
7. Abboud S., Ouni A., **Aydi Ben Abdallah R., Dbara S. 2023.** Potential use of olive mill wastewater spreading in olive orchards for improving soil fertility and olive oil quality under semi-arid environment. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 54: 2563-2571. <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2023.2227223>
8. **Jabnoun-Khiareddine H., Aydi Ben Abdallah R., Daami-Remadi M. 2023.** Multi-species endophytic *Bacillus* for improved control of potato soil- and tuber-borne diseases in Tunisia: from laboratory to field conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 33: 109. <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00753->
9. **Aydi Ben Abdallah R., Hassine M., Jabnoun-Khiareddine H., Daami-Remadi M. 2023.** Exploration of *Aspergillus* spp. isolates recovered from soil and compost as potential source of bioactive metabolites for potato Fusarium dry rot control. *Brazilian Journal of Microbiology* 54:1103-1113. <https://doi.org/10.1007/s42770-023-00925-3>.
10. **Aydi Ben Abdallah R., Jabnoun-Khiareddine H., Ayed F., Daami-Remadi M. 2023.** A three-year study of comparative effects of four organic amendments on soil health dynamics, tomato production, and rhizosphere microbial community. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 54(17): 2439-2458. <https://doi.org/10.1080/00103624.2023.2223675>.
11. **Aydi Ben Abdallah R., Jabnoun-Khiareddine H., Regaieg H., Daami-Remadi M. 2023.** Effect of some indigenous bio-inoculants and commercial biological inputs on soil microbial population, soil health dynamics and pepper (*Capsicum annuum* L.) production. *Archives of Agronomy and Soil Science* 69(15): 3484–350. <https://doi.org/10.1080/03650340.2023.2246394>.
12. Khemis E., Mustapha MB, **Chaieb, I., Ascrizzi R., Flamini G., Harrath AH, Zardi-Bergaoui A. 2023.** Chemical Composition and Insecticidal Activity against *Tribolium Castaneum* of *Thapsia garganica* L. Seed



**13. Ben Mustapha M., Algethami FK., Elamin MR., Abdulkhair BY., Chaieb I., Ben Jannet H. 2023.** Chemical Composition, Toxicity and Repellency of *Inula graveolens* Essential Oils from Roots and Aerial Parts against Stored-Product Beetle *Tribolium castaneum* (Herbst). *Chemistry & Biodiversity* 20(3): e202200978. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.202200978>

### Articles publiés dans des revues indexées (13)

- 1. Aydi Ben Abdallah R., Jabnoun-Khiareddine H., Hadiouich I., Maalej M., Daami-Remadi M. 2023.** Fodder radish aqueous extracts and associated rhizobacteria as bio-stimulants on tomato growth. *International Journal of Vegetable Science* 29(2): 156-177. <https://doi.org/10.1080/19315260.2022.2158981>.
- 2. Aydi Ben Abdallah R., Chikh-Rouhou H., Jabnoun-Khiareddine H., Daami-Remadi M. 2023.** Selection between watermelon (*Citrullus lanatus*) accessions via their associated microbiota. *Functional Plant Breeding Journal* 5: 33-45. <https://dx.doi.org/10.35418/2526-4117/v5a4>
- 3. Aydi Ben Abdallah R., Chikh-Rouhou H., Jabnoun-Khiareddine H., Daami-Remadi M. 2023.** Pumpkins (*Cucurbitaspp.*) diversity and their associated microbiota. *Advances in Horticultural Science (Accepted)*.
- 4. Aydi-Ben-Abdallah R., Chikh-Rouhou H., Jabnoun-Khiareddine H., Daami-Remadi M. 2023.** Pumpkins (*Cucurbita spp.*) diversity and their associated microbiota. *Advances in Horticultural Science*.
- 5. Aydi-Ben-Abdallah R., Chikh-Rouhou H., Jabnoun-Khiareddine H., Daami-Remadi M. 2023.** Selection between watermelon accessions (*Citrullus lanatus*) via their associated microbiota. *Functional Plant Breeding Journal* 5 (1): 33-45
- 6. Jabnoun-Khiareddine H., Aydi Ben Abdallah R., Mars M., Daami-Remadi M. 2023.** Détection et caractérisation du dépérissement des figuiers causé par *Lasiodiplodia theobromae* en Tunisie. *Fruits de Tunisie* 14: 29-32. [http://41.226.27.69/plesk-site-preview/gifruits.com/http/41.226.27.69/?page\\_id=21520](http://41.226.27.69/plesk-site-preview/gifruits.com/http/41.226.27.69/?page_id=21520).
- 7. Bouslama T., Laarif A., Chattaoui M., Vial L., Lavire C., Doré J., Rhouma A. 2023.** Biochemical and molecular identification of a native *Bacillus thuringiensis* gv. cytolyticus isolate with insecticidal effect against the pod borer larvae (*Helicoverpa armigera*). *Tunisian Journal of Plant Protection* 18 (2): 71-91.
- 8. Jeder H. 2023.** Relationship between organic agriculture and export of olive oil in Tunisia via an ARDL model. *Int. J. Food Agric. Nat. Resour.* 4: 88–95. <https://doi.org/10.46676/ij-fanres.v4i4.246>
- 9. Chikh-Rouhou H., Tlili I., Henane I., Ilahy R., Garcés-Claver A. 2023.** Diversity and valorization of local genetic resources of *Cucurbita* in Tunisia. *Cucurbit Genetics Cooperative Report* 46: 28-32.
- 10. Labidi R., Bayoudh C., Majdoub A., Lopez-Corrales M., Mars M. 2023.** *In vitro* propagation of caprifig and figs (*Ficus carica* L.) through various explants. *Journal of Applied Horticulture* 25(3): 263-268. <https://doi.org/10.37855/jah.2023.v25i03.47>
- 11. Chikh-Rouhou H., Lohwasser U., Pico-Sirvent B., León A.F., García-Martínez S., Guadagno A., Amoroso C., Ercolano M. 2023.** Cucurbitlocal – A collaborative initiative to strengthen valorization of *Cucurbita* local germplasm for sustainable agriculture. *Cucurbit Genetics Cooperative Report* 46: 33-34.
- 12. Chikh-Rouhou H., Garcés-Claver A. 2023.** Status and prospects of *Lagenaria siceraria* (Bottle Gourd) landraces in Tunisia: A neglected and underutilized resource. *Cucurbit Genetics Cooperative Report* 46: 35-37
- 13. Braham M., Boulahia-Kheder, Kahia M., Noura S. 2023.** Aphids and citrus responses to nitrogen fertilization. *Journal of the Saudi Society of Agricultural-sciences* 22: 374-383. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.03.003>

## Brevet (01)

- **Thameur Bouslama et Asma Laarif.** N° TN 2023/334 : Procédé de prédiction de l'occurrence des insectes ravageurs des cultures basé sur la relation entre leurs stades de développement et la température. Propriétaire : CRRHAB. Inventeurs : Déposé à l'INNORPI le 29/12/2023.

## Chapitre d'ouvrage (02)

**Chikh-Rouhou H.,** Abdedayem W., Solmaz I., Sari N., Garcés-Claver A. **2023.** Melon (*Cucumis melo* L.): Genomics and Breeding. In: Singh S., Sharma D., Sharma SK., Singh R. (eds.) *Smart Plant Breeding for Vegetable Crops in Post-Genomics Era*. pp 25-52. Springer, Singapore.

Ammar A., **Ben Aissa I.,** Zaouay F., Gouiaa M., Mars M. **2023.** Physiological behaviour of fig tree (*Ficus carica* L.) under different climatic conditions. In: Ramadan MF (eds). *Fig (Ficus carica): Production, processing, and properties*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-16493-4\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-031-16493-4_10)

## Communications aux rencontres scientifiques (18)

- **Dbara S.,** Mathlouthi M., Abboud S., Tlili D. **2023.** Effects of oil mill wastes used as eco-fertilizer on pomegranate plants. International Days of Biotechnology, 18-21 Décembre, Mahdia, Tunisie.

- Alaya C., Boughattas I., Romdhani I., Missaoui Y., Gaaied S., Banni M., **Hattab S. 2023.** Microplastic in agriculture soils irrigated with treated wastewaters: ecotoxicological effects using *Lumbricus* sp. International Conference on Micro and Nano-plastics in the Agri-Food Chain – Agri Food Plast, 10-12 Septembre 2023, Piacenza, Italie.

- Boughattas I., Vaccari F., Zhang L., Bandini F., Bigas-Moreno B., Missawi O., **Hattab S.,** Mkhinini M., Lucini L., Puglisi E., Banni M. **2023.** Coexposure to environmental microplastic and the pesticide 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) induce distinctive alterations in the metabolome and microbial community structure in the gut of the earthworm *Eisenia Andrei*. International Conference on Micro and Nano-plastics in the Agri-Food Chain – Agri Food Plast, 10-12 Septembre 2023, Piacenza, Italie.

- Gaida S., Boughattas I., Romdhani I., Banni M., **Hattab S. 2023.** Enhancing biodiversity in arid lands: exploring the synergistic potential of biochar and compost application. Biodiversity Roles in Plants Protection in Arid Regions (BRPP-AR), 18-19 Octobre 2023, Biskra, Algerie. (Participation en ligne).

- Gaida S., Boughattas I., Romdhani I., Amor Y., Grissa H., Sassi K., Banni M., **Hattab S. 2023.** Evaluation of the effect of biochar and compost on soil biofertility using *Eisenia andrei* as bio-indicator. International Forum on Climate Changes and Environmental Pollutants: Main Drivers of Biodiversity Decline, 02-04 Novembre 2023, Sousse, Tunisie.

- Alaya C., Boughattas I., Romdhani I., Missaoui Y., Gaaied S., Banni M., **Hattab S. 2023.** Contribution to the characterization of cellular alterations in earthworms exposed to treated wastewater irrigation. International Forum on Climate Changes and Environmental Pollutants: Main Drivers of Biodiversity Decline, 02-04 November 2023, Sousse, Tunisie.

- Mannai H., Boughattas I., **Hattab S.,** Gaaied S., Romdhani I., Lina Chebbi L., Bousserhine N. **2023.** Evaluation of bioremediation potential of biochar in soils irrigated with treated wastewater. International Forum on Climate Changes and Environmental Pollutants: Main Drivers of Biodiversity Decline, 02-04 Novembre 2023, Sousse, Tunisie.

- Ben Fadhel E., Boughattas I., Najahi H., Helaoui S., Chebbi L., **Hattab S.,** Hernandez L., Banni M. **2023.** Effect of Biochar on alfalfa plant (*Medicago sativa* L) grown in soils Irrigated with Treated Wastewater. International Forum on Climate Changes and Environmental Pollutants: Main Drivers of Biodiversity Decline, 02-04 Novembre 2023, Sousse, Tunisie.

- **Bayoudh C., Soufi S., Majdoub A., Bettaieb T. 2023.** *In vitro* morphological and physiological tolerance of strawberry vitroplants to NaCl saline stress. Congrès International de Recherche Scientifique, 26-27 Septembre 2023, Igdir, Turquie. (Participation en ligne).
- **Bayoudh C., Labidi R., Majdoub A., Mars M. 2023.** Optimizing *in vitro* regeneration protocols of Tunisian local pears (*Pyrus communis* L) and figs (*Ficus carica* L). 5<sup>ème</sup> Séminaire International des Etudes Multidisciplinaires, 21-22 Décembre 2023, Baskent, Turquie. (Participation en ligne).
- **Lachkar A., Afkir, K., Amari, K., Ben Atia, I. 2023.** Nutritional fruit quality of a Tunisian apricot cultivar under different farming systems. 32<sup>ème</sup> Congrès International des Sciences Biologiques et de Biotechnologie de l'ATSB. 18 - 20 mars, Sousse, Tunisie.
- **Lachkar A., Amari, K., Ben Atia, I. 2023.** Organic Fruit Quality of Apricot Genetic Resources in Tunisia Related to the Human Health. Les 2<sup>èmes</sup> Journées Scientifiques Internationales de Biodiversité, Environnement & Santé. 5, 6 et 7 Mai, Monastir, Tunisie.
- **Chaieb N., Salwa Belhaj., Aydi Ben Abdallah R., Boussadia O., Mars M., Daami Remadi M. 2023.** Faba bean mineral elements under organic farming versus conventional farming. 32<sup>ème</sup> Congrès International des Sciences Biologiques et de Biotechnologie de l'ATSB. 18 - 20 mars, Sousse, Tunisie.
- **Aydi Ben Abdallah R., Chaieb N., Jabnoun-khiareddine H., Daami Remadi M. 2023.** Faba bean as green manure for increased pepper growth and production through improved soil microbial and chemical properties when grown under conventional and organic farming systems. 32<sup>ème</sup> Congrès International des Sciences Biologiques et de Biotechnologie de l'ATSB. 18 - 20 mars, Sousse, Tunisie.
- **Aydi Ben Abdallah R., Chaieb N., Jabnoun-khiareddine H., Mejda Daami R. 2023.** Screening of plant growth-promoting potential of rhizobacteria naturally associated to faba bean nodules on non-host tomato plants. 32<sup>ème</sup> Congrès International des Sciences Biologiques et de Biotechnologie de l'ATSB. 18 - 20 mars, Sousse, Tunisie.
- **Rania Aydi Ben Abdallah. 2023.** Global Symposium on Soils and Water, 2-5 Octobre 2023. Participation en ligne.
- **Aydi Ben Abdallah R., Jabnoun-Khiareddine H., Daami-Remadi M. 2023.** Des bactéries endophytes pour la stimulation de la croissance des plants et la lutte biologique contre certaines maladies fongiques associées à la tomate et au piment. Colloque National «Les pesticides à usage agricole et les méthodes de lutte alternative contre les nuisibles», Hammamet, Tunisie, 25 - 26 Avril, 2023
- **Braham M., BenKheder H., Moussa A. 2023.** Field digitization and Decision Support System (DSS) in peach cultivation to manage the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* in Tunisia. XIV International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2023". Jahorina, 05-08 Octobre 2023, Bosnia and Herzegovina. pp. 730-738. [https://agrosym.ues.rs.ba/article/showpdf/BOOK\\_OF\\_PROCEEDINGS\\_2023\\_FINAL.pdf](https://agrosym.ues.rs.ba/article/showpdf/BOOK_OF_PROCEEDINGS_2023_FINAL.pdf)

### **Participation aux rencontres scientifiques et aux sessions de formation nationales et internationales (22)**

- **Hala Chikh-Rouhou 2023.** Participation à la 3<sup>ème</sup> session du training course «Plant Breeding». Class V of the African Plant Breeding Academy (AfPBA), Organisée du 14 au 26 Mai 2023 par, University of California UC-Davis et African Orphan Crops Consortium. ICRAF, Nairobi-Kenya.
- **Hala Chikh-Rouhou 2023.** Participation en ligne au «Regional Workshop on North Africa in The Age of Biodiversity Genomics», 6 Octobre 2023.
- **Hala Chikh-Rouhou 2023.** Formation de sept (07) semaines en ligne «Plant Genetic Resources and Resilient Seed Systems for Sustainable Food Security», organisée du 09 Oct au 24 Nov 2023 par Wageningen University & Research (WUR, Netherlands). Financement : Orange Knowledge Programme (OKP).
- **Asma Laarif 2023.** Insectes vecteurs de virus en cultures légumières et moyens de lutte intégrée. Journée d'information sur la Prévention et le contrôle des nouveaux Geminivirus invasifs infectant les cultures légumières en Méditerranée (projet GEMED PRIMA) organisée le 5 juillet 2023 à l'INRAT.
- **Asma Laarif 2023.** Gestion des insectes et des pesticides en cultures maraichères protégées : Cas de la

serriculture au Centre Est de la Tunisie. Colloque Organisé par la FAO le 25 Avril 2023, Hammamet.

- **Mohsen Mansour 2023.** Participation au cours international sur la Gestion des risques face au changement climatique organisé par le Centre de Wageningen pour l'innovation en matière de développement (WCDI), en collaboration avec le Centre asiatique de préparation aux catastrophes (Asian Disaster Preparedness Center - ADPC) et la Resilience Development Initiative (RDI).
- **Sabrina Hattab 2023.** Mission à la Faculté des Sciences Agronomiques, Alimentaires et de l'Environnement, 04 Septembre 2021 - 11 Septembre 2023, Plaisance, Italie.
- **Amel Lachkar 2023.** Participation à une journée d'information sur le programme cadre Européen de R&I, Horizon Europe-Cluster 6 : « Food, Bioeconomy, Natural Resources, Agriculture and Environment » organisée par MESRS (UGPO-Horizon Europe) & IRESA, 16 Janvier 2023, ISA- Chott-Mariem, Sousse.
- **Amel Lachkar 2023.** Participation au webinaire intitulé «How to convert a thesis or dissertation into a manuscript» organisé par SAGE Journals (How to get published webinar series), 18 Janvier 2023.
- **Amel Lachkar 2023.** Participation au webinaire «Publier dans une revue scientifique internationale avec Springer Nature» organisé par Springer Nature, 10 Mai 2023.
- **Amel Lachkar 2023.** Participation au webinaire intitulé «How to secure funding » organisé par SAGE Journals (How to get published webinar series), 21 Juin 2023.
- **Amel Lachkar 2023.** Participation à un atelier sur la « Création et développement de compétences pour le renforcement de l'agriculture biodynamique en Tunisie » organisé par GIZ/AFC, 08-10 Novembre 2023, CTAB-Chott-Mariem.
- **Imed Ben Aissa 2023.** Participation à la journée (session) de formation sur la bibliométrie et les bibliographies organisées par le CNUDST, le 10 mai 2023.
- **Imed Ben Aissa 2023.** Participation à la journée de formation sur la bibliométrie et les bibliographies organisées par le CNUDST le 17 mai 2023.
- **Imed Ben Aissa 2023.** Participation à la rencontre « Face to face meeting » du projet Prima « iGuessMed » du 11 au 14 juillet 2023, Italie.
- **Chokri Bayoudh 2023.** Session de formation sur « Les aspects techniques, financiers et légaux de l'innovation et de transfert technologique », organisée par l'ANPR, dans le cadre du projet PPI4MED, 26-28 juillet 2023, Tunis, Tunisie.
- **Chokri Bayoudh 2023.** Participation au webinaire «Publier dans une revue scientifique, où, comment et avec quel outil» organisée par Springer Nature, le 10 mai 2023.
- **Nadia Chaieb 2023.** Gestion des Projets et des Programmes de Développement. MDF, 17 Avril-13 Mai 2023, Ede, Pays-Bas.
- **Nadia Chaieb 2023.** Workshop en Agroécologie dans le cadre du projet SustInAfrica (Sustainable Intensification of Food Production through Resilient Farming Systems in West and North Africa), 27 Juillet 2023, Sousse, Tunisie.
- **Nadia Chaieb 2023.** Scientific Workshop on Parasitic Plants Orobanche/Phelipanche spp. Organised by ZeroParasitic Project, 14-17 Mars, Tunis, Tunisie.
- **Ikbal Chaieb 2023.** Histoire et évolution des pesticides, Journée scientifique Intrants chimiques en agriculture : intérêts, risques et alternatives. 15-16 Mai 2023 CRRHAB-Ecole doctorale ISA.
- **Ikbal Chaieb.** Biopesticides d'origine végétale, rencontres scientifiques-professionnels sur la thématique de biocontrôle des biens patrimoniaux. 28 Avril 2023, ISMP Tunis.

### Animation de journées de formation-information (09)

- Session de formation « Interactions rhizomicrobiome-plante et leurs effets sur la croissance et la santé des plantes ». CEC Microbiote et Santé, Faculté de Médecine de Monastir, 27 Avril 2023. (Formation assurée par : **Rania Aydi Ben Abdallah**)



- Formation des formateurs sur le thème "Autoproduction de semences et plants locaux", organisée par l'association NEXUS Tunisie dans le cadre du projet "Tunisoutenable", 04 Octobre 2023, Centre Sectoriel de Formation Professionnelle Agricole en Cultures Maraichères de Primeur de Chott-Mariem, Sousse, Tunisie. (Formation assurée par : **Mounira Elbaz**)
- Formation des formateurs en «Gestion des sols en Agroécologie», organisée par l'association NEXUS Tunisie dans le cadre du projet «Tunisoutenable, actions pour la soutenabilité en Tunisie», 16 Octobre 2023, Centre Sectoriel de Formation Professionnelle Agricole en Cultures Maraichères de Primeur de Chott-Mariem. (Formation assurée par: **Sabrine Hattab**)
- Session de formation sur les techniques de production des cultures maraîchères de plein champ en mode biologique organisée par le CTAB le 07 et 08 Mars 2023 à Sfax (Formation assurée par : **Hayfa Jabnoun-Khiareddine**).
- Session de formation sur les techniques de production des cultures maraîchères de plein champ en mode biologique organisée par le CTAB le 05 et 06 Juillet 2023 à Chott-Mariem (Formation assurée par Formation assurée par : **Hayfa Jabnoun-Khiareddine**).
- Session de formation sur les techniques de production des cultures maraîchères de plein champ en mode biologique organisée par le CTAB le 04 et 05 Octobre 2023 à Essaïda (Formation assurée par: **Hayfa Jabnoun-Khiareddine**).
- Techniques de protection des cultures maraichères en plein champs en mode biologique, 5-6 juillet 2023 CRDA Sousse (Formation assurée par : **Ikbal Chaieb**).
- Protection en culture maraichères biologique. Journée Eole champs 2- Aout 2023, Msaken Sousse (Formation assurée par : **Ikbal Chaieb**).
- Les plantes comme source de biopesticides, 27-28 décembre 2023, CRDA Ben Arous. (Formation assurée par : **Ikbal Chaieb**).

## Organisation d'évènement scientifique

**Ikbal Chaieb** : Intrants chimiques en agriculture : intérêts, risques et alternatives. 15-16 Mai 2023 CRRHAB-Ecole doctorale ISA.

### Formation diplômante

#### -Thèse de doctorat soutenue en 2023 (01)

- **Sawssen Ben Tiba, 2023**. Identification de nucléopolyhédrovirus isolés des noctuelles de la tomate *Helicoverpa armigera* et *S. littoralis* et étude de leurs activités biologiques. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques, Faculté des Sciences de Bizerte. Soutenue en janvier 2023. (Directrice de thèse : **Asma Laarif**)

#### -Thèses de doctorat en cours (05)

- **Sarra Gaida**. Evaluation de la biofertilité des sols agricoles suite à l'ajout d'amendements organiques en utilisant une approche métagénomique et métabolomique. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques et Environnement. Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Université de Sousse. (Directrice de la thèse : **Sabrine Hattab**)

- **Nihed Jerbi**. Etude bio-écologique des populations de *Orosius* spp et de *Bemisia tabaci* vecteurs potentiels de Geminivirus et mise au point de méthodes de lutte intégrées (IPM). Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Institut National Agronomique de Tunisie. (Directrice de la thèse : **Asma Laarif**)

- **Oumaima Khouildi**. Rôle de la biodiversité des insectes utiles associés aux *Ombellifères* dans la production agricole. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques et Biotechnologie. Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir. (Directeur de la thèse: **Ikbal Chaieb**)

- **Azhar Ouni.** Optimisation de la fertilisation du grenadier r(*Punica granatum* L.) en modes conventionnel et biologique. Thèse de doctorat. Institut Supérieur Agronomique Chott-Mariem.(Directrice de la thèse :Soumaya Dbara).

- **Darine Tili.** Production d'un bio-stimulant à partir des rejets des huileries et sa valorisation agronomique sur le grenadier. Thèse de doctorat. Institut National Agronomique de Tunisie.(Directrice de la thèse : Soumaya Dbara).

#### - Contribution à l'encadrement des thèses (01)

- **Amel Chalbi.** Analyse de la diversité génétique et évaluation de la qualité nutritionnelle des ressources génétiques locales d'oignon (*Allium cepa* L.). Thèse de Doctorat, Spécialité: Biologie. Faculté des Sciences de Gabès. (Encadrante CRRHAB: **Hela Chikh-Rouhou**)

#### Master de recherche (01)

- **Chayma Alaya, 2023.** Contribution à la caractérisation des altérations cellulaires chez les vers de terre exposés à l'irrigation par les eaux usées traitées. Institut supérieur de Biotechnologies de Monastir. (Encadrement : **Sabrine Hattab**)

#### Masterprofessionnel(01)

- **PapSao Aly Kane, 2023.** Fertilisation organique de la tomate : effets sur la culture et quelques paramètres du sol. Master professionnel MEHMED, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem. (Encadrante CRRHAB : **Sabrine Hattab**).

#### EncadrementdePFE(09)

- **Imen Baccouri, 2023.** Influence du microbiote du sol sur l'infestation des plantes par les nématodes phytoparasites du genre *Meloidogyne*. Projet de Fin d'Etudes en cycle ingénieur, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem. (Encadrante CRRHAB : **Rania Aydi Ben Abdallah**).

- **Takwa Mhadbi, 2023.** Étude comparative de deux méthodes de calcul de besoins en eau d'une culture de tomate sous serre. Projet de Fin d'Etudes du cycle ingénieur en GSH.ISA–CM. (Encadrant CRRHAB : **Mohsen Mansour**)

- **Mahran Aidi, 2023.** Étude et réalisation d'une station météorologique destinée à une serre horticole. Projet de Fin d'Etudes du cycle ingénieur en Génie électromécanique. École Polytechnique de Sousse. (Encadrant CRRHAB : **Mohsen Mansour**)

- **Rania Dabbabi, 2023.** Contribution à la validation d'un modèle de prédiction de l'occurrence de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) sur une culture de tomate conduite sous serre. Projet de fin d'études du cycle ingénieur. ISA Chott Mariem. (Encadrante CRRHAB : **Asma Laarif**)

- **Mariem Gasdallah, 2023.** Etude comparative du potentiel insecticide des huiles essentielles d'*Anethum graveolens* et de *Foeniculum vulgare*. PFE ISBM. (Encadrant CRRHAB: **Ikbal Chaieb**)

- **Yessmine Boudlell,2023.** Composition chimique, activité insecticide et antifongique de l'huile essentielle isolée du cyprès commun de Tunisie (*Cupressus sempervirens* L.). (Encadrant CRRHAB: **Ikbal Chaieb**)

- **Balai Roua, 2023.** Etude du complexe parasitaire impliquant *Verticillium* spp. et *Meloidogyne* spp. sur aubergine. Projet de Fin d'Etudes du cycle ingénieur, ISA Chott-Mariem. (Encadrante CRRHAB : **Hayfa Jabnoun-Khiareddine**)

- **Meskini Sawsen, 2023.** Effet de bio-stimulants à base d'algues marines sur la sévérité des maladies fongiques d'origine tellurique et sur la croissance de la pomme de terre. Projet de Fin d'Etudes du cycle ingénieur, ESA-Kef. (Encadrante CRRHAB : **Hayfa Jabnoun-Khiareddine**)

- **Daldoul Nour, 2023.** Potentiel de *Bacillus amyloliquefaciens* AG1 comme agent de lutte biologique contre les maladies fongiques de la pomme de terre d'origine tellurique. Projet de Fin d'Etudes du cycle ingénieur, ESA-Kef. (Encadrante CRRHAB : **Hayfa Jabnoun-Khiareddine**)

## Encadrement de PPFE (09)

- **Marouan Chouchane et Amal Ben Mansour, 2023.** Caractérisation des isolats bactériens associés à la féverole et évaluation de leur effet promoteur de la croissance chez une plante non hôte (la tomate). Projet Professionnel de Fin d'Etudes, Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur. (Encadrante CRRHAB : **Rania Aydi Ben Abdallah**).

- **Fatma Chahed, 2023.** Rôle des bactéries solubilisatrices du phosphate dans l'amélioration de la croissance de la tomate et la gestion des nématodes à galles. Projet Professionnel de Fin d'Etudes, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem. (Encadrante CRRHAB : **Rania Aydi Ben Abdallah**).

- **Siwar Abidi, 2023.** Application de l'irrigation déficitaire sur le grenadier. LPH.(Encadrant CRRHAB : **Imed Ben Aissa**)

**Rym Barhoumi, 2023.** Adaptation de l'échelle BBCH étendue pour coder les stades phénologiques du grenadier. LPH.(Encadrant CRRHAB : **Imed Ben Aissa**)

- **Fathia Abderrahmen, 2023.** Caractérisation morphologique et production de semences d'une collection d'oignon (*Allium cepa* L.). Projet Professionnel de Fin d'Etudes en cycle Licence Appliquée, Spécialité Horticulture, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem. (Encadrante CRRHAB : **Hela Chikh Rouhou**).

- **Mariem Mathlouthi, 2023.** Valorisation agronomique des rejets des unités de traitement des grignons d'olive sur des plants de grenadier. Licence Co-construite en Biotechnologie Environnementale Et Valorisation de Rejets. Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir. (Encadrante CRRHAB : **Soumaya Dbara**).

- **Amine Laajimi, 2023.** Effet des stress hydrique et salin sur le quinoa. Licence Horticulture. Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem. (Encadrante CRRHAB : **Soumaya Dbara**)

- **Rimel Nabouli et Rihem Nabouli, 2023.** Conception et réalisation d'une serre agricole intelligente. Projet Professionnel de Fin d'Etudes en cycle Licence Appliquée, Spécialité EEA. ISSAT, Sousse. (Encadrant CRRHAB : **Mohsen Mansour**)

- **Mejri Safa et Agili Marwa, 2023.** Système de transfert des données d'un réseau sans fils. Projet Professionnel de Fin d'Etudes en cycle Licence Appliquée, Spécialité Système embarqué et IOT, télécommunication. ISIT, Hammam Sousse. (Encadrant CRRHAB : **Mohsen Mansour**)

## Encadrement de Stages d'études (26)

- **Rima Mokrani, 2<sup>ème</sup>** année cycle ingénieur en Horticulture à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, stage d'un mois à partir du 06 juillet, 2023. (Encadrante : **Rania Aydi Ben Abdallah**).

- **Oumaima Cherif, 1<sup>ère</sup>** année master professionnel en « Gestion du Changement Environnemental Méditerranéen et Agriculture Durable » à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, stage de 05 jours à partir du 18 Décembre 2023. (Encadrante : **Rania Aydi Ben Abdallah**).

**Aya Souai, 2<sup>ème</sup>** année cycle ingénieur, Institut Supérieur Agronomique Chott Mariem, 26 Mai – 05 Juin 2023, (Encadrante : **Soumaya Dbara**).

- **Nada Ben Ammar, 2<sup>ème</sup>** année cycle ingénieur, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, 29 Mai – 26 Juin 2023 (Encadrante : **Soumaya Dbara**).

- **Wala Ben Hammadi, 2<sup>ème</sup>** année cycle ingénieur, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, 29 Mai–26 Juin 2023 (Encadrante : **Soumaya Dbara**).

- **Ibtihel Smii, 2<sup>ème</sup>** année Licence Horticulture, ISA-Chott-Mariem, 23 Mai - 03 Juin 2023 (Encadrante : **Amel Lachkar**)

- **Maissa Hamrouni, 2023.** 2<sup>ème</sup> année Licence Horticulture, ISA-Chott-Mariem, 23 Mai - 03 Juin 2023. (Encadrante : **Amel Lachkar**)

- **Malek Ben Salem**, 2<sup>ème</sup> année LU en Gestion et création des entreprises Agricoles, ESA, Mograne, 2023. (Encadrant : **Houcine Jeder**)

- **Sameh Tajouri**, 2<sup>ème</sup> année LU en Gestion et création des entreprises Agricoles, ESA, Mograne, 2023. (Encadrant : **Houcine Jeder**).

- **Lobna Guesmi**, 2<sup>ème</sup> année LU en Gestion et création des entreprises Agricoles, ESA, Mograne, 2023. (Encadrant : **Houcine Jeder**).

**Habib Ayadi et Abir Chaari**, 2<sup>ème</sup> année LMD Horticulture à l'Institut Supérieur Agronomique (ISA) Chott-Mariem. (Encadrant : **Chokri Bayoudh**)

**Eya Trabelsi et Rima Nabli**, 2<sup>ème</sup> année Ingénieur Horticulture à l'Institut Supérieur Agronomique (ISA) Chott-Mariem. (Encadrant : **Chokri Bayoudh**)

**Amani Dardouri** : 1<sup>ère</sup> année Ingénieur Horticulture à l'Institut Supérieur Agronomique (ISA) Chott-Mariem. (Encadrant : **Chokri Bayoudh**)

**Mohamed Elhedi Lemkaitir**, 1<sup>ère</sup> année Master Innovation Horticole à l'Institut Supérieur Agronomique (ISA) de Chott-Mariem. (Encadrant : **Chokri Bayoudh**)

- Stages d'été (**05 étudiants** filière Ingénieur : 04 de l'ISA CM et 01 de l'ESA Mograne) (Encadrant : **Imed Ben Aissa**).

- Stages d'été (ISA-Chott Mariem) : **05** (01 stagiaire en 2<sup>ème</sup> année ingénieur filière horticulture, 03 stagiaires en 1<sup>ère</sup> année Licence filière Horticulture ; et 01 stagiaire en 2<sup>ème</sup> année Licence filière Paysage) (Encadrante : **Hayfa Jabnoun-Khiareddine**).

## **Ouverture sur le monde extérieur**

### ***Convention de partenariat et de collaboration en cours (10)***

- **Convention CRRHAB-DGSVCIA (2019-2023)** : Evaluation agronomique et phytosanitaire des variétés de cultures légumières (pomme de terre et porte-greffes de tomate) et d'arbres fruitiers proposées pour inscription au catalogue officiel des variétés végétales. Chercheurs impliqués : **Mejda Daami-Remadi, Hayfa Jabnoun-Khiareddine et Atef Mougou**.

- **Convention LR21AGR03** 'Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)' du CRRHAB-Laboratoire de recherche 'Laboratory of Advanced Technology and Intelligent Systems (LATIS) de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sousse (2023-2026). Chercheurs impliqués : **Mejda Daami-Remadi, Hayfa Jabnoun-Khiareddine (LR21AGR03)**.

- **Convention CRRHAB- CRDA Sousse (2022-2024)** : Collaboration scientifique et technique.

- **Convention CRRHAB-CTAB** depuis 2020 : Collaboration scientifique et technique.

- **CRRHAB-CBBC (2023-2025)** : Convention spécifique de recherche développement, « Valorisation du vinaigre de bois dans la lutte contre des insectes ravageurs en cultures protégées ».

- **Convention CRRHAB- Société agricole «Agromillora Méditerranée»** 'Partenariat de recherche pour la multiplication *in vitro* de certaines espèces fruitières exotiques' (2023-2025). Chercheur impliqué : **Chokri Bayoudh**

- **Convention de Collaboration Scientifique et Technique dans le cadre du projet PROFITS**. 'Partenariat de mise en œuvre de certaines composantes du projet de promotion des filières pour le développement territorial de Siliana (PROFITS) et la participation à la mise en place de pépinières fruitières aux signes de qualité pour les cerises de Makthar'. Chercheurs impliquées : **Soumaya Dbara et Amel Lachkar**



- **Convention CRRHAB-ISBM** 'Partenariat recherche et formation dans le cadre de la licence co-construite en biotechnologie de l'environnement' (2021-2023). Chercheurs impliqués : **Ikbal Chaieb, Sabrina Hattab et Soumaya Dbara**.

- **Convention CRRHAB-ISBM** 'Partenariat recherche et formation dans le cadre de la licence co-construite en biotechnologie végétale' (2021-2023). Chercheurs impliqués: **Ikbal Chaieb et Chokri Bayoudh**

- **Convention LR21AGR03** 'Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)' du CRRHAB-LR16IO01 'Durabilité de l'oléiculture et l'arboriculture fruitière en milieux semi arides et arides' de l'Institut de l'olivier (2022-2024). Chercheurs impliqués : **Rania Aydi Ben Abdallah (LR21AGR03) et Soumaya Dbara (LR16IO01)**.

## Enseignement

- Cours en «Protection des plantes», au profit des étudiants de 3<sup>ème</sup> Licence co-construite «Biotechnologie Végétale et Valorisation, BVV», ISB Monastir. (**Ikbal Chaieb**)

- Cours d'application des huiles essentielles en Horticulture, 2<sup>e</sup> année master innovation en Horticulture. ISA Chott-Mariem. (**Ikbal Chaieb**)

- Cours et travaux pratiques de «Multiplication des végétaux et culture *in vitro* des plantes » au profit des étudiants de 3<sup>ème</sup> Licence co-construite « Biotechnologie Végétale et Valorisation, BVV », ISB Monastir. (**Chokri Bayoudh**)

- Cours et travaux pratiques de « Culture *in vitro* et ses applications horticoles » au profit des étudiants de 1<sup>ère</sup> Master Professionnel « Innovation Horticole, MPIH », ISA Chott-Mariem. (**Chokri Bayoudh**)

- Cours en «Microbiologie de l'Environnement », au profit des étudiants de licence « Recyclage et Valorisation des Déchets » à l'Ecole Supérieure des Sciences et de la Technologie de Hammam Sousse (ESST-HS). (**Sabrina Hattab**).

- Cours en «Valorisation des déchets organiques» au profit des étudiants de Licence co-construite « Biotechnologie Environnementale et Valorisation des Rejets, BEVR » à l'Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir (ISBM). (**Soumaya Dbara**).

## Ressources Humaines et Financières (2023)

### Répartition par catégorie de l'effectif du personnel du CRRHAB

<b>Enseignants-chercheurs</b>	<b>Nombre</b>
-Professeur	04
-Maitre de conférences	03
-Maitre-assistant	9
- Assistant	01
<b>Techniciens</b>	
-Technicien Sup. (laboratoires ou stations de recherche)	06
-Technicien (laboratoires ou stations de recherche)	06
<b>Staff administratif</b>	
-Ingénieur	01
-Administrateur	02
-Technicien	03
<b>Ouvriers</b>	
- Ouvriers permanents (centre et stations)	11
- Ouvriers occasionnels permanents (centre et stations)	14


- Budget national 2023 du CRRHAB (en DT)**

<b>Budget dédié à la recherche</b>	
<b>Rubriques</b>	<b>Montant (DT)</b>
<b>Titre I</b>	
-Petit matériel-consommable	10 000
-Réactifs-produits chimiques	8 000
-Documentation, impression	2 600
- Intrants agricoles	15 000
<b>Titre II</b>	
-Réhabilitation des stations expérimentales (Chott-Mariem, Sahline et Teboulba)	275 000
-Équipements scientifiques	
<b>Budget global (subvention de l'État)</b>	
Total titre I	382 000
Total titre II	275 000
<b>Budget total</b>	<b>657 000</b>

## Structures de recherche

Laboratoire de Recherche (**Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)**)

**LR21AGR03** : Création en 2021

Dénomination	<b>Production et Protection pour une Horticulture Durable (2PHD)</b>	
Code/Logo	<b>LR21AGR03</b> 	
Responsable	Mejda DAAMI-REMADI <b>mejda.daami@iresa.agrinet.tn</b> <b>mejda.daami@gmail.com</b>	
Membres	Corps A	<b>04</b>
	Corps B	<b>15 + Assistant Contractuel</b>
	Ingénieurs	<b>10</b>
	Techniciens	<b>08</b>