

Royaume du Maroc

RAPPORT D'ACTIVITÉ **INRA** 2022



المعهد الوطني للبحث الزراعي

ⵜⴰⴳⴷⴰⵢⵜ ⵜⴰⴷⵣⴰⵢⵔⵉⵜ | ⵙⵏⵣⵓⵔ | ⵜⴰⴳⴷⴰⵢⵜ

Institut National de la Recherche Agronomique



Sa Majesté le Roi Mohammed VI
Que Dieu l'Assiste

RAPPORT D'ACTIVITÉ
INRA 2022

Sommaire





Mot du Directeur	4
Faits marquants 2022	6
Regard sur les recherches entreprises en 2022	12
Consolidation des filières des grandes cultures	14
Consolidation des filières arboricoles et horticoles	26
Consolidation des filières émergentes	40
Consolidation des filières animales	44
Transition vers des systèmes de production durables	48
Mobilisation du levier digital pour la gestion prévisionnelle	56
Actions entreprises en appui à la recherche	60
Transfert de technologie et communication	62
Coopération et partenariat	70
Ressources humaines et financières	72
Liste des publications 2022	74

MOT DU DIRECTEUR



Dr. Faouzi Bekkaoui

Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique

DANS ce rapport annuel 2022, nous allons parcourir les activités et les initiatives de recherche et développement qui accompagnent différents axes de la stratégie Génération Green 2020-2030. Des avancées ont pu être réalisées, en particulier sur la résilience de l'agriculture, la conservation et le développement des ressources génétiques, l'application des outils digitaux, la valorisation des produits agricoles et la communication des résultats scientifiques.

Afin de participer à la recherche de solutions aux multiples défis auxquels fait face l'agriculture marocaine, des rencontres par visioconférence ont été tenues en février-mars 2022 avec les représentants des fédérations interprofessionnelles pour mieux s'enquérir de l'état d'avancement de notre programme de recherche à moyen terme (PRMT 2021-2024) et d'ajuster ses priorités à la suite des nouvelles situations émergentes. En effet, ces rencontres ont engagé l'INRA et les professionnels sur des voies de partenariat concertées à l'image de celles avec la Fédération Interprofessionnelle des Activités Céréalières (FIAC) autour de la sélection génétique des variétés de céréales.

Comme signe précurseur de cette volonté d'enrichir le portefeuille variétal à l'INRA et élargir l'offre au profit des agriculteurs, notre institut a inscrit pendant l'année 2022 trois variétés de grandes cultures : une variété de blé dur, une variété de blé tendre et une variété de fève, en plus de sept variétés d'arganier dont un mâle pollinisateur.

La souveraineté alimentaire nationale, dépend en premier de l'indépendance du pays vis-à-vis de l'étranger en semences certifiées. Pour y parvenir, l'INRA prévoit l'enregistrement de 50 nouvelles variétés à l'horizon 2030, et fournir le marché national à hauteur de 50% des besoins en semences de prébase. Ainsi, 800 quintaux de semences de céréales de prébase ont été produits en 2022 et nous comptons augmenter cette quantité quelles que soient les conditions climatiques de la campagne en équipant les parcelles de production en systèmes d'irrigation appropriés.

Sur le volet de la conservation des ressources génétiques, la construction du Centre National des Ressources Génétiques a bien avancé avec l'inauguration attendue début 2024. Par ailleurs, notre partenaire stratégique, l'ICARDA, a inauguré sa banque de gène sous l'égide de Monsieur le ministre de l'Agriculture au vu son impact attendu sur l'agriculture marocaine. En effet cette banque de gènes spécialisée dans la conservation des semences de céréales et légumineuses mondiales sera un atout important dans le développement de nouvelles variétés de semences marocaines.

L'accompagnement de l'INRA pour promouvoir une agriculture résiliente et durable a été matérialisé à travers plusieurs réalisations. Nous citons par exemple la production de 1,7 millions de plants de cactus résistants à la cochenille dont 200 mille cladodes et 1,5 millions de plantules en sachets et leur mise à la disposition du programme national du ministère pour la plantation de 6 mille ha chez les agriculteurs. Aussi, l'appui au programme national de semis direct sur 1 million d'hectare par la participation dans la formation et la contribution avec les semoirs pour la réalisation de 52 mille ha en 2022. Cette technique permet de multiplier le rendement plus de deux fois par

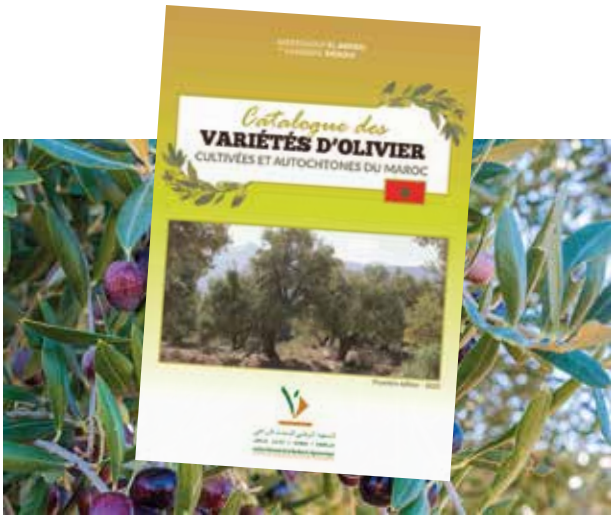
rapport au semis conventionnel pendant une année de sécheresse.

L'encouragement de la publication à l'INRA n'en demeure pas des moindres et figure au centre de nos préoccupations pour atteindre d'ici l'an 2030 le ratio de 2 publications par chercheur par année. Pour y parvenir des formations à la rédaction scientifique sont dispensées, des partenariats scientifiques sont noués et multipliés pour atteindre des thèmes originaux et inédits surtout au sein de consortiums méditerranéens dont l'INRA est un partenaire clé avec une participation en 2022 dans 10 projets PRIMA. Par ailleurs, nous comptons améliorer davantage les conditions d'accueil des étudiants doctorants au sein de l'INRA en améliorant leurs possibilités d'accès aux bourses. En outre, l'indexation de la revue sponsorisée par l'INRA, Afrimed-Al Awamia, par le DOAJ (Directory of Open Access Journals) illustre une autre facette de cette volonté de faire avancer la publication à l'INRA. Cette année les chercheurs de l'INRA ont publié 237 articles scientifiques, 21 chapitres d'ouvrages et 4 ouvrages.

Dans son élan de moderniser son mode de gestion, l'INRA s'active pour revoir son organigramme actuel pour mieux s'adapter au nouveau contexte dicté par la stratégie Génération Green. Ainsi un Technology Transfer Office est en cours de création pour soutenir les activités de valorisation des résultats de recherche et les mettre sur la voie du continuum recherche - développement - innovation pour un meilleur impact sur l'entreprenariat et la création d'emploi en plus de l'impact de l'innovation sur le secteur agricole. En cette année, deux brevets ont été soumis par nos chercheurs avec la contribution du TTO. Cette même structure va aussi gérer le volet partenariat dont le bilan en cette année 2022 est concrétisé par la signature de 66 conventions de différentes natures entre l'INRA et ses partenaires nationaux et internationaux.

Faits marquants de l'année 2022

Edition d'un catalogue inédit de l'olivier par l'INRA



Pour mieux valoriser et renforcer la biodiversité oléicole nationale, l'INRA a édité le premier « Catalogue des variétés d'olivier cultivées et autochtones du Maroc ». Ce document essaie de mettre en valeur le potentiel des principales variétés d'olivier en culture ou en sélection dans notre pays. Il regroupe quatre types de variétés, notamment celles reconnues dans le Catalogue mondial de l'olivier, introduites, autochtones ou sélectionnées par l'INRA. De par sa nature, ce catalogue constituera un outil de référence pour les décideurs et les investisseurs dans le domaine oléicole pour un bon choix basé sur le potentiel de chaque variété et une bonne programmation des futures plantations selon les orientations ciblées en monovariétal ou en coupage variétal. Il s'agit de mettre en évidence les vraies performances des principales variétés cultivées au Maroc, de mettre la lumière sur certaines variétés méconnues, à fort potentiel et capables d'enrichir le profil variétal issu de la biodiversité oléicole nationale et offrir aux investisseurs dans le domaine de la filière oléicole une palette de choix et une multitude d'alternatives pour mieux accompagner la dynamique des nouvelles plantations oléicoles.

Nouvelle Banque de Gènes au Maroc pour faire face au changement climatique

En plus de la banque de gènes de l'INRA à Settat qui abrite actuellement une collection de près de 72 000 accessions, le Maroc s'est doté en mai 2022 de la nouvelle banque de gène du Centre international de recherche agricole dans les zones arides (ICARDA) pour promouvoir une agriculture résiliente et durable. L'événement d'inauguration, intitulé «Seeds for life», s'est déroulé en présence du Ministre de l'Agriculture marocain, le Directeur général de l'ICARDA, le Directeur de l'INRA, ainsi que de hauts fonctionnaires de la FAO et de diplomates.

Cette banque de gène sera d'un grand intérêt pour le Système marocain des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Depuis 1977, la collaboration entre le Maroc et l'ICARDA s'est concentrée sur des programmes de recherche couvrant des domaines tels que la sélection des céréales et des légumineuses, les systèmes intégrés culture-élevage, la gestion de l'eau et le renforcement des capacités. En 2021, l'INRA et l'ICARDA ont reconduit le Moroccan Collaborative Grants Program (MCGP) pour la quatrième fois dont les objectifs sont de : (i) renforcer la capacité nationale de développer et d'utiliser les connaissances et technologies agricoles ; (ii) Accroître l'efficacité de la recherche ; (iii) Accroître l'efficacité du transfert de technologie ; et (iv) Accroître les financements externes grâce à des synergies intégrées INRA/ICARDA capables d'attirer des ressources supplémentaires de la part d'organismes donateurs internationaux.



Atelier sur les Signes Distinctifs d'Origine et de Qualité (SDOQ) des huiles d'olive au Maroc

L'Atelier National sur les Signes Distinctifs d'Origine et de Qualité (SDOQ) des huiles d'olive au Maroc, a été organisé conjointement par l'INRA, la Direction de Développement des Filières de Production (DDFP-MAPMDREF), le Conseil International d'olive (COI) et la DRA Marrakech-Safi en décembre 2022 à Marrakech.

Cet atelier a été l'occasion pour débattre de la thématique des SDOQ comme levier économique et facteur de protection et de conservation de la biodiversité et du savoir-faire local pour une meilleure durabilité et viabilité économique de la richesse des terroirs marocains.



Participation de l'INRA à la COP27

En marge de la participation du Maroc à la 27^e conférence des Nations unies des Parties à la convention sur le changement climatique, COP 27, tenue en Egypte en novembre 2022, deux side events ont été animés par l'INRA, le premier sur la sécheresse avec le Département de l'eau, pour discuter les bonnes pratiques d'adaptation de l'agriculture face à la rareté de l'eau, et le second avec le MADRPMEF et le CGIAR sur le programme de diffusion du semis direct sur 1 MHa à l'horizon 2030 dans le cadre de la stratégie Génération Green. Cette participation de l'INRA s'inscrit dans une dynamique de partage des messages clés de la recherche, pour favoriser l'action vers la durabilité des systèmes de production et le dialogue pour faire émerger des politiques en faveur de l'environnement.



INRA au Sidattes 2022

L'INRA a pris part à la 11^{ème} édition du Salon international des dattes au Maroc, organisé sous le thème « La gestion intégrée des ressources naturelles : pour la durabilité et la résilience de l'écosystème oasien ».



Une journée scientifique autour de la préservation de l'agroécosystème oasien et du développement de la filière phoenicicole a été organisée en partenariat entre l'ANDZOA, la FAO et l'INRA. Cette journée a été l'occasion d'un échange entre professionnels, institutionnels, chercheurs, étudiants et acteurs concernés autour des progrès techniques et technologiques, ainsi que d'autres aspects liés au développement de la filière du palmier dattier et à la sauvegarde de l'agroécosystème oasien qui demeure fragilisé par les effets du changement climatique.

Engagement de l'INRA pour la renaissance de la filière du cactus

Après l'inscription au catalogue officiel de huit variétés de cactus résistantes à *Dactylopius opuntiae* (Cockerell), des parcs à bois de base et de pré-base ont été établis dans différentes régions du Maroc. Pour accompagner un programme national de plantation du cactus directement chez les agriculteurs, l'INRA a entrepris la multiplication et la production des plants certifiés à mettre à la disposition du MAPMDREF. Ainsi, entre 2021 et 2024, un total de 11,3 millions de plants sera produit par l'INRA pour planter 41 000 ha à travers le Maroc.



Dans le cadre de la stratégie Génération Green 2020-2030, qui prévoit de reconstituer à l'horizon 2030, une superficie de 120 000 hectares de cactus décimé par la cochenille, l'INRA produira entre 2021 et 2028 plus de 33 500 000 de plants du cactus issus des huit variétés sélectionnées. L'objectif visé sera atteint bien avant 2030, car avec la cadence du programme de multiplication à l'INRA, en 2028, la superficie de 121 000 hectares de cactus sera rétablie.

Développement de la revue Afrimed Al Awamia

Après son intégration au portail des revues scientifiques marocaines lancé par l'IMIST-CNRST, la Revue Afrimed Al Awamia profite d'ores et déjà du processus de mise en ligne des revues scientifiques et d'archivage de leurs contenus. L'objectif étant de rendre la production scientifique marocaine visible et accessible à l'échelle nationale et internationale.

Afrimed Al Awamia figure dorénavant dans le DOAJ (Directory of Open Access Journals). C'est un événement très important dans le processus de développement de la revue puisqu'on a rempli les critères de régularité d'apparition, de la portée bien définie de la revue ainsi que la possession des articles des identificateurs d'objet numérique (DOI). Cet index en ligne des revues en libre accès et examinées par les pairs, aidera à l'intégration de la revue dans d'autres bases de données et d'autres index spécialisés au futur.



L'INRA distingué lors de la JMA 2022

Dans le cadre de la célébration de la Journée Mondiale de l'Alimentation (JMA), le ministre de l'Agriculture, Prof. Mohammed Sadiki, accompagné du Représentant de la FAO au Maroc, M. Jean Sehanoun, a présidé en octobre 2022 la cérémonie officielle de célébration de cette journée qui marque le 40^{ème} anniversaire de la coopération fructueuse entre le Maroc et la FAO. Le thème de cette journée, « Ne laisser personne de côté », met en exergue l'importance des solutions durables et holistiques qui tiennent compte d'un développement durable, encourageant la croissance économique inclusive, la lutte contre les inégalités et une plus grande résilience des populations aux changements climatiques.

En marge de cet événement, un certificat de reconnaissance a été décerné à notre institution pour son apport et sa contribution remarquable à la promotion des systèmes ingénieux du patrimoine agricole mondial au Maroc.





L'INRA est engagé pour la réalisation du programme de plantation de 5 millions de palmier dattier

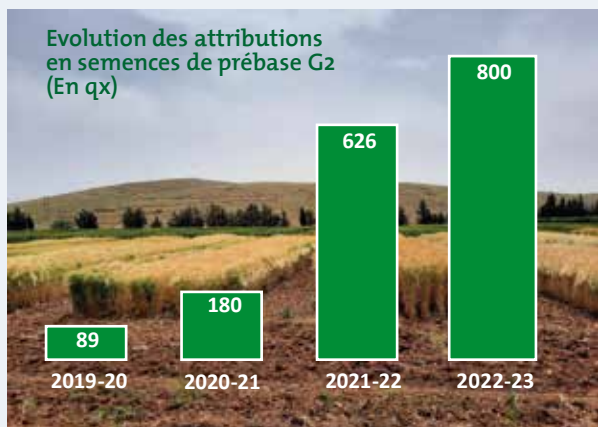
Dans le cadre du programme national de plantation de 5 millions de plants de palmier dattier à l'horizon 2030, l'INRA s'engage à alimenter l'amont de la filière en souches bourgeonnantes pour réaliser cet objectif afin de réhabiliter et reconstituer les palmeraies traditionnelles et les extensions (plantations modernes). En effet, l'INRA détient et maîtrise la technologie de culture des tissus et continue ses recherches pour son optimisation, surtout à travers la technique d'organogenèse, qui a permis à l'INRA de fournir

plus de 150 000 souches bourgeonnantes aux laboratoires privés. En outre, l'INRA continue l'enrichissement du mixte variétal proposé aux agriculteurs par la multiplication de plus de 40 génotypes de variétés à intérêt agroéconomique, clones sélectionnés, et mâles performants, et l'installation d'un parc à bois de 7 ha au niveau du nouveau domaine expérimental d'Errachidia qui contient les principaux génotypes marocains, des variétés étrangères d'intérêt commercial et des palmiers mâles marocains et étrangers.

Multiplication des semences de prébase des céréales

Pour assurer sa mission de transfert des variétés aux agriculteurs, l'INRA est engagé à produire les semences de prébase nécessaires pour la multiplication aux sociétés semencières. Ainsi, ce programme est intégré aux activités de l'INRA sous la supervision d'une task force qui assurera l'atteinte des objectifs escomptés, à savoir de répondre à la totalité des demandes en termes de volume de production.

En 2022, les attributions en semences de prébase G2 sont de 626 qx, soit 64% de satisfaction des demandes. En parallèle, une nette amélioration du taux de conformité G1 et G2 a été réalisée (70% en 2022 et 2021 contre 10% en 2020) ce qui a permis une nette augmentation des attributions par rapport à 2021 (+250%).



Plan national de diffusion du semis direct (PNSD) sur 1 million ha à l'horizon 2030

Après avoir coordonné le montage de la feuille de route du PNSD, l'INRA coordonne avec la DDFP, l'ONCA et d'autres partenaires la réalisation de ce plan ambitieux par les DRA et participe aux actions de formation, de démonstration et d'appui sur le terrain. Les superficies programmées et l'état des réalisations en millier d'hectares sont donnés dans le tableau suivant :

Région	Obj. 2030	Réalisée 2021-22	Planifiée 2022-23
Fès-Meknès	200	13,4	25
Rabat-Salé-Kenitra	200	18,1	27
Safi-Marrakech	200	3,1	6,5
Casa-Settat	156	10	25
Tanger-Tét.-Al Hoceima	130	0,12	8
Oriental	50	-	1
Beni Mellal-Khenifra	44	6,2	12,6
Draa-Tafilalet	20	2,1	2,1
Total	1 000	52,9	100

Par ailleurs, et pour appuyer la diffusion des connaissances sur le semis direct auprès des cadres du MADRPMEF, des conseillers et des agriculteurs, l'INRA a édité un ouvrage en langue arabe, pour informer sur l'ensemble des aspects scientifiques et technico-économiques liés à ce système.

La culture avec des pollinisateurs alternatifs, Un projet en partenariat avec l'INRA aux bénéfices multiples

Le Maroc ne peut pas se permettre d'épargner des terres pour les bandes de fleurs sauvages contre des incitations pour lutter contre le déclin des pollinisateurs. Un projet en partenariat entre l'ICARDA et l'INRA a essayé d'évaluer si une approche de partage des terres à faible coût d'opportunité peut motiver les agriculteurs à protéger les pollinisateurs sans récompenses externes. Le projet s'est basé sur le suivi de sept cultures principales dans 233 champs de quatre agro-écosystèmes (bour favorable semi-arides, montagneux et oasis). Les résultats ont été spectaculaires ; Une plus grande diversité et abondance de pollinisateurs sauvages contre un déclin des ravageurs dans les champs améliorés que dans les champs de contrôle monoculture ; l'augmentation moyenne du revenu net par surface est de 121%. L'augmentation des revenus des agriculteurs est significative et l'augmentation

de la production alimentaire est substantielle. Une productivité plus élevée par surface peut réduire la pression sur les paysages (semi)-naturels qui sont de plus en plus utilisés pour l'agriculture. Le changement d'affectation des terres met en outre en danger la biodiversité et les pollinisateurs, alors que cette nouvelle approche de protection des pollinisateurs a un potentiel de changement transformateur dans l'agriculture.



Dr Stefanie Christmann de l'ICARDA (Coordinatrice du projet) en compagnie d'un agriculteur

Olive-FertiClim : Nouvelle collaboration INRA-APNI autour de l'olivier

Dans le cadre de l'appel à projet du Fond Africain de Recherche sur la Nutrition des Plantes (APNRF), parrainé par l'Institut Africain de la Nutrition des Plantes (APNI), un projet baptisé « Olive-FertiClim » portant sur l'adaptation de l'olivier au changement climatique a été retenu pour la période 2022-2025. Ce projet vise particulièrement à étudier les compromis entre l'alimentation hydrique et la nutrition minérale de l'olivier en irrigué sous deux climats contrastés (Meknès et Marrakech), suivant trois approches : (i) agronomique (essais de fertigation), (ii) génétique (criblage des collections variétales pour la tolérance à la sécheresse) et (iii) digitale (suivi de l'état nutritionnel des arbres par imagerie multispectrale aéroportée par drone). Au programme du projet, des enquêtes sur le terrain seront menées pour évaluer les systèmes de production, les pratiques et les modèles commerciaux.

Les essais de fertigation combineront différents régimes d'irrigation et de formulations NPK. Une attention particulière sera accordée aux rendements, à l'absorption des nutriments et à la qualité des produits. Parallèlement au développement de bonnes pratiques de fertigation, le projet a l'ambition également de sélectionner des variétés d'olivier efficaces sous les conditions de sécheresse. En outre, l'utilisation de solutions numériques basées sur les technologies de télédétection pour le suivi du statut hydrominéral des arbres permettra de développer des modèles prédictifs pour une gestion précise et rapide de la nutrition des oliveraies.



APERÇU SUR LES PRINCIPAUX ACQUIS du PRMT 2021-2024

Les résultats saillants pour les **grandes cultures** concernent principalement l'inscription au catalogue officiel de trois variétés : Une variété de blé dur Jawahir (Cf. p. 15), une variété de blé tendre Ibtissam (Cf. p. 15) et une variété de fève Yasmine (Cf. p. 19). Six propositions pour inscription au catalogue ont été réalisées à savoir ; Trois lignées d'orge à grains nus noirs (Cf. p. 16), une lignée de lentille (Cf. p. 19) et une lignée de pois chiche (Cf. p. 21) adaptées à la récolte mécanique, et une lignée de colza résistantes à la déhiscence (Cf. p. 24).

En **arboriculture**, 6 variétés et un 1 pollinisateur d'arganier sont inscrites au catalogue officiel Ces variétés nommées Ghallate, Naama, Hamouch, Khayr, Mazhar, Zakia et le mâle Awthem (Cf. p. 41). Par ailleurs, l'INRA a soumis 9 écotypes pour inscription au catalogue à savoir ; Trois écotypes de figuier unifères et de bonne qualité nutritionnelle (Cf. p. 34), deux écotypes de grenadier tolérants à la sécheresse (Cf. p. 34) et quatre d'amandier auto-fertiles (Cf. p. 34).

Pour développer les **cultures de terroirs**, une analyse de la diversité génétique des populations de câprier a montré un polymorphisme élevé avec au moins trois espèces identifiées : *C. sicula*, *C. atlantica* (endémique au Maroc) et *C. zoharyi*. L'espèce totalement inerme *C. orientalis*, n'a pas été repérée (Cf. p. 43).

En **botanique**, deux nouvelles espèces endémiques ont été découvertes au Maroc. Il s'agit de *Centaurea peltieri* et *Centaurea achilleifolia* découvertes dans le Moyen Atlas Oriental (Cf. p. 54).

Dans le cadre du programme "**agriculture digitale**", le potentiel agricole des sols du Doukala a été étudiée tenant compte du changement climatique pour les principales cultures qui sont pratiquées dans cette plaine. Pour la même finalité, une étude s'est intéressée à l'aire du cerisier au Maroc et a conclu que l'étendue appropriée à cette culture devraient augmenter dans le futur à 7% de la superficie totale du pays contre 3% actuellement (Cf. p. 58).

QUELQUES PERFORMANCES

263

publications
scientifiques
reviewées

10

variétés
enregistrées
au catalogue
officiel



REGARD SUR LES RECHERCHES ENTREPRISES EN 2022



Consolidation des filières des grandes cultures



Céréales

Amélioration génétique des céréales d'automne

Blé dur

La variété **Jawahir** de blé dur vient d'être enregistrée au catalogue officiel. C'est une variété avec une floraison précoce, un pigment jaune élevé, une force de gluten très bonne et excellente tolérance à la sécheresse. Elle est également résistante à la mouche de Hesse, à la rouille brune et jaune et avec une bonne résistance contre la séptoriose (*Septoria tritici*). En termes de rendement, elle a eu un avantage de rendement global de 33% par rapport à Karim dans des environnements semi-arides.



Fig. 1 : Champ de la variété Jawahir

Par ailleurs, et à cause de la sécheresse sévère qui a sévi pendant l'année 2022, presque tous les essais sur les nouvelles ressources génétiques ont été perdus au début du cycle de la plante. Cependant une bonne sélection pour la tolérance à la sécheresse a été effectuée au domaine expérimental Tassaout. Au total environ 27 lignées ont été sélectionnées. Elles seront introduites dans les essais rendement, les pépinières d'observation marocaines et les blocks de croisement nationaux de la saison prochaine.

Pour les essais de rendement réalisés dans six environnements différents, la nouvelle variété Jawahir a donné le meilleur rendement au domaine expérimental de Marchouch et Annoceur (semi-aride pour cette saison), Tandis qu'à Afouer (irrigué : environnement favorable), la nouvelle variété Itri a enregistré le meilleur rendement. De plus ces essais ont permis de sélectionner 16 lignées qui seront incluses dans les essais avancés de l'année suivante.

Blé tendre

La variété de blé tendre **Ibtissam** vient d'être enregistrée au catalogue officiel. Cette variété se caractérise par un nombre de 150 jours à la maturité, un taux de protéines de 15% et une résistance aux maladies de rouille brune, rouille jaune et de septoriose. Son rendement potentiel est de 68 qx/ha contre 46 qx/ha pour le témoin (Achtar), ce qui donne un gain en rendement d'environ 48%.



Fig. 2 : Champ de la variété Ibtissam

Pour sélectionner de nouvelles sources génétiques productives et résistantes au stress hydrique, 81 nouvelles accessions introduites ont été évaluées à Marchouch. Au total, 68 accessions de blé tendre ont été sélectionnées avec des rendements variant de 29,5 à 49,0 qx/ha.

En ce qui concerne les essais comparatifs de rendement multi-locaux, 108 lignées élites, candidates au catalogue officiel, sont mises à l'épreuve dans une série d'essais afin de confirmer leur potentiel génétique en termes de productivité et de résistance aux différents stress biotiques et abiotiques, sous différents agroécosystèmes marocains, en comparaison avec six témoins nationaux (Arrehane, Achtar, Malika, Snina, Lina et Bandera). Dans un tel contexte climatique caractérisé par une sécheresse sévère, la sélection a porté sur 48 lignées qui seront réévaluées pour confirmer leurs potentialités agronomiques et qualitatives.

Pour pallier le risque d'émergence de nouvelles races de la rouille brune et jaune plus virulentes, des essais de sélection de nouvelles sources de résistance sur 24 accessions d'*Aegilops tauschii* et 18 de *Triticum dicoccoides* d'origines géographiques différentes ont été effectuées. Les accessions ont montré des réactions différentes aux attaques de la rouille brune, dont 7 accessions avec un bon niveau de résistance.

Orge

La sélection, basée sur le rendement grain, la biomasse et la précocité, a conduit à identifier 13 lignées élités dépassant 60 qx/ha sous une pluviométrie de 143 mm. Pour l'orge à double fins, sept lignées ont été sélectionnées pour leurs performances productives extraordinaires avec un rendement de 86 qx/ha. La valeur enregistrée la plus élevée a été de 112 qx/ha. à terme de cette évaluation, la lignée INRA 1797 (Orge à grains nus noirs) est présentée pour inscription au catalogue officiel.



Fig. 3 : Photo de la lignée INRA 1797

L'évaluation agro-morphologique et digitale du matériel d'orge diversifié pour la consommation humaine a concerné 252 lignées d'orge à grains nus à Merchouch (bour favorable) et Annoceur (montagne). Les résultats ont permis d'identifier neuf lignées élités performantes avec un rendement de 30 qx/ha et un pic de 36.8 qx/ha enregistré à Marchouch sous 143 mm de précipitation. La lignée INRA 1799 (Orge à grains nus) sera soumise pour inscription au catalogue officiel.



Fig. 4 : Photo des grains de la lignée INRA 1799

Afin de valider l'aptitude à l'hydroponie de cultivars d'orge, trois sélections sont appliquées selon le schéma de la figure 5.

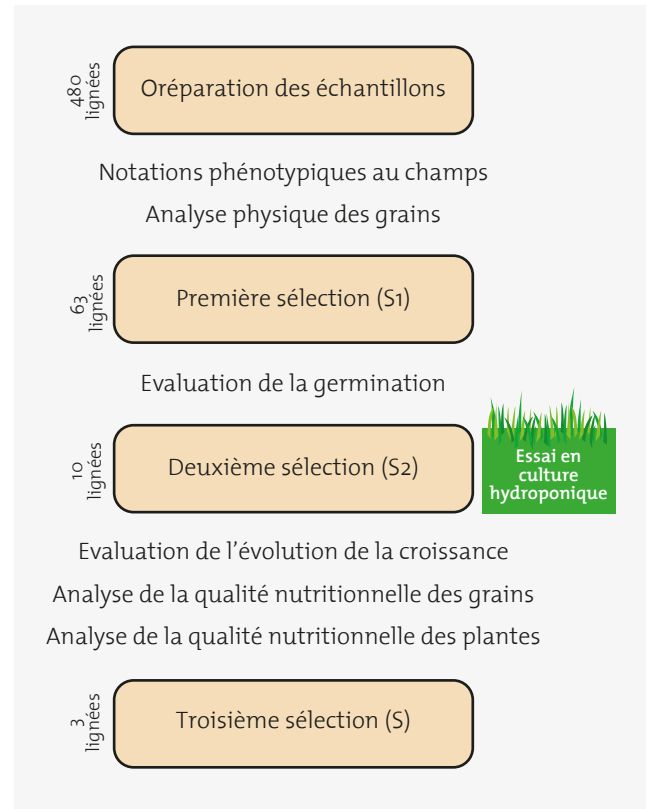


Fig. 5 : Schéma récapitulatif du criblage des lignées pour l'aptitude à l'hydroponie

La lignée AM 503 à grains marrons a été supérieure en termes de production de fourrage vert avec un taux de protéines atteignant 16%. Elle fera l'objet d'une présentation pour inscription au catalogue officiel cette année sous le code INRA 1798.



Fig. 6 : Photo de la lignée INRA 1798

Conservation des ressources génétiques dans la banque de gènes

En septembre 2022, la banque de gènes a abrité 72370 accessions, dont 65,5 du genre *Hordeum* et 1,9% du genre *Hordeum*. La banque de gènes a acquis cette année 273 accessions représentant principalement des plantes horticoles, des espèces sauvages apparentées aux espèces cultivées, des plantes aromatiques et médicinales ainsi qu'une collection méditerranéenne de maïs. Elle a également distribué 256 accessions aux chercheurs nationaux à des fins de recherche.

Par ailleurs, un nouveau portail a été développé par les chercheurs de la banque de gènes et sera bientôt accessible à tous les chercheurs de l'INRA afin de faciliter le partage des ressources génétiques conservées et à l'information associée.

Enfin, une délégation de CropTrust a visité la banque de gènes de l'INRA en mai 2022 dans le cadre du projet BOLD (Biodiversity for Opportunities, Livelihoods and Development) en vue d'aider les chercheurs à gérer, documenter, conserver et dupliquer la diversité du gémoplasme maintenu et la mettre à la disposition des agriculteurs et des sélectionneurs.

Défense des céréales

Contrôle chimique de la mouche de Hesse des semences chez le blé

Le contrôle le plus efficace de la mouche de Hesse chez le blé reste le recours aux variétés résistantes. Mais la nature monogénique de cette relation entrave la durabilité de cette résistance. Ainsi, une utilisation judicieuse et mesurée des produits agrochimiques doit être réfléchie.

Le suivi du traitement au *Difénoconazole* (25 g/l) + *Fludioxonil* (25 g/l) + *Thiamethoxam* (262,5 g/l) des semences sous infestation naturelle du blé par la mouche de Hesse au Maroc a montré une meilleure efficacité de contrôle allant jusqu'à 78% par rapport au témoin non traité. Ce traitement a aussi amélioré la vigueur initiale, le rendement grains (39% à Meknès et un doublement de la production à Marchouch) et ses composantes, ainsi que la biomasse et la hauteur du blé.

Cette technique de lutte s'avère efficace et à diffuser, surtout lorsqu'elle est utilisée dans un programme de lutte intégrée contre les ravageurs (IPM).

Lutte biologique contre le *Fusarium culmorum*

Les propriétés antifongiques de l'application de l'huile essentielle d'*Origanum Compactum* à différentes concentrations (0,6, 0,8, 1, 1,1 µl/ml) ont été évaluées vis-à-vis d'un isolat très virulent de *Fusarium*. Des tests de confrontation *in vitro* ont révélé une nette relation entre l'inhibition de la croissance de l'isolat testé et la dose en huile essentielle (Fig. 7). Ainsi, l'huile d'*Origanum compactum* s'est montrée active contre cette souche virulente (B27) avec une concentration minimale inhibitrice (CMI) allant de 1 µl/ml. Cet effet antifongique est dû principalement à son profil chimique qui est riche en composés majoritaires de nature phénolique comme le carvacrol et le thymol avec un pourcentage de 76,8% et 4,7% respectivement.

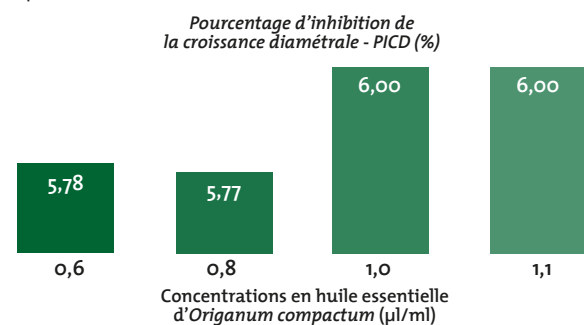


Fig. 7 : Effet de différentes concentrations de l'huile essentielle d'Origan sur la croissance de l'isolat de *Fusarium* après 7 jours d'incubation.

PICD = $(D_b - D_a/D_b) * 100$, avec D_a : diamètre de la zone de croissance du mycélium de l'isolat en confrontation avec l'HE. D_b : diamètre de la zone de croissance du témoin.

Effet du stress hydrique et azoté sur le rendement du blé tendre

Le caractère aléatoire et difficile du climat dans les zones pluviales des régions arides et semi-arides a rendu la production des céréales réduite et insuffisante. Pour surmonter ce problème, une étude s'est focalisée sur l'irrigation déficitaire en tant qu'alternative prometteuse dans de telles conditions de stress hydrique difficile. Les résultats obtenus sur deux campagnes à la Chaouia (Sidi El Aidi), indiquent que l'application d'un régime d'irrigation déficitaire au tallage (100 mm) et à l'épiaison (100 mm) a été positif sur plusieurs paramètres dont le poids de mille grains, la biomasse et le rendement. Tandis que la productivité de l'eau n'était efficiente que sous un régime d'irrigation déficitaire au tallage (100 mm), qui reste le régime le plus efficient

dans ces conditions de pénurie d'eau. En outre, la productivité de l'eau s'est montrée très dépendante du cycle phénologique de la variété. La variété Arrehane avec un cycle phénologique long a enregistré une réponse favorable vis-à-vis du régime d'irrigation déficitaire au tallage (100 mm) et à l'épiaison (100 mm). Parallèlement, une deuxième étude s'est intéressée à l'efficacité d'utilisation de l'azote chez 14 variétés commerciales de blé tendre. Il a été démontré que les variétés Siete, Bandera, Sibara, Lina et Saba sont tolérantes au stress d'azote et peuvent être utilisées sous faible fertilisation azotée. Tandis que les variétés Arrehane, Snina et Aguila sont plutôt performantes sous fertilisation azotée élevée.



Fig. 8 : Essai du stress d'azote sur les variétés commerciales du blé tendre

Caractérisation des lignées d'orges du programme de l'INRA

Le programme de sélection de l'orge se base sur la sélection des variétés d'orge en incluant des paramètres de qualité. Sur la base des critères physico-chimiques et rhéologiques, certaines lignées évaluées ont montré des pouvoirs technologiques prometteurs en vue de développer des produits alimentaires à base d'orge. Les principaux critères révélés sont comme suit :

- 15 lignées d'orge à grain nu ont un poids de 1000 grains supérieur à 49 g ;
- Taux de protéine oscillant entre 14,3 et 20,6 (orge noir) ;
- 7 lignées d'orge à grain nu ayant l'amidon supérieur à 54% ;
- 2 lignées d'orge à grain nu ayant des grains de type « soft ».

Les préférences en traits génétiques des utilisateurs pour une création variétale pertinente

Une recherche menée dans les régions de Settat, Meknès et Tissa s'est intéressée à l'identification des traits génétiques préférés, non seulement par les agriculteurs, mais aussi les semenciers, le privé et les décideurs politiques. Les résultats obtenus montrent que les agriculteurs sont conscients de l'importance des semences sélectionnées dans l'amélioration de la productivité. Cependant, l'inefficacité des filières de production et de commercialisation des semences certifiées constitue la contrainte majeure à la valorisation des résultats de la recherche en matière des nouvelles obtentions. Les agriculteurs continuent à utiliser des variétés anciennes comme Karim, Marzak et Achtar. D'autre part, le choix de la variété sélectionnée pour l'agriculteur peut refléter un ensemble de préférences dans le choix des variétés à semer : auto-consommation, alimentation animale, critères agronomiques, prix du marché, adaptation au type de sol, disponibilité en eau et capital. La spécificité du blé dur par rapport aux autres céréales réside dans son utilisation par le ménage, d'où la préférence à la haute qualité boulangère et à la transformation notamment en couscous.

Afin de satisfaire les préférences, la recherche et le secteur semencier privé devraient travailler ensemble pour améliorer le taux d'utilisation des variétés récentes au vu du nouveau contexte socio-économique de la filière blé au Maroc. La nouvelle stratégie du secteur céréalier du Maroc devrait prendre en considération la qualité des céréales et leur valeur ajoutée afin d'améliorer les revenus des agriculteurs et la compétitivité sur le marché. Dans cette perspective, les efforts d'amélioration variétale, de transfert de technologies et de techniques de transformation des céréales doivent contribuer à une politique semencière claire en termes d'implication des acteurs et de promotion des variétés nationales. Le secteur des semences certifiées devrait être réorganisé de manière à améliorer les performances, la collaboration et la communication entre tous les acteurs concernés, et le contrat programme avec les semenciers mis en place par le ministère de l'Agriculture devraient prendre en compte les préférences des acteurs dans le choix des variétés et valoriser l'expertise du programme national de recherche sur l'amélioration génétique des céréales.

Légumineuses

Amélioration génétique des légumineuses alimentaires

Fève

La variété de fève Yasmine vient d'être inscrite au catalogue officiel. C'est une variété productive (+35 qx/ha), moyennement résistante au botrytis et avec réaction modérée à l'antracnose. La floraison et la maturité sont moyennement précoces. C'est une variété destinée à la production en sec et qui possède une large adaptation aux différentes zones agroécologiques du Maroc.

Par ailleurs, la variété de fève Syn-2 vient d'être déposée pour être inscrite au catalogue. Cette variété synthétique destinée à la production en sec, avec une large adaptation aux différentes zones agroécologiques du Maroc est productive, moyennement résistante au botrytis et à réaction modérée à l'antracnose.



Fig. 9 : Photo de la nouvelle variété de fève Yasmine (664-3)

Lentille

Le port dressé et l'architecture des plantes de lentilles permettant la récolte mécanique sont des caractéristiques hautement recherchées. Le matériel végétal avancé du programme d'amélioration génétique a été évalué dans plusieurs essais pluriannuels et multi-locaux.

Le travail a conduit à la sélection d'une lignée avec des caractères morphologiques favorables à la récolte mécanique, une bonne résistance à la verse avec plus de 75% de plantes dressées à la maturité, une hauteur moyenne de 38 cm et une hauteur moyenne des premières gousses au sol de 23 cm. Le rendement grain moyen est de 17 qx/ha, la teneur moyenne en protéines est de 27.7 % et celles en fer et en zinc sont de 79.15 ppm et 31 ppm respectivement. Cette lignée est proposée à l'inscription au catalogue officiel.

La tolérance à la sécheresse est l'une des priorités du programme de sélection de la lentille au Maroc. Le développement racinaire y joue un rôle important. Cependant, leur étude et phénotypage au champ est difficile. Une recherche s'est intéressée à identifier des marqueurs ADN associés aux différentes caractéristiques racinaires (biomasse, nombre de racines latérales, diamètre...) et de développer un protocole de sélection.

Une population de lignées recombinantes (RIL) a été évaluée sous différentes conditions : phénotypage automatique, serre et champs (Fig. 10), et génotypage par la méthode génotypage par séquençage (GBS). A partir de plusieurs milliers de marqueurs, 5606 marqueurs SNPs issus après les étapes de contrôles qualité (ségrégation...) et 3600 marqueurs, ont été utilisés pour construire une carte de liaison de haute densité de la population composée de 126 RIL dérivées d'un croisement de deux parents (ILL6002 et ILL5888). Le résultat est une carte de liaison génétique améliorée, sept groupes de liaison correspondant aux sept chromosomes et densité des marqueurs améliorés avec l'absence de zones vides sans marqueurs dans les groupes de liaison obtenus. Cette carte sera très utile pour détecter les QTL associés aux caractéristiques racinaires dans différentes conditions de croissance et permettra d'enrichir les ressources génomiques de la lentille et aidera à la recherche génomique et à la sélection moléculaire.

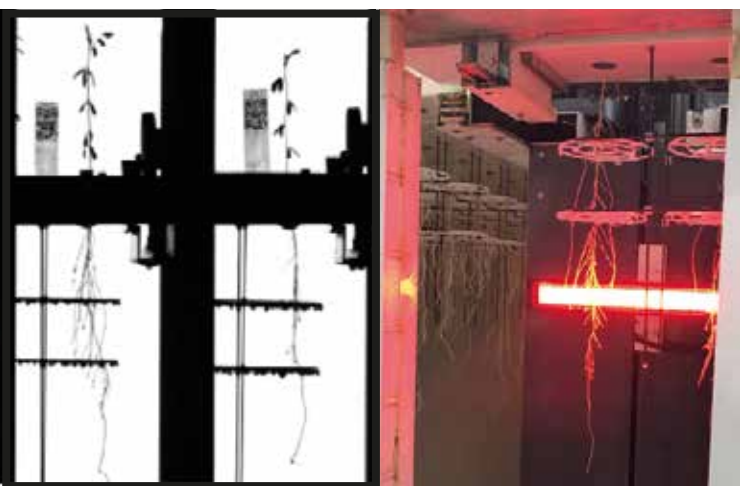


Fig. 10 : Plateforme de phénotypage haut-débit des caractéristiques des racines

En l'absence de lutte efficace contre l'orobanche, l'introduction des nouveaux outils biotechnologiques tel que le 'genome editing' en vue du développement des lignées résistantes, s'avère nécessaire. Le système CRISPR/cas 9 a été utilisé pour induire des mutations ciblées au niveau du gène CCD8, impliqué dans la voie de la biosynthèse de strigolactones (SL), des phytohormones qui stimulent la germination des graines du parasite. Le protocole de régénération et de transformation a été optimisé par la détermination de l'explant, du milieu de culture et de la densité optique de la solution bactérienne les plus adéquats. Les plantules développées et résistantes à l'agent sélectif (kan) ont été sectionnées.

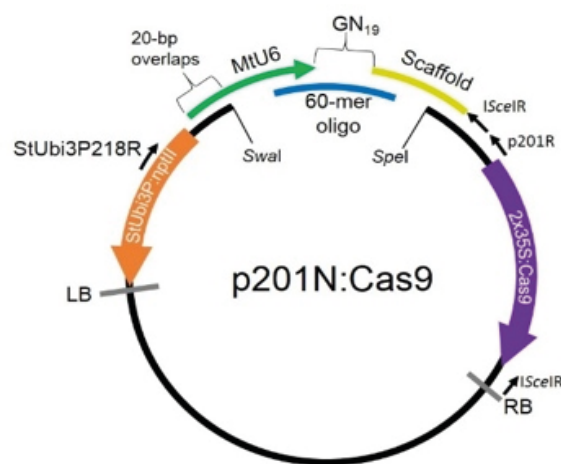
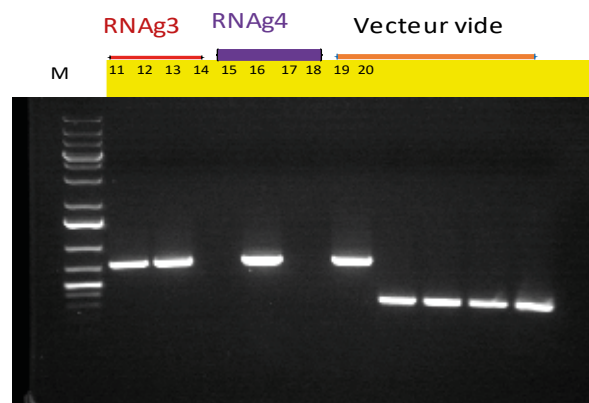


Fig. 11 : Intégration de la construction cas9 /gRNA pour cibler le gène CCD8 dans le plasmide et la lentille

Par ailleurs, 51 lignées avancées de lentilles ont été testées sur une parcelle naturellement infestée à l'*Orobanche crenata* à Roumani, et en conditions contrôlées dans des pots de 2.5 Kg remplis de substrat préalablement stérilisé et inoculé artificiellement avec 23 mg de grains d'*O. crenata* (récoltés du même champ) par kilogramme de substrat. La comparaison des résultats du comportement des 51 géotypes de lentilles au niveau des deux essais a montré que les lignées testées présentent des niveaux de sensibilité à l'*Orobanche crenata* très variables. En tenant compte des paramètres de sévérité, d'incidence, du nombre et du poids sec d'orobanche, les essais en pot et au champ confirment le bon niveau de résistance des lignées L25 et L32.

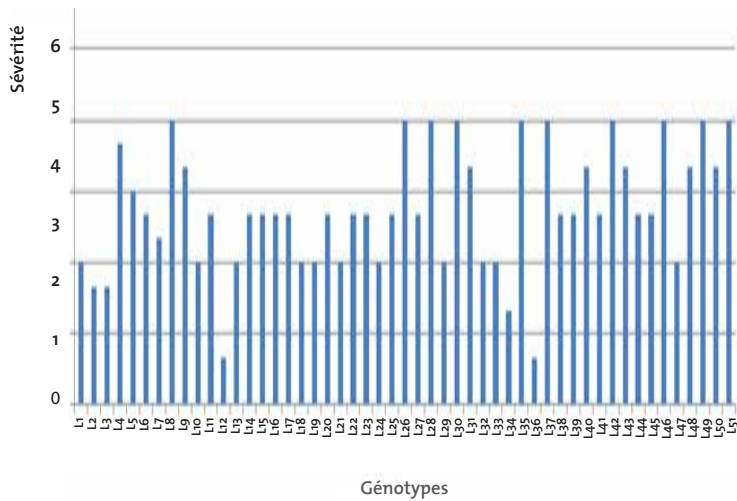


Fig. 12 : Niveaux de sévérité de l'orobanche sur les 51 lignées de la lentille testées

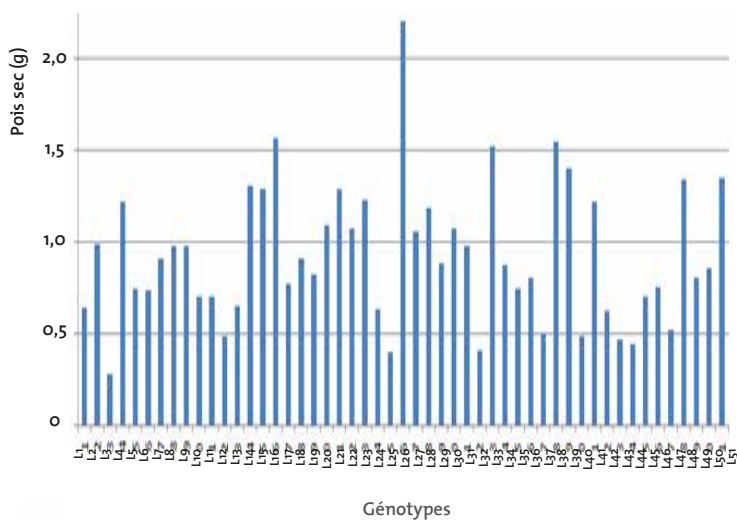


Fig 13 : Poids sec de l'orobanche présent sur les lignées de lentille testées

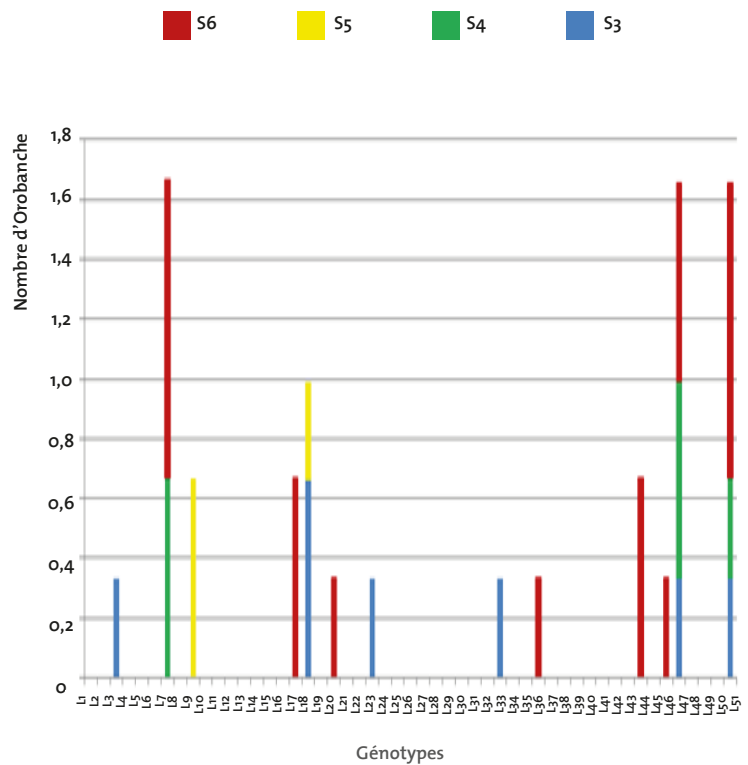


Fig. 14 : Nombre et stade de développement d'Orobanche

Pois chiche

Une lignée codée Flip97-190C est proposée pour inscription au catalogue officiel. C'est une lignée productive à cycle court, tolérante à la sécheresse, résistante à l'antracnose, et adaptée à la récolte mécanique grâce à son port érigé. Elle se distingue par rapport aux autres variétés d'hiver inscrites (notamment Arifi, Bochra et Taounate) par ses graines de gros calibre (une moyenne de 47 g pour 100 grains). En 2020-2021, son rendement grain moyen est de 16.25 qx/ha. Son potentiel de rendement est de 33.75 qx/ha et présente une large adaptation aux différentes zones de culture du pois chiche au Maroc.

Par ailleurs, 102 géotypes introduits et 57 locaux, dont 6 sont pris comme témoins, ont été testés pour leur tolérance au stress hydrique. Les résultats montrent une importante variabilité entre les géotypes étudiés. Quant aux traits physiologiques, la teneur en chlorophylle pourrait être le trait qui exprime mieux la tolérance au stress hydrique. Les géotypes à faible rendement présentent toutefois des bons caractères et seraient susceptibles d'être utilisés comme parents dans des croisements pour des caractères contrastés.

Défense des légumineuses alimentaires

Contrôle du sitone par traitement chimique des semences de la féverole

Le traitement au thiaméthoxame a été évalué sur le sitone chez les semences de féverole et a montré sa grande efficacité en terme de lutte contre ce ravageur. Toutefois, pour l'utilisation des néonicotinoïdes en tant que traitement de semences de la féverole, il est impératif d'être très prudent, afin d'éviter l'aggravation du syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles (Colony Collapse Disorder) qui est un phénomène de mortalité anormale et récurrente.



Fig. 15 : Dégâts sur feuille de féverole induits par l'adulte de *Sitona lineatus*

Evaluation de la résistance de la tâche chocolatée de la fève aux fongicides

La tâche chocolatée est la plus dangereuse maladie foliaire des fèves causée par le champignon *Botrytis fabae*, qui entraîne d'importantes pertes de rendement sur fève au Maroc pouvant dépasser 80%. Etant donné que la gestion de cette maladie dépend des traitements chimiques, la surveillance continue de la résistance de ce pathogène aux fongicides est ainsi primordiale. Ainsi, une recherche s'est intéressée à l'évaluation de la résistance de la maladie aux principaux fongicides utilisés par les agriculteurs. Pour cela, 22 isolats de *Botrytis fabae* issus de six régions productrices de fèves à travers le pays ont vu leur sensibilité évaluée par rapport aux matières actives couramment utilisées, notamment le fenhexamide, un inhibiteur de la cétoreductase (KRI), le fludioxonil, un phénylpyrrole (PP) et le boscalid, un inhibiteur de la succinate

déshydrogénase (SDHI). Les données ont montré que 45% des isolats sont résistants au fludioxonil, 14% au boscalid avec un GIP < 5% (pourcentage d'inhibition de croissance), alors qu'un seul isolat est trouvé résistant au fenhexamid. Par ailleurs, un zoom a été porté aussi sur l'efficacité de fludioxonil et boscalid *in vivo* sous serre, sur une variété de fève sensible à la maladie. Les traitements des plantes inoculées par des isolats résistants au fludioxonil et boscalid (FluR/ BosR) n'ont pas eu d'effet significatif par rapport au témoin non traité à $P < 0.05$, alors que la maladie causée par les isolats sensibles (FluS/BosS) a été significativement contrôlée par le fludioxonil et le boscalid (Fig. 16). Ainsi cette étude a permis de montrer pour la première fois la présence de risque de développement de résistance de la maladie aux fongicides à base de ces matières actives au Maroc.

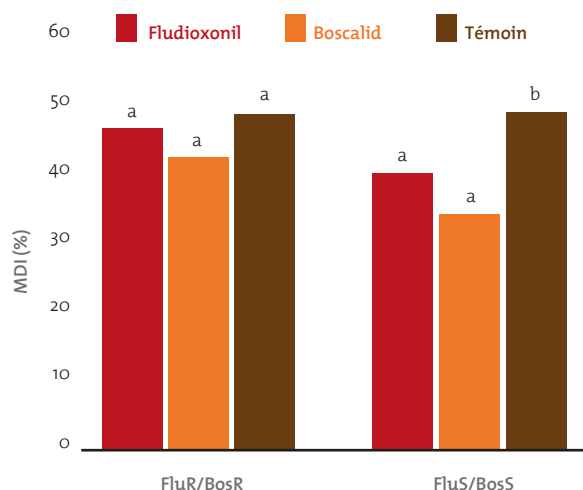


Fig. 16 : Efficacité des traitements à base de Fludioxonil et Boscalid sur la réduction de l'incidence de la tâche chocolatée sur des plantes inoculées par des isolats résistants (FluR/BosR) et sensibles (FluS/BosS) aux produits.

Lutte biologique contre le ravageur de stockage : bruche du niébé

Pour développer la lutte chimique contre la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus*, l'efficacité de l'activité biologique de 10 huiles essentielles extraites de plantes aromatiques et médicinales a été évaluée par fumigation *in vitro* à 5 concentrations allant de 10 $\mu\text{l/l}$ à 60 $\mu\text{l/l}$, sur des adultes mâle et femelle de cette bruche. Les résultats sont encourageants et indiquent que les adultes mâles étaient plus sensibles aux huiles essentielles testées comparativement aux

adultes femelles. Cependant, les huiles essentielles du romarin et de la menthe pouliot ont atteint un pourcentage de mortalité entre 60% et 100% des adultes mâles et femelles en utilisant les concentrations 40 µl/l et 60 µl/l après 5 jours de l'application du traitement (Fig. 17). La toxicité de ces huiles essentielles sur les adultes femelles et mâles de la bruche du Niébé avait une corrélation positive avec la concentration et le temps d'exposition. Ces résultats montrent le potentiel important du romarin et de la menthe pouliot comme bio-insecticide contre ce ravageur.

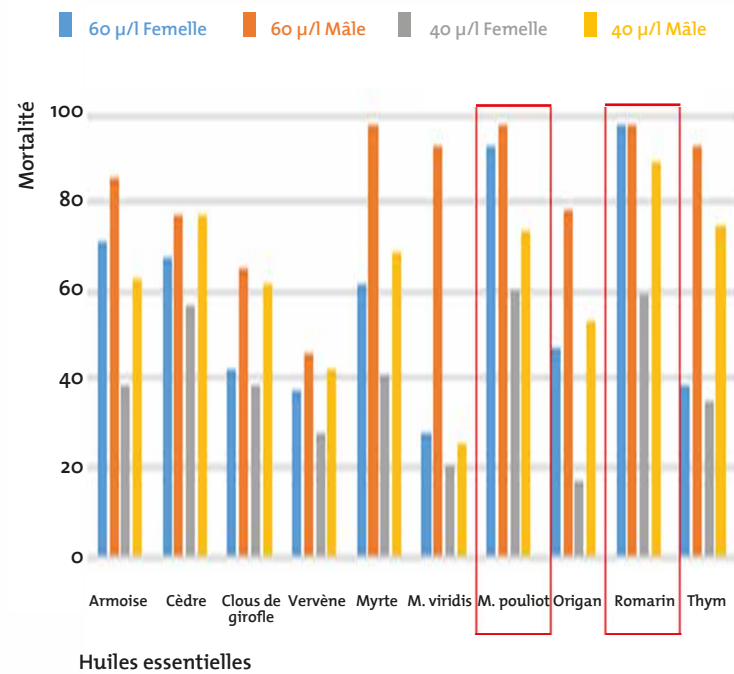


Fig. 17 : Pourcentage de la mortalité corrigée des adultes femelles et mâles de Niébé après 5 jours d'exposition aux 10 HE testées à des concentrations de 40 µl/l et 60 µl/l

Traitement herbicide sur lentille en conventionnelle et en semis direct

Trois herbicides de prélevée et un herbicide de post levée ont été testés sur les mauvaises herbes associées à la lentille en labour conventionnel et en semis direct. L'efficacité du traitement par Moxidval (MBD) en pré-semis associé à Select en post levée et à Dual gold (DG) en pré-semis combiné à un désherbage manuel en post levée, sur les mauvaises herbes, a donné la meilleure production en grains.

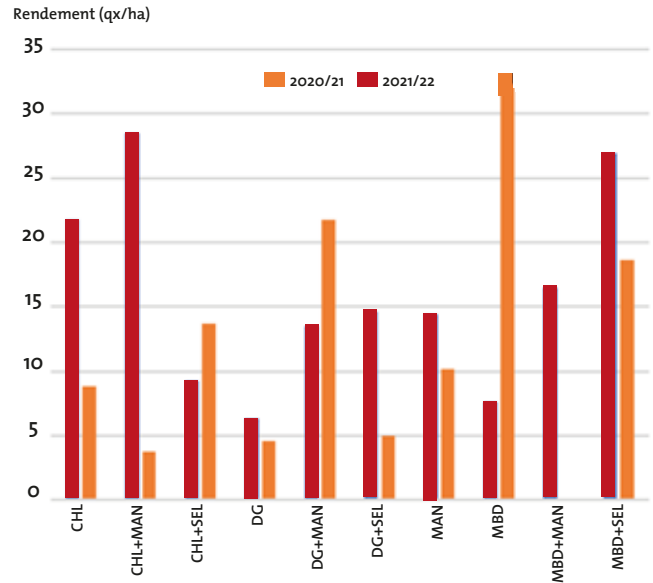


Fig. 18 : Effet de différents herbicides sur le rendement grain de la lentille

Qualités technologiques des protéines de la fève

La plupart des aliments riches en protéines à base de légumineuses sont actuellement fabriqués à partir de soja, dont la culture ne serait pas favorable au Maroc. Par conséquent, les perspectives d'utilisation de nouvelles sources de protéines comme la fève en raison de son faible coût, de son pouvoir allergène atténué et de sa teneur élevée en protéines. Dans ce sillage, une étude vise à déterminer les qualités technologiques des protéines de fève, mais aussi de confirmer la possibilité d'utiliser ces protéines comme ingrédient fonctionnel pour des applications industrielles.

Les isolats protéiques de deux variétés de fèves (IPF) ont prouvé un potentiel fonctionnel suite à leurs propriétés fonctionnelles notamment, leurs propriétés de surface comme agent émulsifiant. Par conséquent, il peut être utilisé comme émulsifiant (ex : la mayonnaise ou le fromage), ou bien comme agent d'encapsulation (ex : conservation des molécules bioactives).

Tab. 1 : Capacités de rétention d'eau (CRE) et d'absorption d'huile (CAH) chez deux variétés de fève

Variété de fève	CAH (g/100g)	CRE (ml/g)
FB1	196,07 ± 17,93	4,45 ± 0,66
FB2	194,13 ± 8,41	4,80 ± 0,86

Oléagineux annuels

Amélioration génétique des cultures oléagineuse

Colza

La variété de colza INRA-CZKN vient d'être soumise pour inscription au catalogue officiel. C'est une lignée pure issue d'un croisement simple entre deux variétés inscrites, 'Narjisse' et 'Kabel', plus précoce et plus productive que Narjisse, la variété témoin. Elle a comme caractéristique phare des siliques épaisses plus résistantes à la déhiscence que les autres variétés déjà inscrites au Catalogue Officiel.



Fig. 19 : Photo de la lignée de colza INRA-CZKN

Par ailleurs, 31 populations F₃, issues des croisements intra et interspécifiques, sous semis direct, en incluant deux témoins performants aux structures génétiques différentes (hybride et lignée) ont été évaluées dans l'objectif d'évaluer leurs paramètres agromorphologiques et physiologiques. L'étude promet des perspectives intéressantes pour le programme d'amélioration génétique du colza. En effet, pour l'ensemble des 29 populations F₃ expérimentées, les résultats révèlent l'existence d'une grande variabilité pour la plupart des paramètres mesurés. Des populations ont montré une productivité nettement meilleure que celle des témoins, en particulier FK/Traper, FK/IND77 et N9/TC1-7, exprimée par leurs rendements en grains élevé, d'autres ont révélé une précocité et promettent d'être à l'origine de variétés intéressantes dans le futur proche notamment la population N9/R9.

Sésame

La sélection par mutagenèse à l'aide d'EMS (éthyl méthane sulfonate) a été retenue pour élargir la variabilité génétique du sésame marocain. De nombreux mutants ont été générés et phénotypiquement caractérisés et suivis au cours des générations M₁, M₂ et M₃. Parmi ce groupe, 11 mutants M₄ ont été sélectionnés sur la base de critères phénotypiques tels que la couleur du tégument, la phénologie et l'architecture de la plante. Ceux-ci, et leurs parents sauvages (ML13 et US06), ont été étudiés dans deux environnements : Ain Taoujdate et Afouer.

Une grande variabilité génétique est révélée parmi les mutants étudiés et entre les mutants et leurs parents respectifs, indiquant un gain génétique pour la plupart des traits. Les niveaux élevés d'héritabilité estimée au sens large, sur la plupart des caractères, facilitent leur amélioration génétique par la sélection traditionnelle.

Analyse des tourteaux des graines monovariétales de variétés de tournesol et de colza

Outre leur intérêt alimentaire, le tourteau de colza est surtout utilisé pour l'alimentation des ruminants, plus particulièrement des bovins, tandis que le tourteau de tournesol est une matière première plus polyvalente et peut être utilisé pour l'alimentation des ruminants et des volailles.

A travers cette recherche, la qualité des tourteaux des graines marocaines de sept variétés de colza et trois variétés de tournesol a été élucidée. Cette caractérisation est faite à travers la détermination de leurs teneurs en protéines totales et leurs fibres alimentaires à savoir la NDF et l'ADF.

Les variétés de Colza «Moufida» suivie de «Adila» et «Alia» ont montré les meilleures performances en ce qui concerne le taux des protéines et des fibres dans les sites étudiés. Les travaux entrepris ont montré aussi que ces variétés sont celles qui ont la meilleure productivité. Tandis que la comparaison entre les espèces, la teneur en protéines des tourteaux extraits du tournesol est faible par rapport à celle du colza. Ceci montre que l'utilisation des tourteaux de colza reste la plus intéressante par rapport à ceux du tournesol dans la formulation des aliments de bétails vu leur richesse en protéine.

Cultures fourragères

Optimisation du train technique des cultures fourragères

Productivité des mélanges fourragers à base d'orge

Dans le contexte actuel du changement climatique et de la croissance démographique, les ressources alimentaires animales deviennent de plus en plus rares. Le développement des cultures fourragères est devenu ainsi une nécessité stratégique pour redresser cette situation. C'est dans ce sens, qu'une étude sur la culture des mélanges fourragers à base d'orge a testé trois lignées d'orge élites et deux variétés inscrites (Khnata et Ksaiba) en mélange avec deux légumineuses fourragères : le pois fourrager cv. Naima et la vesce sativa cv. Ghich, aux proportions au semis de 1/3 légumineuse et 2/3 Orge.

Les résultats obtenus ont montré des rendements accumulés moyens de 8,22 TMS/ha pour les mélanges pois-orge et de 9,12 TMS/ha pour les mélanges vesce-orge. En outre, les variétés d'orge Ksaiba et Khnata mélangées chacune à la vesce ont donné les plus forts rendements, qui a été comparables à celui du mélange de la lignée d'orge M avec le pois-fourrager (Fig. 20).

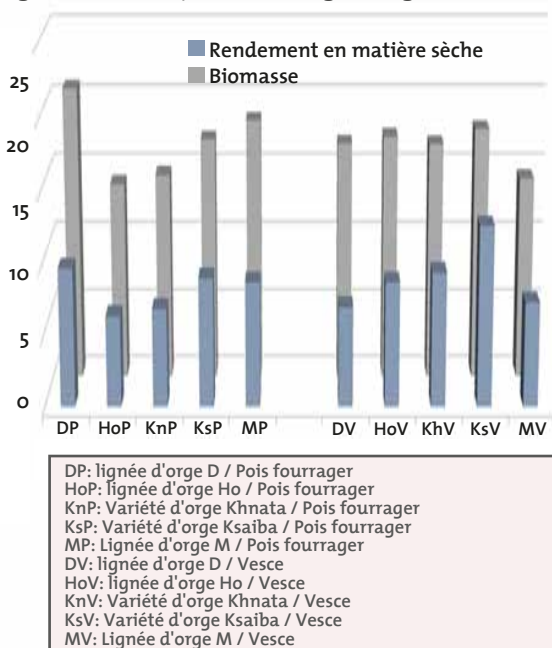


Fig. 20 : Rendements en Biomasse verte et en MS pour 10 mélanges fourragers à base d'orge et deux légumineuses fourragères : pois et vesce

Comparaison du maïs fourrager et du sorgho dans le périmètre du Tadla

La luzerne et le maïs sont les cultures fourragères les plus pratiquées dans le périmètre du Tadla. Etant donnée que ces espèces fourragères sont exigeantes en eau, une étude s'est alors intéressée au Sorgho, en tant qu'espèce résistante aux stress thermique et hydrique, pour voir s'il peut constituer une bonne alternative au maïs.

Les résultats obtenus ont montré que le rendement en matière sèche du sorgho a été hautement supérieur à celui du maïs sous différents régimes d'irrigation (Fig. 21), ce qui confirme que le sorgho est tolérant au stress hydrique et s'adapte aux conditions du périmètre du Tadla. Le sorgho a été plus efficace en utilisation de l'eau par rapport au maïs sous tous les régimes d'irrigation. En effet, une irrigation déficitaire à 75% de l'ETc du maïs s'est montrée suffisante pour assurer une bonne production du sorgho, ce qui contribue à la préservation des ressources hydriques. Les deux cultures ont consommé 499.96 mm d'eau avec une irrigation complète, 374.97 mm avec un apport de 75% ETc et 249.98 mm avec un apport de 50% ETc.

Ce travail sera poursuivi pour comparer la valeur fourragère et économique du sorgho par rapport au maïs d'une part, et de déterminer les variétés de sorgho les plus productives et résilientes d'autre part.

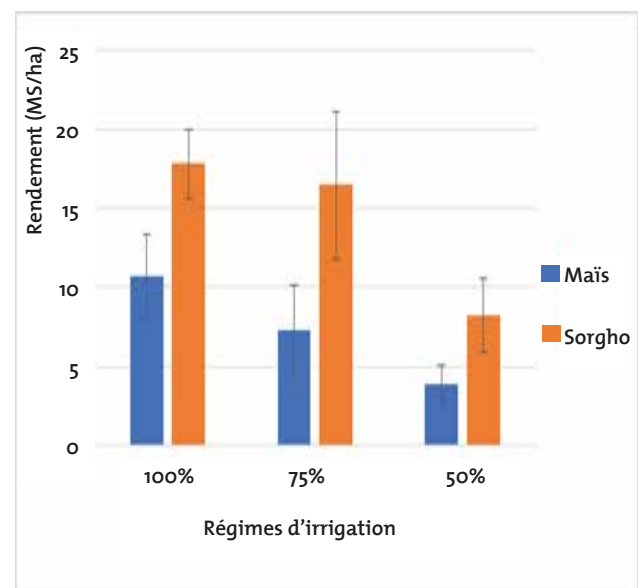
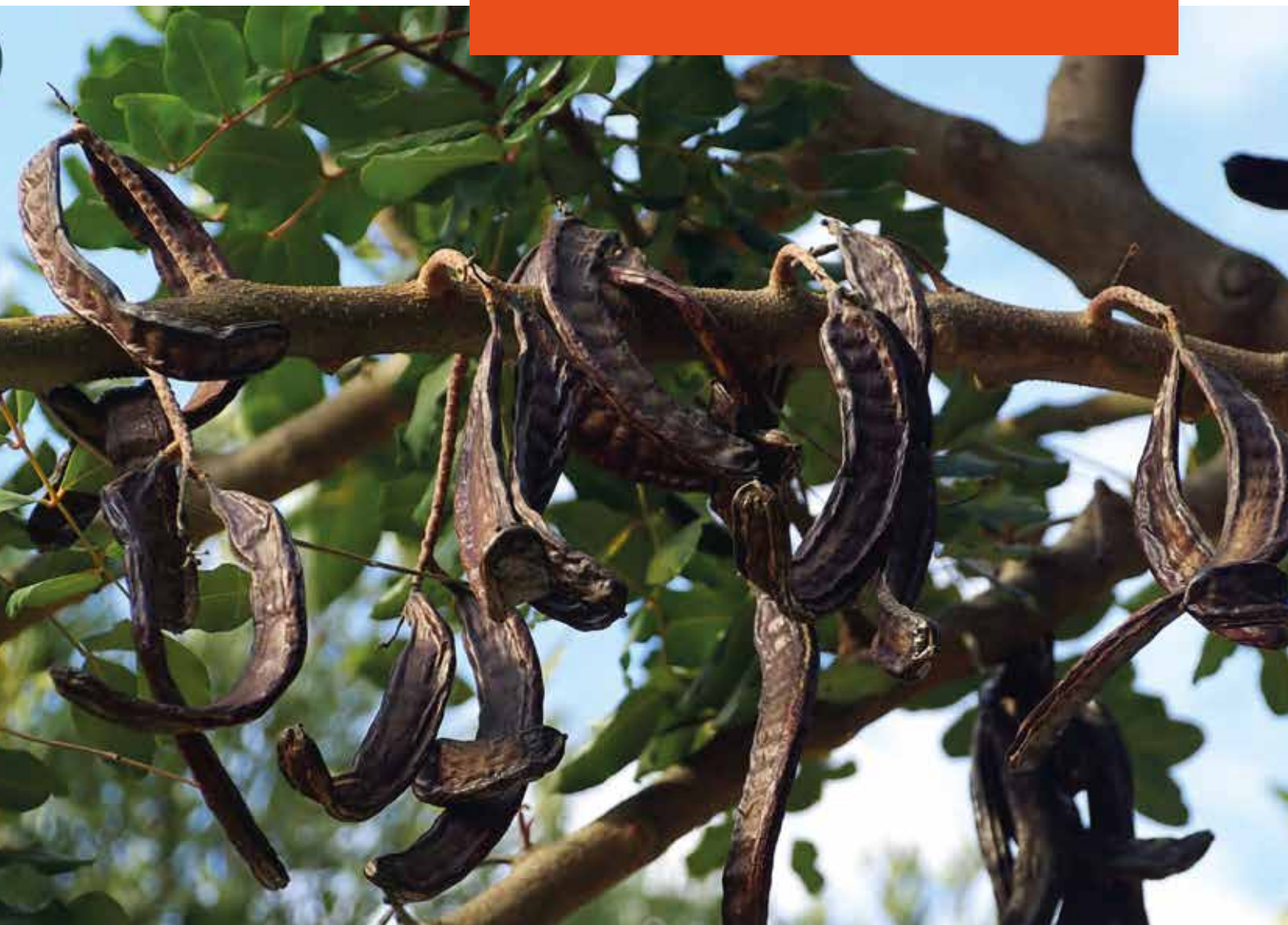


Fig. 21 : Variation du rendement du maïs et du sorgho selon trois régimes d'irrigation

**Consolidation des
filières arboricoles
et horticoles**



Olivier

Évaluation des génotypes d'olivier issus de croisements

L'une des conséquences du changement climatique au niveau de la région de Marrakech est la hausse des températures hivernales qui a des impacts négatifs sur le succès de floraison. Un programme d'amélioration génétique pour la sélection de variétés adaptées aux hivers doux est initié par l'INRA en 2019 par une étude de la phénologie de la floraison chez les descendants issus des croisements contrôlés installés à Tassaout (Marrakech) en utilisant l'échelle BBCH. Sur 203 descendants analysés sur la base des jours calendaires (observés à partir du 1^{er} janvier) du stade 51 nous avons identifié trois groupes de précocité différente. Pour lever la dormance, le groupe de génotypes précoces, intermédiaires et tardifs nécessitent 71, 108 et 138 jours respectivement. Les génotypes à floraison précoces sont issus du croisement Menara x Arbequine. Ces génotypes ont un faible besoin en froid et en chaleur et paraît mieux convenir aux régions où le printemps et l'été sont particulièrement arides et chauds.

Par ailleurs, douze génotypes d'olivier issus de croisements contrôlés entre des variétés Marocaines (Haouzia, Menara, M26) et des variétés étrangères (Manzanille, Picholine de Languedoc, Arbequine) ont été présélectionnées parmi 230 individus sur la base de leur historique productif, leur vigueur, la maturation des fruits et de leur état sanitaire. Ces génotypes ont été évaluées pour le rendement en olives et en huile, l'aptitude à la rhizogenèse, la précocité et l'alternance. Les résultats obtenus ont permis de distinguer les génotypes les plus performants en matière de rendement, de capacité rhizogène, de précocité et de régularité de la production.

Utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre la verticilliose

Vue le regain d'intérêt au cours des dernières décennies pour la valorisation des métabolites secondaires des huiles essentielles, en tant qu'agents antimicrobiens potentiels pour la protection des cultures, une étude a été conduite sur l'évaluation de l'activité antifongique de la phase volatile des huiles essentielles extraites du

romarin (*Rosmarinus officinalis*), de la sauge (*Salvia officinalis*), de la lavande (*Lavandula pedunculata*), de la menthe verte (*Mentha spicata*) et de la verveine (*Aloysia citriodora*) contre une souche de *V. dahliae* isolée à partir d'oliviers infectés dans la région de Marrakech au Maroc. Les résultats préliminaires *in vitro* de cette recherche ont montré que les traitements naturels dérivés de ces cinq plantes aromatiques et médicinales pourraient fournir une grande variété de composés comme stratégie alternative pour le contrôle des infections par *V. dahliae* dans le cadre d'un programme de lutte intégrée, mais d'autres investigations supplémentaires sont nécessaires pour aller sur le terrain évaluer leur efficacité vis-à-vis du pathogène responsable de la maladie de la verticilliose de l'olivier.

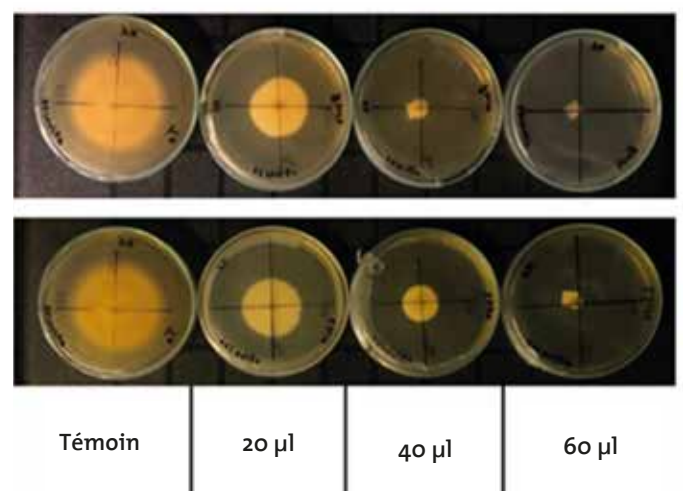
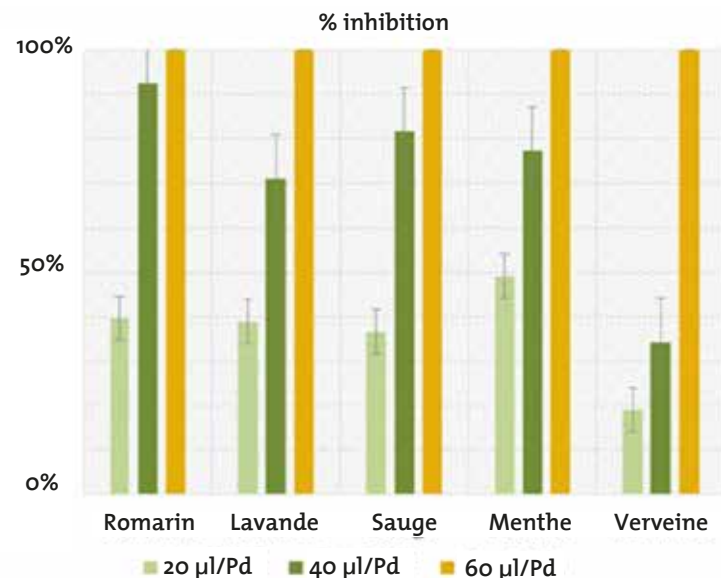


Fig. 22 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *V. dahliae* en fonction des concentrations des HE en µl.

Economie de l'eau chez l'olivier par l'irrigation déficitaire

L'augmentation des superficies pour la culture de l'olivier nécessite la mobilisation de ressources hydriques importantes. Le développement de stratégies durables d'économie de l'eau d'irrigation basées sur l'irrigation déficitaire soutenue et l'irrigation déficitaire régulée, constituent une des voies essentielles pour promouvoir la résilience du secteur oléicole. Une recherche conduite sur la variété Menara, a montré que la stratégie d'irrigation déficitaire régulée a permis une économie de l'ordre de 720 m³/ha/an sans affecter significativement le rendement et le poids moyen des fruits, alors que la stratégie d'irrigation déficitaire soutenue a engendré une économie de 1040 m³/ha/an, tout en améliorant la teneur en huile des olives (Fig. 23). Un suivi supplémentaire dans le temps de ces résultats est en cours pour étudier l'effet à moyen terme du stress hydrique sur les arbres de l'olivier.

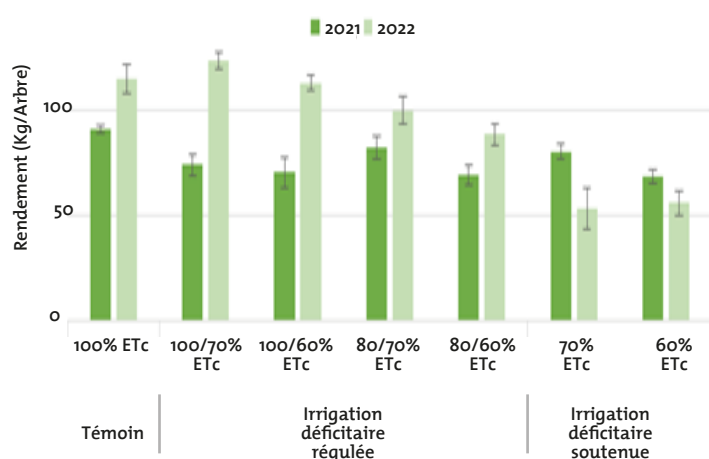


Fig. 23 : Rendement en olives en fonction des régimes d'irrigation déficitaire régulée et soutenue

Evaluation de la qualité des olives commercialisées en vrac

Les olives de table sont considérées comme les aliments fermentés les plus anciens du bassin méditerranéen. La qualité physico-chimique des olives de table vertes et noires commercialisées en vrac dans différentes catégories de points de vente a été évaluée au niveau des (i) Epicerie : les vendeurs des olives de tables avec d'autres produits (viandes, légumes) ; (ii) Les grandes et moyennes surfaces ; et (iii) Les vendeurs spécifiques qui vendent uniquement des olives de table.

Les résultats préliminaires de cette étude prospective a montré une relation entre les paramètres physico-chimiques et la catégorie de point de vente des olives de table. En effet, la qualité physico-chimique des olives de table dépend de la catégorie de point de vente. D'où la nécessité d'exiger un contrôle des paramètres post-production pour limiter les divergences entre les pratiques technologiques et de conservation adoptées par chaque vendeur.

Analyse du maillon de la multiplication des variétés d'olivier à Marrakech-Safi

L'activité de multiplication des variétés d'olivier a un grand impact sur les résultats économiques de la filière oléicole. En effet, l'augmentation des superficies oléicoles nationales de 700.000 ha à plus d'un million d'hectares entre 2009 et 2022, a été rendu possible grâce à un effort important des pépiniéristes.

Les résultats d'une étude réalisée auprès des pépinières agréées de la région de Marrakech-Safi ont montré que : (i) La multiplication des plants d'oliviers est assurée par 25 pépinières agréées au niveau de la région. Les pépinières produisent majoritairement les plants des variétés Picholine Marocaine, Haouzia et Menara. D'autres variétés telles que la picholine du Languedoc sont produites en petites quantités. De nouvelles variétés produites par l'INRA, principalement Dalia et Tessaout, ont été installées dans les parcs à bois de certaines pépinières ; (ii) La technique de multiplication utilisée par l'ensemble des pépinières enquêtées est le bouturage semi-ligneux. La technique de bouturage herbacé, qui permet de minimiser le coût de production et multiplier les plants à grande échelle, n'est pas encore pratiquée ; (iii) L'identification et la conservation du matériel génétique de base et l'emploi de nouvelles technologies sont essentiels pour produire des plants adaptés au développement d'une oléiculture moderne, rentable et durable ; (iv) Le marché de diffusion des variétés d'olivier souffre du manque de planification de l'offre de plants qui résulte de l'absence de quantification préalable de la demande. La commercialisation des plants d'oliviers se fait à travers des circuits courts par la vente directe à l'acheteur ; (v) L'absence d'organisation des pépiniéristes se traduit par un manque de position commune vis-à-vis des

problèmes du secteur. Les prix des plants des variétés locales se situent entre 5 et 10 Dh. Cette tendance a conduit à une conversion à la multiplication d'autres espèces arboricoles, considérées comme plus rentables ; (vi) Les pépinières agréées de la région sont concurrencées par une activité informelle importante, ce qui contribue à la diffusion d'un matériel végétal d'origine inconnue avec des risques de propagation de maladies et ce à cause du bas prix de vente pratiqué par ce secteur.

La diffusion des variétés d'olivier nécessite la mise en place d'un secteur pépiniériste oléicole moderne pour fournir des plants adaptés au développement durable de la filière oléicole. Il devient alors utile de tenir compte des recommandations suivantes : (i) Introduire les techniques modernes de multiplication pour produire des plants de bonne qualité tout en réduisant le coût de production ; (ii) Encourager les pépiniéristes à la multiplication et la diffusion des nouvelles variétés produites par l'INRA et s'ouvrir sur le marché international ; (iii) Renforcer les canaux de communication entre les pépinières et les autres acteurs de la chaîne de valeur oléicole ; (iv) Accompagner les pépinières informelles pour une conversion vers le secteur agréé ; (v) Instaurer une bonne coordination au niveau régional entre les différents acteurs concernés par ce secteur (pépinières, agriculteurs, organismes de recherche, organismes de développement et de contrôle sanitaire, consommateurs).

Palmier dattier

Identification, caractérisation, multiplication et conservation des ressources génétiques

L'étude de la variabilité génétique intervariétale est importante afin d'utiliser les résultats dans les futurs programmes de conservation et de sélection du palmier dattier.

Une recherche s'est intéressée à l'évaluation de la diversité génétique de 23 des variétés de palmier dattier marocains les plus connues à l'aide de marqueurs SSR. Parmi les seize amorces étudiées, treize ont révélé des bandes polymorphes et ont été utilisées pour évaluer les relations génétiques au sein des 23 variétés testées. Le nombre total de bandes est de 208

allèles allant de 10 allèles par locus pour le locus mPdCIR017 à 25 pour le locus mPdCIR032, avec une moyenne de 16 allèles par locus. Ces résultats concordent parfaitement avec ceux des travaux antérieurs qui ont montré que ces amorces présentent une variation importante des allèles par nombre de locus. Le module en ligne STRUCTURE harvester a révélé que le nombre optimal de populations est de quatre ($\Delta k = 4$). Ainsi, 23 variétés étudiées sont réparties en 4 groupes.

Les relations entre les variétés sont présentées dans le dendrogramme qui a généré 4 groupes principaux (Fig. 26).

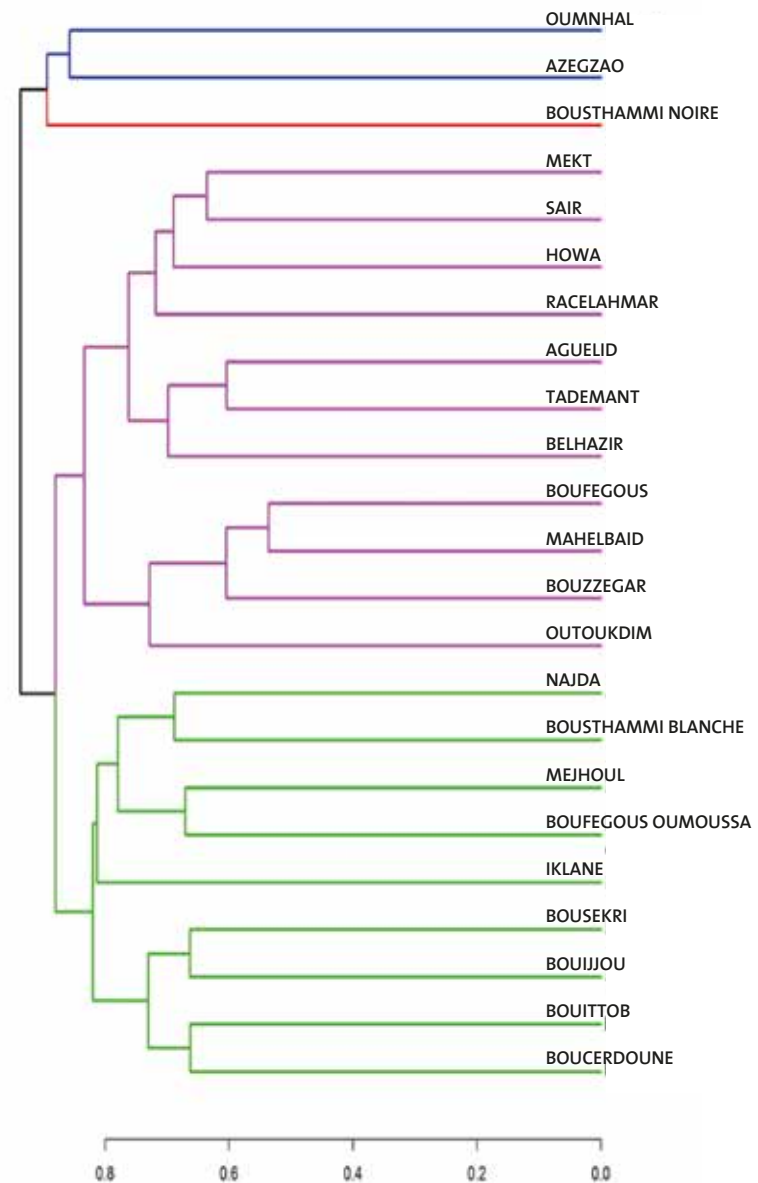


Fig. 26 : Dendrogramme de similarité génétique des 23 variétés étudiées

Protection du palmier dattier

Identification des gènes liés à la pathogénicité chez le Bayoud

La lutte contre le Bayoud se base essentiellement sur la résistance génétique. La compréhension des mécanismes moléculaires régissant les interactions entre le pathogène et le palmier dattier est restée complexe jusqu'à la publication récemment du génome de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. En effet, l'identification de chromosomes mobiles portant des gènes responsables de la pathogénicité appelés les gènes SIX (secreted in the xylem) dont les produits sont des effecteurs secrétés par le Foa durant la phase de colonisation des tissus de l'hôte est un puissant outil pour approfondir les connaissances sur les types d'interactions de ce complexe Fao-palmier dattier. Ainsi, le screening de 30 isolats du Foa de différentes régions géographiques du Sud-Est du Maroc pour la présence/absence de gènes SIX dans leurs génomes ont montré que toutes les souches comprennent au moins un gène de type SIX, suggérant une interaction de type gène pour gène entre le Foa et le palmier dattier. Les résultats ont aussi fait apparaître divers profils génétiques du pathogène, indicatif de la présence probable de plus d'une race au sein des populations du pathogène. Globalement ces résultats font lumière sur la pathogénicité de Foa et ouvrent de nouvelles pistes pour la compréhension de ses relations avec le palmier dattier.

Lutte intégrée contre la pourriture des inflorescences et le dépérissement noir des palmes de palmier dattier

La mise au point d'une méthode de lutte intégrée contre *M. scaetiae*, champignon responsable de la pourriture des inflorescences et *T. paradoxa* agent pathogène causal du dépérissement noir des palmes du palmier dattier a conduit à l'évaluation *in vitro* de l'activité antifongique des filtrats aqueux issus des déchets de taille des arbres et arbustes d'ornement vis-à-vis de l'inhibition de la croissance mycélienne, la germination des spores et la sporulation de ces deux champignons a été investiguée. Les résultats obtenus indiquent que les extraits aqueux de *E. torquata*, *A. cyanophylla* et *C. atlantica* ont manifesté une forte activité antifongique par rapport aux autres extraits contre les deux

champignons étudiés. Ce grand pouvoir bioactif observé est attribué principalement à des teneurs élevées en polyphénols et en flavonoïdes dans les extraits issus de ces arbres et arbustes. En vue de cette importante activité antifongique décelée dans ces extraits, l'exploitation de leurs propriétés antifongiques dans la lutte contre ces deux phytopathogènes serait approchée ultérieurement sur terrain.

Optimisation de la nutrition minérale et l'irrigation du palmier dattier

Optimisation de la nutrition minérale du palmier dattier dans les conditions du Haouz

Le réchauffement global a fait que les conditions climatiques de la région de Marrakech (Nord Ouest du Haut Atlas) sont devenues plus favorables à la culture du palmier dattier. Cependant, cette culture nécessite encore plus de maîtrise des techniques de production des dattes dans ces zones, notamment la gestion de la fertilisation des vergers phoenicicoles. Dans ce sens, des travaux de recherche sur les variétés Mejhoul, Boufeggouss et Najda ont montré que la fertilisation a amélioré l'adaptation et la production, puisque le poids des dattes a augmenté proportionnellement avec la quantité de fertilisants apportés. Une fumure composée de 1 kg d'Azote/arbre, 0,5 kg de Phosphore/arbre et 1 kg de potassium /arbre, a été jugée optimale pour une bonne croissance et une bonne production des palmiers dattiers. Il a été en outre noté, une meilleure adaptation des deux variétés Mejhoul et Boufeggouss aux conditions du Nord Ouest du Haut Atlas, ainsi qu'une tardivité relative de la variété Najda.

Evaluation des besoins en eau de la variété Mejhoul

La mise en place d'expérimentations pour évaluer avec plus de précision, les besoins en eau du palmier dattier dans le contexte marocain, notamment au sein des nouvelles zones d'extension de cette culture, s'avère primordiale. Un travail s'est intéressé à la synthèse des acquis disponibles en matière des besoins en eau d'irrigation du palmier dattier (jeune et adulte) à l'échelle nationale. Le tableau ci-après résume les principaux travaux réalisés sur ces besoins en eau à l'échelle nationale.

Tab. 1 : Comparaison des caractéristiques du sirop Mejhoul des coopératives et du sirop optimisé

Lieu de l'étude	Age des plantations (ans)	Densité de plantation (pieds/ha)	Mode d'irrigation	Besoins en eau d'irrigation (m ³ /pied/an)
Tafilalet	Adulte	100	Irrigation Gravitaire	166 - 226
Drâa (Domaine Zagora)	Adulte (Sairlayallat)	100	Irrigation localisée	60
Tafilalet (Domaine Errachidia)	Palmier Jeune (Najda)	139	Irrigation localisée	2 m ³ /pied/an en 1 ^{ère} année et 38 m ³ /pied/an à la 8 ^e année
Goulmima	Adulte (Mejhoul)	156	Irrigation localisée	51

Qualité des dattes

Paramètres physicochimiques et composés bioactifs des noyaux de dattes marocaines

La valorisation des noyaux de dattes peut représenter une importante source de revenus pour les agriculteurs et peut aussi favoriser l'innovation et le développement de nouveaux produits à intérêt fonctionnel à usage alimentaire et cosmétique. Les objectifs de cette étude étaient la caractérisation physique et physico-chimique et la recherche des composés bioactifs des noyaux de dattes de quinze variétés marocaines. Une étude a mis en évidence que la poudre des noyaux de 15 variétés de dattes marocaines est une excellente source de composés nutritionnels et bioactifs, et d'activité antioxydante. Des différences significatives ont été constatées entre les 15 variétés étudiées qui ont été classées en cinq groupes homogènes (Fig. 27). De plus, les variétés Ademou, Bouslikhène, Boushammi noire, Haoua, Jihel et Najda se distinguaient par des caractéristiques biochimiques intéressantes, notamment des teneurs élevées en polyphénols et bêtaïnes totaux et une activité antioxydante élevée. Ainsi, cette étude a mis en évidence le potentiel de la poudre des noyaux des dattes pour développer davantage des produits et ingrédients innovants en agroalimentaire et cosmétique pour promouvoir un développement durable dans les oasis.

1	2	3	4	5
Ademou	Assiane	Aziza Bouzid	Boucerdoune	Boufeggous
Bouijjou	Bouittob	Bouskri	Bouslikhène	Boushammi noire
Bouzeggar	Haoua	Jihel	Mah Elbaid	Najda

Fig. 27 : Les cinq groupes homogènes de variétés selon les critères physico-chimiques

Effet des températures basses sur la qualité des dattes au cours du stockage

Bien que la relation étroite entre la température et la qualité des dattes au cours du stockage soit établie, les recherches dans ce domaine indiquent que ce rapport dépend de plusieurs attributs qui sont particulièrement liés aux propriétés intrinsèques de chaque variété. Dans ce sens, une recherche a été conduite dans l'objectif de suivre l'évolution des attributs de la qualité de deux variétés de dattes marocaines à haute valeur commerciale à différentes températures de stockage : -18°C, -10°C et +4°C. Les grandes variations observées, pour les attributs de qualité analysés, ont été comme suit :

- L'activité d'eau (a_w) décroît avec une diminution significativement accentuée à +4°C par rapport aux deux autres températures à partir du deuxième mois de stockage.
- L'acidité des dattes a augmenté et était significativement élevée à partir du premier mois de stockage à +4°C comparativement à -10 et -18°C qui n'étaient pas significativement différentes.
- La température a impacté la hausse du degré Brix à partir du deuxième mois où les valeurs étaient significativement plus grandes à +4°C qu'à -10 et -18°C pour les deux variétés Mejhoul et Boufeggous.

D'une manière générale, les résultats de ce travail font lumière sur l'importance de la congélation pour la préservation de la qualité des dattes en post-récolte. Dans la plupart des cas, une température de -10°C s'avère aussi efficace que -18°C, permettant ainsi une réduction du coût énergétique lors d'une éventuelle introduction du froid négatif dans les entrepôts des palmeraies marocaines.

Agrumes

Amélioration génétique des agrumes

Création de porte-greffes diploïdes résistants aux contraintes biotiques et abiotiques

Le travail de recherche en cours vise à développer de nouveaux porte-greffes hybrides à travers la pollinisation dirigée d'une accession de citrumelo, connue sous le nom « Winter Haven », et d'évaluer leur potentiel dans les régions affectées par la salinité ou par la gommosse à *Phytophthora citrophthora*. 31 plants obtenus ont pu être multipliés par bouturage pour être ensuite soumis au screening. En parallèle, ces porte-greffes hybrides sont greffés par des nouvelles obtentions d'hybrides de mandarinier.

Ségrégation des marqueurs microsatellites appartenant à 35 individus sur gel d'acrylamide (1, 2, 3 et 4 sont les parents des éventuels hybrides correspondant respectivement au mandarinier sunki, pomélo, mandarinier Cléopâtre et au citrumelo Winter Haven).

Développement et sélection préliminaires de nouveaux hybrides diploïdes de mandarinier

Un total de 20 descendants issus de deux croisements dirigés de 'mand. Afourer X mand. Nova' et 'mand. Nova X mand. Afourer', ont fait l'objet de cette étude afin de vérifier leur nature hybride.

L'utilisation combinée de l'outil moléculaire, des paramètres morphologiques et cytométriques, pourrait améliorer le pouvoir discriminant des marqueurs SSR comme instrument puissant de différenciation des individus étroitement liés. Cinq des plantes évaluées sont des hybrides confirmés, d'une morphologie intermédiaire entre les deux parents. La ploïdie a été estimée par cytométrie en flux. La nature hybride de cinq plantes a été confirmée avec les amorces Cio6Bo5 et Cio7Do6, ayant révélé les allèles de deux parents Mandarin Afourer et le Nova mandarin. L'évaluation des hybrides sur la base de critères qualitatifs physiques et sensoriels inclus, ont révélé une différence significative entre les hybrides et permet la sélection des hybrides H1, H2, H4, H7 et H16.



Fig. 28 : Sélection préliminaire d'hybrides de mandarines diploïdes

Protection phytosanitaire des agrumes

Diagnostic sérologique et moléculaire du stubborn dans les vergers agrumicoles du Maroc

Le stubborn est détecté pour la première fois au Maroc dans la région de Tadla, mais aucune étude n'a été rapportée sur la distribution de cette maladie dans les différentes zones agrumicoles du pays. Ainsi, l'objectif de ce travail a été d'actualiser les connaissances sur la situation des vergers agrumicoles marocains en matière d'infection par *Spiroplasma citri*. Les investigations révèlent que la maladie est présente dans toutes les zones agrumicoles marocaines avec une incidence qui varie de 2,6% à 39% et que des tests moléculaires, en particulier des tests de PCR avec les amorces qui ciblent le gène putatif de l'adhésine P58 (Fig. 29), sont les plus sensibles pour un diagnostic précis des isolats marocains de *S. citri*. L'identité d'un isolat représentatif de *S. citri* issu de la région de Berkane a été confirmée par le séquençage.

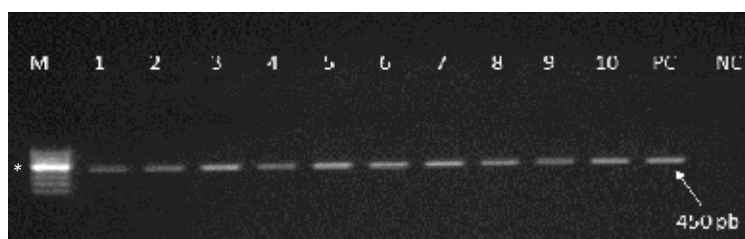


Fig. 29 : Résultats d'analyse de quelques échantillons d'agrumes avec les amorces spécifiques au gène putatif de l'adhésine P58. "M" correspond au marqueur de poids moléculaire (Invitrogen, États-Unis) et l'étoile rouge indique un fragment de 500pb. PC : contrôle positif. NC : contrôle négatif. 1-10 : échantillons testés.

Inventaire des ravageurs dans la région de l'Oriental et développement de la lutte biologique contre le thrips

Cette investigation a montré la présence de plusieurs groupes d'insectes à savoir les thrips, les aleurodes, les cicadelles, les pucerons, le pou de Californie, la cératite et les psylles avec une abondance variable. En effet, il a été constaté que le climat a un effet sur la présence et l'abondance des espèces, que ce soit d'une manière directe, par l'effet des variations climatiques saisonnières ou d'une manière indirecte par son effet sur l'apparition des stades phénologiques propices pour les ravageurs concernés.

Parallèlement à cet inventaire, des travaux se sont focalisés sur la perspective de développement de la lutte biologique vis-à-vis du thrips. En effet, à partir des symptômes naturels de mycoses entomopathogènes sur les cadavres des thrips, les recherches d'isolement et de conduite en milieu de culture approprié ont permis l'identification de deux espèces de champignon : *Fusarium sacchari* et *Aspergillus sp.* Par la suite, les tests de pathogénicité *in vitro* ont révélé que les traitements à base de ces deux espèces de thrips *Frankliniella occidentalis*, *Pezothrips kellyanus* et *Scirtothrips sp.* ont été très efficaces et que *F. sacchari* est l'espèce entomopathogène la plus virulente avec un taux de mortalité dépassant 90%. Les thrips *F. occidentalis* est l'espèce la plus sensible alors que *P. kellyanus* est la plus résistante aux différents traitements.

Evaluation de la résistance d'une collection de mandariniers à *Alternaria alternata*

L'agent pathogène *A. alternata*, a été identifié sur la presque totalité des agrumes au Maroc. Comme les moyens de contrôle sont peu efficaces, des travaux de recherche sont conduits sur l'évaluation de la résistance variétale à cette maladie. Pour cela, dix variétés de mandariniers d'importance commerciale à l'échelle nationale et internationale ont été choisies selon le critère de la présence des fruits matures sur les arbres pendant la période d'inoculation. Les premiers résultats ont permis de constater une importante variabilité dans les niveaux de sensibilité des cultivars, et parmi les dix variétés testées, 'Nadorcott', 'Lee' et 'Temple' ont exhibé une résistance contre ce pathogène.

Optimisation du train technique des agrumes

Amélioration des performances des agrumes par une fertilisation NPK appropriée

Dans le but de contribuer aux efforts d'amélioration de la productivité des agrumes au Maroc, une étude s'est focalisée sur la nutrition minérale des arbres dans les contextes pédoclimatiques de la région du Gharb. Les résultats obtenus sur le clémentinier 'Sidi Aissa' greffé sur *Citrus macrophylla*, conduit en fertigation et en plein champ, ont conclu qu'une fertilisation composée de 200 Kg/ha d'Azote, 80 Kg/ha de Phosphore et 200 Kg/ha de Potassium permet un rendement maximal (56.23 T/ha) avec un calibre optimal des fruits. Parallèlement, des travaux similaires sur l'Oranger 'Navel Lane Late' ont démontré qu'une fumure comprenant 104 Kg/ha d'Azote, 45 Kg/ha de Phosphore et 48 Kg/ha de Potassium a permis d'avoir une amélioration significative de la croissance des arbres atteignant une valeur moyenne de la hauteur de 2.25 m et du diamètre de frondaison de 2,38 m.

Gestion de l'irrigation déficitaire

Une recherche sur le clémentinier 'Sidi Aissa' dans les conditions du Gharb, a montré que la restriction régulée de l'irrigation à 50% d'ETc durant les phases de grossissement des fruits et de la maturation (Juil.-sept.) n'a pas affecté le rendement et le calibre des fruits mais a plutôt amélioré l'acidité et le Brix des fruits avec une économie atteignant plus de 14% des apports. Une autre étude similaire sur l'Oranger 'Navel Lane Late' a confirmé que l'application d'irrigation déficitaire régulée à 50% d'ETc durant les phases de grossissement des fruits et de la maturation n'a pas affecté le rendement et le calibre des fruits mais a plutôt amélioré l'acidité et le Brix des fruits avec une économie de plus de 12.6% des apports. Parallèlement, une étude s'est intéressée à l'impact de la combinaison de l'irrigation déficitaire continue et du dessèchement partiel des racines sur les paramètres physiologiques du clémentinier 'Larache' greffé sur Citrange Carrizo. Les résultats ont montré que l'application de l'irrigation réduite à 80% d'ETc et alternée par un dessèchement partiel des racines, semble être approprié puisqu'elle a engendré des effets positifs sur la photosynthèse et le comportement des jeunes plantations.

Arboriculture fruitière

Génétique des arbres fruitiers

Figuier

L'INRA a soumissionné trois variétés de figuier au catalogue officiel. Ces variétés sont unifères et de bonne qualité nutritionnelle. Il s'agit de Mamouni (Gros calibre, 87 g), Ismailia Gros calibre, 77 g) et Ayour (Calibre moyen, 58 g).

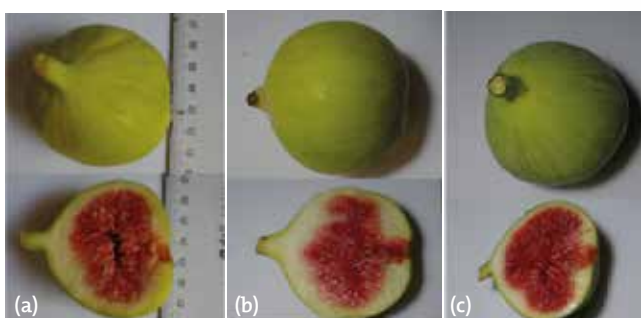


Fig. 30 : Photos des trois nouvelles variétés proposées pour inscription (a) Mamouni, (b) Ismailia et (c) Ayour

Grenadier

L'INRA a soumissionné deux variétés d'amandier au catalogue officiel. Il s'agit des variétés Ghnia (Djeibi) et Zheri précoce (Zehria) qui présentent une bonne tolérance à la sécheresse et qui ont des poids de fruits de 402 g et 305 g respectivement.

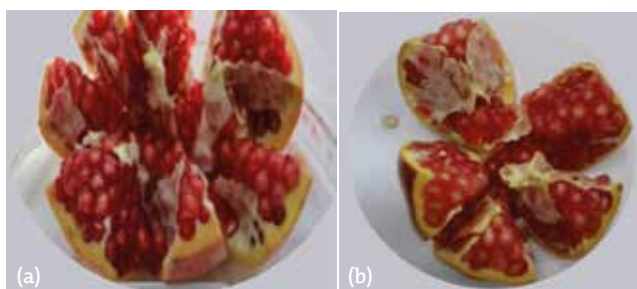


Fig. 31 : Photos des deux nouvelles variétés proposées pour inscription (a) Ghnia et (b) Zheri précoce

Par ailleurs, une étude s'est intéressée à la caractérisation de la diversité génétique d'une collection ex-situ de 29 géotypes de grenadier au domaine expérimental Ain Taoujdate à l'aide de marqueurs moléculaire de type SRAP. Cette étude a montré la distinction des géotypes en plusieurs groupes génétiques différents, ce qui suggère la présence d'une structuration phylogénétique évidente et de pools génétiques distants. Cependant, cette répartition ne met pas de distinction par rapport aux origines géogra-

phiques des géotypes, ce qui indiquerait un échange de pollen et de matériel génétique entre les différentes populations.

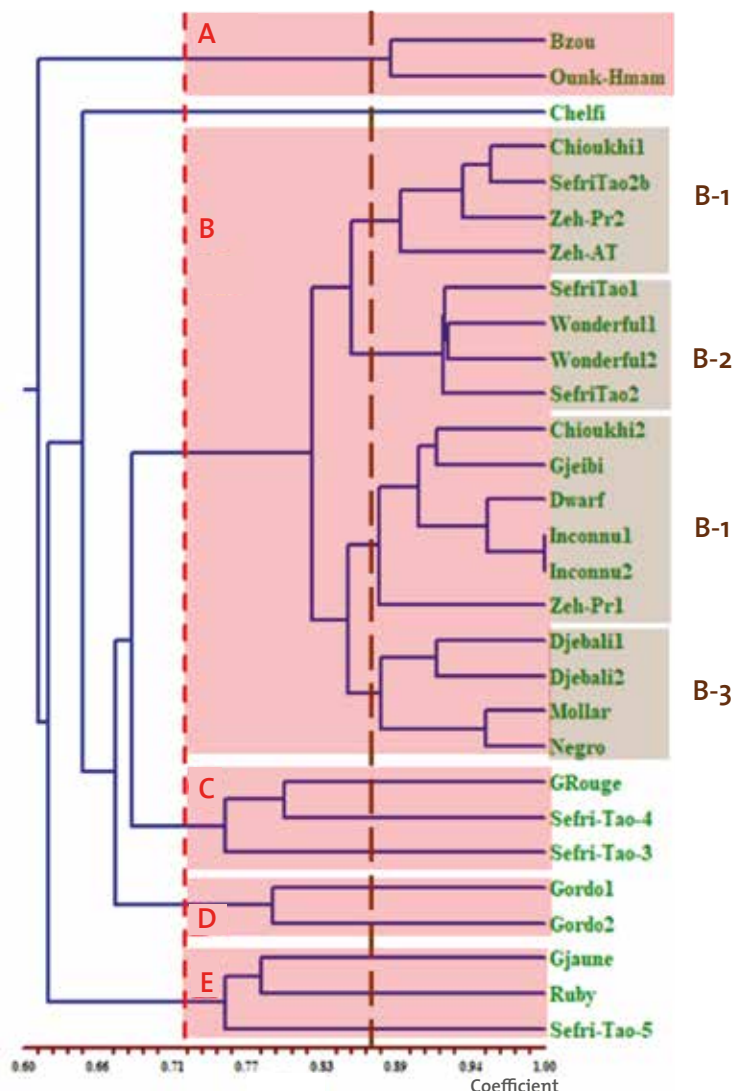


Fig. 32 : Arbre phylogénétique des géotypes du grenadier étudiés basé sur la méthode UPGMA et le calcul des distances.

Amandier

Quatre variétés d'amandier auto-fertiles ont été présentées au catalogue officiel en 2022, il s'agit de Taj, Itri, Nour et Joud. Ces variétés ont des caractéristiques agronomiques et technologiques forts intéressantes. Leur maturité est identique à celle de Marcona, mais à floraison relativement tardive pour Taj et Nour, et très tardive pour Joud et tardive pour Itri. Le rendement réalisé par rapport au témoin Marcona (qui a enregistré 4,5 kg/arbre) est de 4,7 kg/arbre pour Taj, 7 kg/arbre pour Nour (très productif), 5 kg/arbre pour Joud et 4,5 kg/arbre pour Itri.

Caroubier

Afin d'optimiser le protocole de greffage du caroubier, une recherche s'est intéressée à l'évaluation du taux de réussite de greffage en fente terminale de 12 géotypes de caroubier en conditions contrôlées sous ombrière. Le matériel végétal utilisé est constitué de porte-greffe issu de semis de graines des caroubes en 2021 dont le diamètre de la tige varie entre 0,6 et 0,9 cm et de greffons prélevés à l'aide d'un sécateur sur des caroubiers femelles adultes, de jeunes rameaux d'un an, dépourvus des feuilles, et dont le rameau est coupé en morceaux de 4 à 5 cm, qui portent 2 à 3 bourgeons dormants.

L'effet du géotype du greffage du caroubier en fente terminale a été démontré. Le taux de réussite le plus élevé observé est de 81,25%, tandis que le plus faible est de 19,35%. Néanmoins, la mise au point de cette technique nous ramène à intégrer d'autres facteurs : caractéristiques du porte-greffe, températures et humidité de l'air, période de greffage, etc.

en fonction des données climatiques de l'année s'avère une étape importante pour le contrôler. Un travail de recherche, basé sur l'utilisation des pièges sexuels, a été mené à cet effet, dans deux domaines expérimentaux de l'INRA (Laanocour et Ain Taoujdate). Chaque génération délimitée a été quantifiée en degrés-jours (DJ). Au niveau des deux sites et pour la même année, le voltinisme du carpocapse s'est présenté différemment. En effet, dans le domaine expérimental de Laanocour, les résultats ont montré l'accomplissement de trois générations complètes avec un cumul de 545, 580 et 512 degrés jours (DJ) respectivement, alors qu'au domaine expérimental d'Ain Taoujdate, quatre générations complètes ont été dénombrées avec un cumul de 667, 460, 680, 536 degrés jours (DJ) chacune, ce qui montre que l'élévation des températures permet au carpocapse d'enchaîner rapidement les générations.

D'autres investigations qui ont porté sur le screening de deux collections de pommier ont précisé que les différentes variétés n'ont pas été attaquées de la même façon et que la date de maturité a eu un impact significatif sur l'intensité des dégâts. En effet, en juin, les variétés précoces ont pu esquiver la population massive du carpocapse dont les attaques sur pommes n'ont été perceptibles qu'en juillet correspondant à la maturité des dites variétés, et en août, les attaques des variétés semi-précoces et tardives ont été positivement corrélées à la fermeté des pommes. Ceci pourrait être expliqué par le fait que le carpocapse cherche des pommes fermes pour y effectuer et continuer son cycle. Et c'est l'une des facultés adaptatives remarquables chez le carpocapse des pommes et des poires.

Un nouveau phage de biocontrôle contre le feu bactérien

Pour développer la lutte biologique contre la maladie du feu bactérien basée sur l'utilisation des bactériophages, une recherche s'est intéressée à l'isolement d'un nouveau phage (Erwinia phage IT22) à partir de l'eau usée. Des tests *in planta* ont été opérés pour la première fois sur l'effet antagoniste de ce phage (EP-IT22). Des résultats encourageants ont mis en évidence l'activité bactériolytique de ce nouveau phage sur le feu bactérien.



Fig. 33 : Prélèvement de boutures (Mars 2022) (a); Fente terminale de greffage (b); Plant greffé (c); Plants acclimatés (d).

Protection des vergers arboricoles

Lutte contre le carpocapse des pommes

Pour la mise en place d'un schéma de lutte anticarpocapse efficace, l'implémentation d'une base de données précisant l'évolution de ce ravageur d'une année à l'autre et montrant son voltinisme

Dynamique des populations de la pyrale *Ectomyelois ceratoniae* en vergers de grenadier

Pour suivre la dynamique des populations adultes de la pyrale *E. ceratoniae* en vergers de grenadier conduits en mode de production biologique (Sefri et 4 variétés étrangères) au niveau du périmètre de Tadla, un réseau de pièges à glu du type 'Delta' a été installé sur les arbres au niveau de chaque parcelle de 2 à 3 ha du même cultivar. Les données obtenues ont permis de préciser le nombre de quatre générations qui se chevauchent. Les deux dernières générations sont celles qui causent le plus de dégâts sur les variétés de grenadier étant donné qu'elles attaquent les grenades en phase de maturation, alors que la quatrième génération passe l'hiver sous forme de larves sur les fruits restants et termine son développement au printemps suivant ; d'où le rôle de certaines pratiques culturales telles que la destruction des fruits momifiés vers la fin de la campagne dans la gestion de ce ravageur.

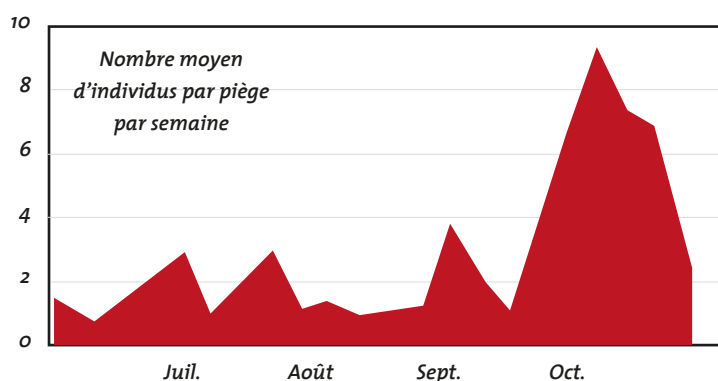


Fig. 34 : Evolution de la population imaginaire de la pyrale des caroubes *E. ceratoniae* sur grenadier dans le Tadla durant la campagne 2021

Identification de la cigale responsable de l'invasion des vergers d'amandier dans le sud-ouest du Maroc

Suite aux dégâts causés sur de grandes superficies de jeunes plantations d'amandiers en 2021 par l'invasion de la cigale, des investigations ont été conduites dans les régions d'Essaouira, Chichaoua, Agadir et Taroudant qui ont connues de fortes infestations par cet insecte. Le suivi au laboratoire des échantillons de différents stades constitués tout au long de la période d'invasion, et l'examen des organes génitaux des mâles de

cette espèce très polyphage ont permis, d'une part, d'établir le cycle de vie de cet hémiptère, et d'autre part de déterminer l'espèce responsable de l'invasion. Ainsi, la morphologie externe des adultes et l'examen des genitalia mâles ont permis d'identifier pour la première fois *Psalmocharias plagifera* (Hemiptera, Cicadidae) comme l'espèce des cigales responsable de l'invasion.

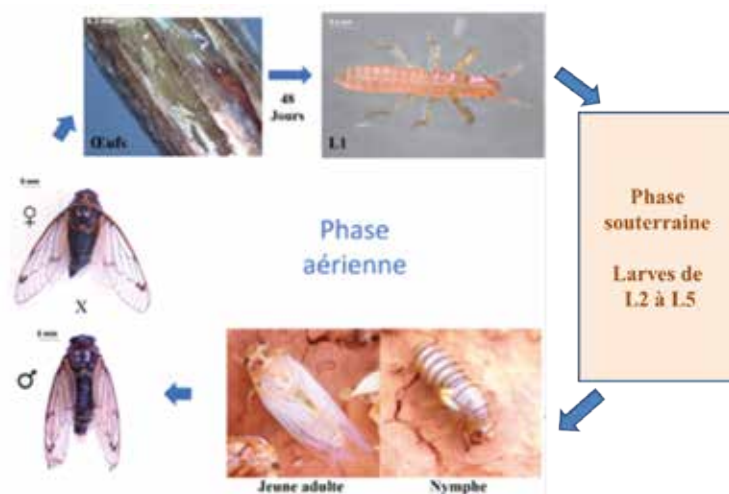


Fig. 35 : Phase aérienne du cycle de développement de *P. Plagifera*

Techniques culturales à la pépinière et au champ

Détermination des stades critiques de nutrition hydrominérale chez le figuier

La détermination des périodes critiques de croissance, d'absorption des éléments nutritifs et de biosynthèse des composés bioactifs dans le fruit est d'une grande importance pour le développement des stratégies déficitaires en irrigation et en fertilisation du figuier. En dehors de ces périodes critiques, la croissance des organes est généralement ralentie, laissant présager la possibilité d'application d'une irrigation déficitaire avec moins de fumure, sans compromettre la productivité et la croissance des arbres. Une étude s'est alors intéressée au suivi du développement du fruit sur un caprifuier, une variété bifère et une variété unifère. Les résultats préliminaires indiquent que le caprifuier peut résister au déficit hydrominéral en période fin printanière et estivale. Par contre, la variété de figuier bifère, la figue-fleur (bakor) et la figue d'automne, elles ont montré deux phases moins sensibles au déficit hydrique et/ou minéral, à

savoir du début avril à la mi-mai et à l'approche de la maturité de la figue d'automne (sur une semaine). Quant au figuier unifère, il a montré une phase de ralentissement de la croissance du fruit sur 4 semaines avant sa maturité, correspondant au mois de juillet.

Utilisation des biostimulants sur amandier dans la région d'Al Hoceima

Une étude a testé l'effet d'un biostimulant composé d'Acides aminés libres (80%), d'Azote (14%) et Bioflavonoïdes (2%), sur le taux de floraison, le pourcentage de nouaison et les chutes des fruits. Les résultats obtenus ont montré que le biostimulant n'a pas eu d'effet sur le taux de floraison quel que soit la période ou la dose d'application. Cependant, à la dose de 3 g/l, le biostimulant a augmenté de 34% le taux de nouaison, et a diminué de 12% les chutes des amandes.



Fig. 36 : Nouaison de l'amandier après traitement par le biostimulant

Valorisation des produits des filières fruitières

Effet de la caprification et la source de pollen sur la qualité des graines de la figue

Les figes produisent une quantité considérable de graines jaunâtres dont le nombre varie généralement de 30 à 1600 avec un poids moyen de 1,1 g par fruit. Ces graines constituent une source importante en bicomposés d'intérêt et contribuent significativement au goût et à la saveur du fruit. Pour fournir des éléments pouvant orienter le choix des caprifiugiers pour une meilleure qualité de la figue et de ses graines, les analyses menées suggèrent un effet significatif

de la pollinisation sur la charge en graines et le rendement en huile. De ce fait, la charge en graines est plus élevée dans les figes pollinisées que celles non pollinisées, avec une différence substantielle remarquée en fonction de la source de pollen (Fig. 37). La pollinisation a également augmenté le rendement en huile d'environ 20% en moyenne. Ainsi, les graines non fécondées présentent un rendement de 25,93%, alors que les graines ayant reçu le pollen du génotype Ouzidane donnent un rendement en huile de 32,6%, contre 31% pour celles pollinisées par le génotype Frond d'Oued N°4 (Fig. 37).

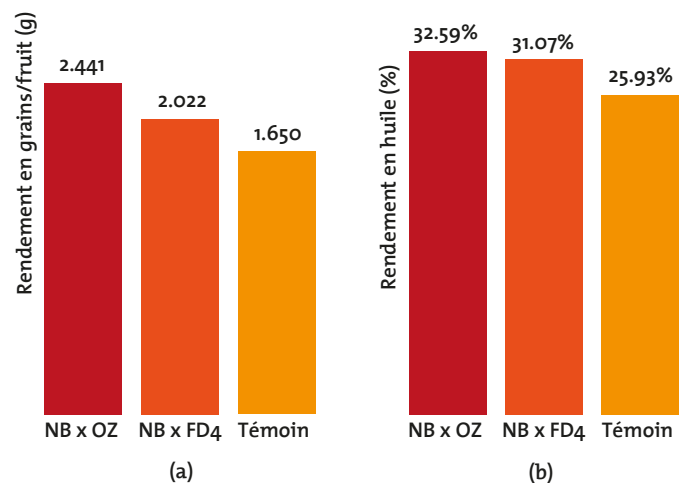


Fig. 37 : Charge en graines (a) et rendement en huile figes pollinisées, non pollinisées et par source de pollen
NB : Variété Nabout ; OZ : Caprifiugier Ouzidane ; FD4 : Caprifiugier Frond d'Oued N°4

Mise en exergue de la typicité et de la qualité des huiles d'amande de l'Oriental

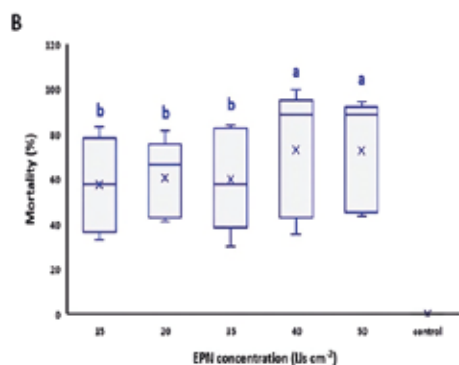
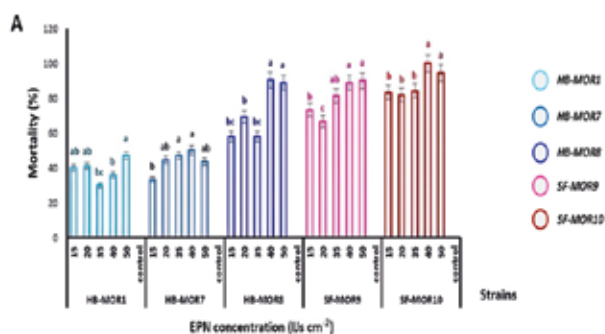
Le travail de recherche en cours propose d'établir un protocole d'optimisation du procédé d'extraction de l'huile d'amande de la région de l'Oriental et la caractérisation du profil qualitatif de l'huile extraite. Ainsi, quatre types d'extraction d'huile d'amande à quatre différentes températures ont été effectués sur la variété d'amande Ferragnès. Les résultats ont montré que l'augmentation de la température jusqu'à 180°C n'affecte pas significativement l'acidité de l'huile et la composition en acides gras. L'acide oléique est l'acide gras majoritaire au niveau des huiles d'amandes obtenues. L'extraction à 180°C présente la plus faible teneur en acide oléique suivie de l'extraction à 150°C, à 120°C. L'extraction à 80°C présente la teneur la plus élevée en acide oléique.

Maraîchage et petits fruits rouges

Défense des cultures maraîchères et des petits fruits rouges

Des nématodes entomopathogènes pour lutter contre la mineuse des feuilles de la tomate

Les nématodes entomopathogènes sont des agents potentiels de lutte biologique qui ont montré des effets antagonistes prometteurs contre de nombreux insectes ravageurs. La virulence et la pathogénicité de cinq souches isolées de différents champs au Maroc ont été évaluées par rapport au stade larvaire de *T. absoluta*. Ainsi, les souches *Steinernema feltiae* (SF-MOR9 et SF-MOR10) ont causé des taux de mortalité significativement plus élevés après 72h par rapport aux souches *Heterorhabditis*. Les bio-essais foliaires ont vérifié la capacité de CE nématodes entomopathogènes à infecter les larves de *T. absoluta* à l'intérieur des feuilles de la tomate. Les souches de *S. feltiae* (SF-MOR 9 et SF-MOR10) et *H. bacteriophora* (HB-MOR8) ont causé le taux de mortalité larvaire le plus élevé (80-100%) avec les concentrations de 40 et 50 IJs cm⁻² (Fig. 2).



Potentiel nématocide de champignons nématophages contre les nématodes à galles,

Avec la suppression de plusieurs nématocides, tous les moyens déployés pour contrôler les nématodes à galles n'ont pas donné satisfaction. C'est dans cette perspective que les recherches s'orientent vers la lutte biologique en utilisant des organismes antagonistes et/ou parasites de ses nématodes. Ainsi, 53 champs de la région du Souss-Massa ont été échantillonnés sur la rhizosphère de 7 différentes cultures maraîchères. L'identification des 38 champignons isolés de la rhizosphère des plants infectés par les nématodes à galles a été réalisée essentiellement au niveau du genre : *Trichoderma spp.*, *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Lecanicillium spp.* et *Paraconiothyrium spp.*. En effet, pour le contrôle de *Meloidogyne javanica*, trois souches fongiques (*Paraconiothyrium cyclothyrioides*, *Aspergillus oryzae* et *Lecanicillium psalliotae*), isolées à partir des nématodes phytoparasites ont été évaluées *in vitro* et *in vivo* contre les œufs et les larves de deuxième stade de *M. javanica*. Les résultats ont précisé que *P. cyclothyrioides*, *A. oryzae* et *L. psalliotae* en tant que champignons antagonistes se sont avérés efficaces et que *B. oryzae* était très efficace et a permis une réduction importante des J2 et des œufs éclos de *M. javanica*.

Evaluation de la pathogénicité des isolats de la pourriture grise du fraisier

L'objectif du présent travail est de mettre en évidence le pouvoir pathogène des isolats de *Botrytis sp* sur le fraisier. La pathogénicité de 50 isolats collectés de la région du Gharb et du Nord du Maroc a été évaluée sur les feuilles détachées du fraisier. Ainsi, les données obtenues ont précisé que l'agressivité des isolats au sein de la population de *Botrytis spp* étudiée a varié du très virulent, virulent jusqu'à avirulent (Fig. 39).

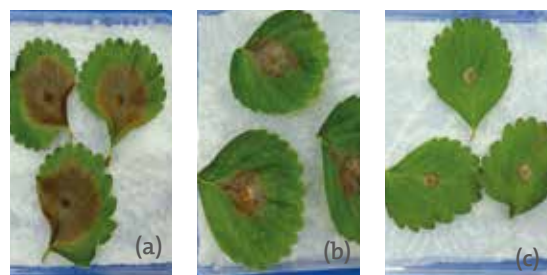


Fig. 39 : Les lésions causées par les différents types des isolats après 3 jours d'incubations : très virulent (a) ; virulent (b) et avirulent (c).

Etablissement d'une base de données sur la mouche des petits fruits rouges

La recherche de méthodes de lutte alternatives contre la mouche des fruits rouges a conduit à la collecte des informations bioécologiques. Les résultats préliminaires sur la dynamique de population des espèces de drosophiles ont permis l'identification de trois espèces présentes dans le verger étudié avec alternance des pics entre *D. suzukii* et les 2 autres espèces (*D. melanogaster* et *D. simulans*) qui préfèrent de s'installer avant les autres espèces afin éviter la compétition des ressources. Trois pics ont été enregistrés pour *D. suzukii*, ce qui coïncide quelques jours avant les degrés-jours théoriques enregistrés pour cette espèce ; alors que trois et quatre pics ont été observés pour *D. melanogaster* et *D. simulans*, respectivement (Fig. 40). D'autres investigations sont en cours pour recouper toutes les données recueillies du terrain et pouvoir simuler un modèle de prédiction des populations des adultes de *D. suzukii* en temps réel en utilisant les D-J de cet insecte.

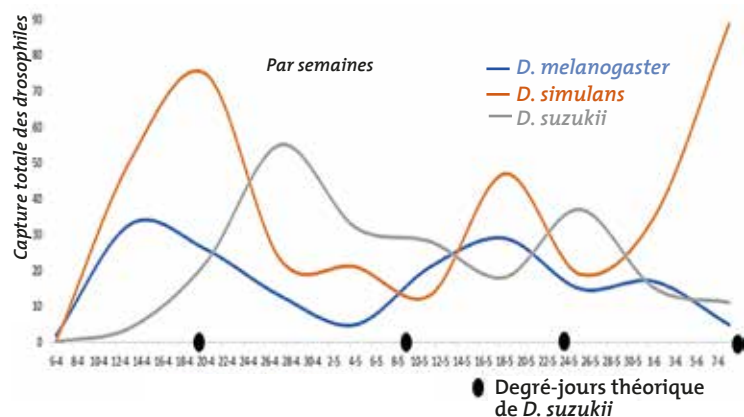


Fig. 40 : Dynamique de population des espèces de drosophiles étudiées

Techniques de production des maraichages et fruits rouges

Fertilisation azotée de la pomme de terre et de l'oignon

Dans le cadre des efforts de développement des cultures maraichères au Maroc, une étude s'est intéressée à l'amélioration des rendements à travers l'optimisation des apports azotés. En effet, ses apports sont assujettis aux pertes soit par lessivage, en conditions de disponibilité hydrique (pluie ou irrigation), ou par volatilisation, en conditions d'élévation des températures.

Une étude a ainsi évalué la réponse de la pomme de terre et de l'oignon à l'apport de doses croissantes d'azote. Les résultats obtenus ont montré que de bons rendements ont été obtenus avec la dose de 225 kg/ha d'azote pour la pomme de terre cv. Désirée (Rendement de 20 T/ha), et la dose 135 kg/ha d'azote pour l'oignon rouge (Rendement de 100 T/ha).

Un nouveau substrat pour la tomate à base de fibre de Noix de Coco réutilisée

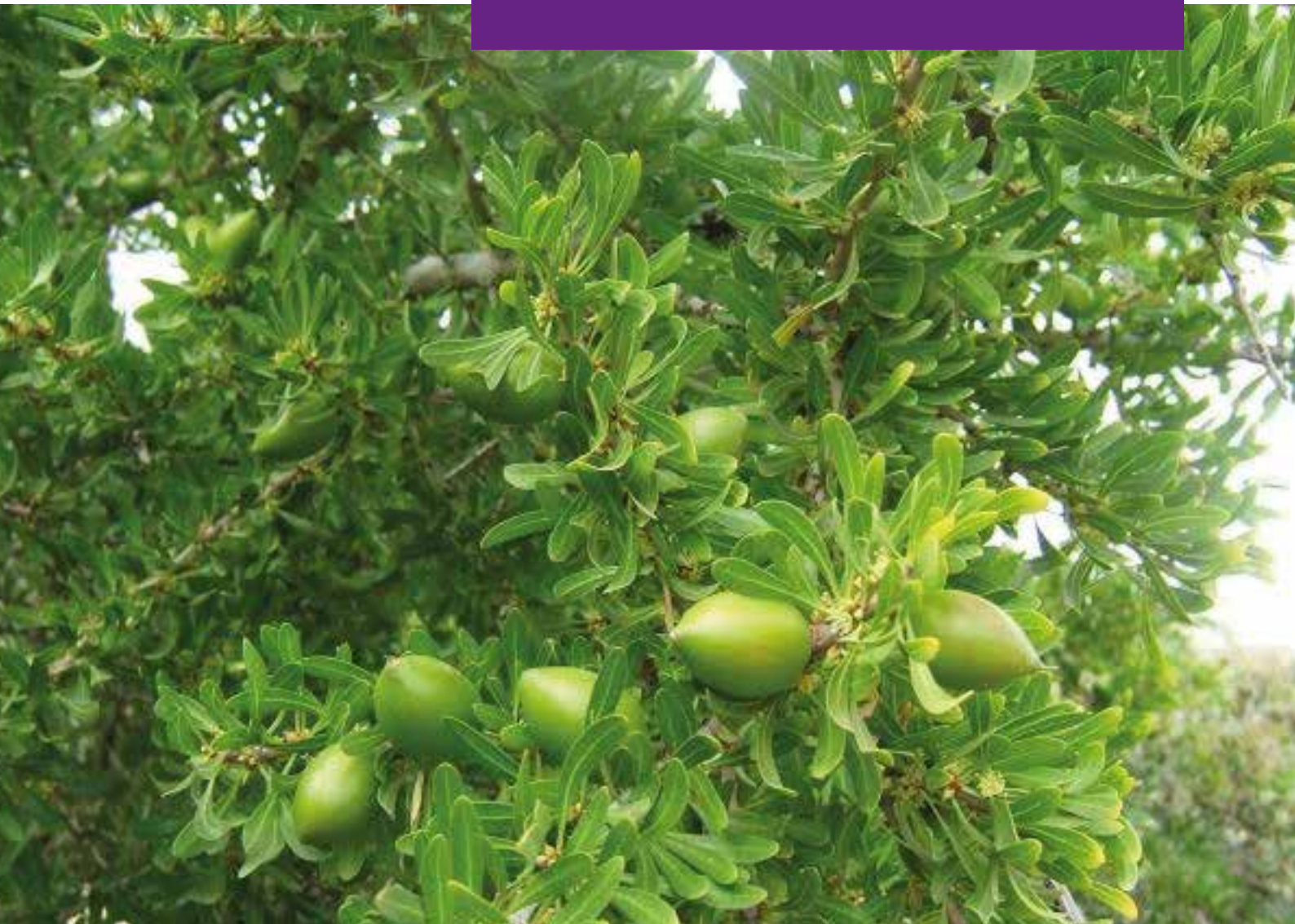
L'utilisation de substrats recyclés nécessite une meilleure connaissance de son impact sur la culture de point de vue production et risque phytosanitaire. Une étude s'est intéressée à tester la fibre de noix de coco réutilisée sur les paramètres de croissance et de rendement de la tomate. Les résultats obtenus ont montré qu'un substrat constitué de fibres de noix de coco réutilisée, de perlite et de tourbe (S1) s'est avéré meilleur avec une bonne rétention d'eau (Humidité de 68,22%), un taux de drainage satisfaisant de 21%, une faible compaction (faible densité apparente de 0,16 g/cm³), un pH convenable de 6,17, et ne présentant aucun risque de contamination avec la bactérie *Clavibacter*. En mode de plein champ, ce substrat a engendré une augmentation de la hauteur de la tomate de 35%, avec des rendements et degrés brix relativement supérieurs.

Isolement et caractérisation des bactéries PGPR du fraisier

Dans un souci de durabilité, la réduction significative des intrants agricoles est devenue un grand défi de nos jours. Une étude s'est alors intéressée aux rhizobactéries promotrices de la croissance des plantes (PGPR) pour utilisation en tant que biofertilisants. Un total de 75 isolats bactériens de la rhizosphère de la fraise, ont été ainsi testés pour leur capacité (i) de solubiliser le phosphore inorganique, (ii) de produire de l'acide cyanhydrique (HCN) et (iii) de produire de l'Acide Indole Acétique (AIA).

Les résultats obtenus ont permis d'identifier trois isolats performants (1TM3, 22RF2 et 21RC2) ayant la capacité de solubiliser le phosphate à des taux variable, de produire aussi de l'AIA et du HCN. Ces isolats sont extrêmement prometteurs pour leur utilisation en tant que biostimulants en culture du fraisier.

Consolidation des filères émergentes



Arganier

Génétique de l'arganier

Sept nouvelles variétés d'arganier viennent d'être inscrites en 2022. Ces variétés nommées **GHALLATE, NAAMA, HAMOUCH, KHAYR, MAZHAR, ZAKIA** et **AWTHEM** sont dotées d'une stabilité importante au niveau des traits liés à la production en fruits, rendement en huile et sa qualité physico-chimique et notamment au niveau de la phénologie.

Par ailleurs, la caractérisation de la variabilité agro-morphologique et génétique au sein d'une collection représentée par 142 génotypes conservés au Domaine Expérimental Melk-Zhar à Agadir a continué cette année pour constituer la base du programme de sélection pour l'arganiculture.

En biotechnologie, une recherche s'est intéressée à l'identification et la caractérisation des gènes de tolérance aux stress hydrique et salin chez *Argania spinosa* L., in silico via l'approche bio-informatique. Ainsi, quatre gènes codant pour des protéines anti porteurs NHX sur la base de la nomenclature proposée dans la classification des gènes d'autres plantes, ont été identifiés. Ces gènes prédits ont été distribués sur quatre scaffolds du génome de l'arganier. 23 gènes d'aquaporines non-redondants, nommés AsAQP (*Argania spinosa* L. AQP), sont repérés et caractérisés. Pour étudier la structuration de la famille AsAQP, un arbre phylogénétique a été construit à partir de la totalité des 112 séquences AQPs réparties entre trois espèces. Les protéines d'AQPs prédits chez l'arganier facilitent le transport des molécules d'eau et d'autres solutés.

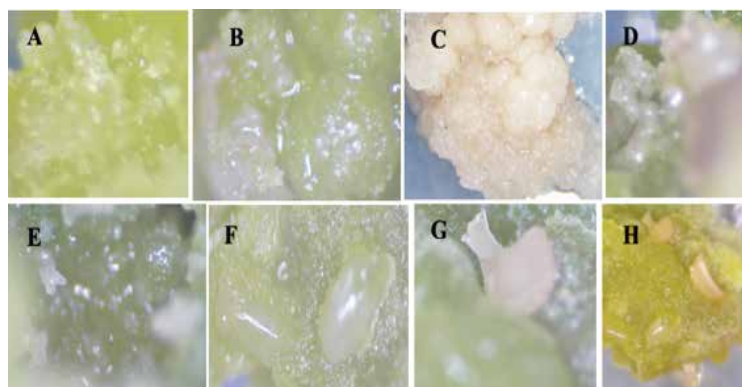
Les résultats ont permis la conception des amorces spécifiques à l'arganier : 9 paires amorces AQPs et identification de gènes de ménages.

Multiplication de l'arganier

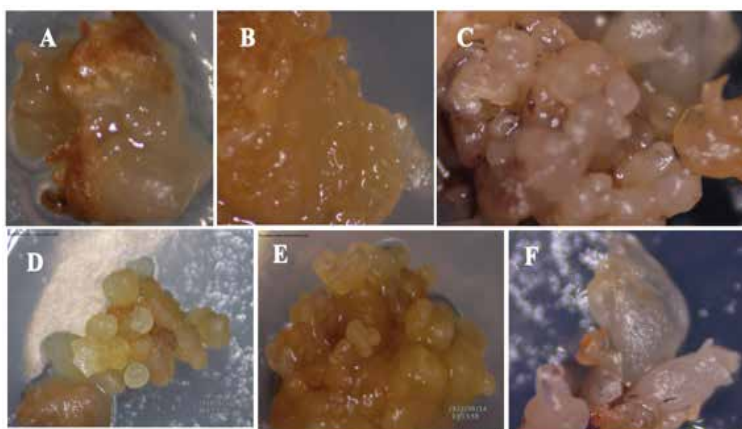
Embryogénèse somatique de l'arganier

L'embryogénèse somatique ou l'organogénèse sont des voies prometteuses à explorer et exploiter pour une multiplication rapide, efficace et conforme de matériel adulte. Ainsi, on a recherché à optimiser un protocole de multiplication de trois types d'explants : embryons matures,

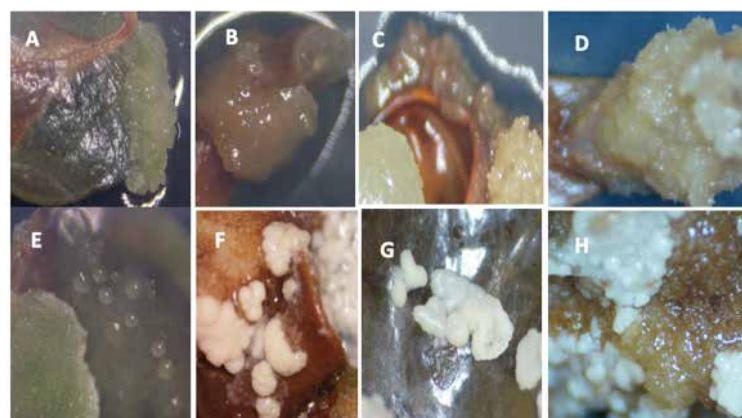
cotylédons matures et feuilles prélevées sur les arbres adultes. Les cals embryogènes ont été induits chez tous les explants testés avec l'apparition et le développement des embryons somatiques (Fig. 41). 18% des feuilles d'arbres adultes ont développé des cals dont 80% sont embryogènes. Dans quelques feuilles, et sur un seul milieu, les feuilles ont développé des protubérances qui ont été transformées directement en structures embryonnaires ou embryons.



À partir des cotylédons



À partir des embryons matures



À partir des feuilles

Fig. 41 : Formation des cals embryogènes et des embryons

Substrat et conteneur approprié pour les plants d'arganier en pépinière

La multiplication par semis est le moyen le plus recommandé pour conserver et renforcer la biodiversité et la résilience des arganeraies marocaines. Cette multiplication repose sur certains éléments fondamentaux, dont l'utilisation des substrats adéquats ayant des propriétés physico-chimiques favorables à la croissance et le choix des types de conteneurs appropriés au développement racinaire des plants produits. Une étude s'est intéressée à tester quatre types de conteneurs de différentes dimensions et six types de substrats (à base du terreau de l'arganier, la tourbe noire, la perlite, la tourbe blonde, du compost et du biochar) à différentes combinaisons et à différentes proportions. Les résultats obtenus confirment que les normes de qualité recherchées dans les plants d'arganier, aussi bien pour les parties aériennes que souterraines, ont été atteints. Ces résultats prometteurs sont en cours de confirmation en vue d'aboutir à un standard de production, garantissant le succès de l'acclimatation et la transplantation des jeunes plants en verger.

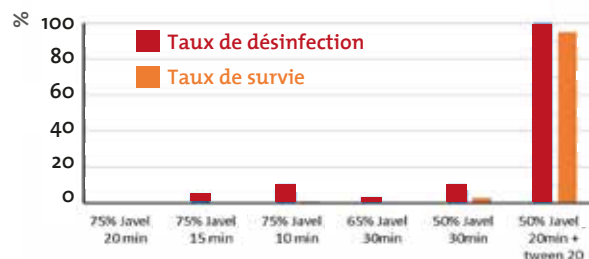
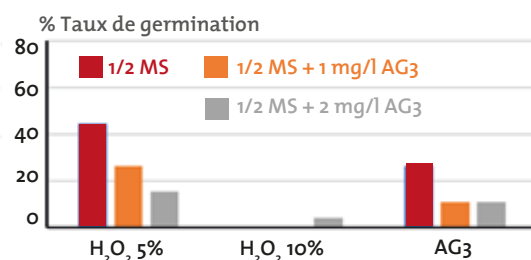


Fig. 42 : Taux de germination (a) et de désinfection (b) par traitement d'*Opuntia dillenii*



Fig. 43 : Croissance et développement des pousses *in vitro* par écotype

Cactus

Multiplication *in vitro* du cactus

Bien que la propagation végétative traditionnelle ait été tentée, la lente croissance et développement du cactus et le problème d'infestation des plantations par la cochenille, représentent de sérieux problèmes. Ainsi, une recherche s'est intéressée à développer un protocole efficace pour la propagation des cultivars marocains. Les résultats montrent, après différents traitements de scarification, que le pourcentage de germination *in vitro* le plus élevé est obtenu pour la variété *Opuntia dillenii* sur le milieu après traitement avec 5% d'eau oxygénée (H₂O₂) à 45% pendant 24h. Néanmoins, pour la désinfection des cladodes, le traitement à l'eau de javel (50%) pendant 20 min avec tween 20 a montré son efficacité sur la désinfection totale des explants et un taux de survie des explants de 95%.

Gestion intégrée de la cochenille de cactus

Dans le cadre de la lutte contre la cochenille, un examen approfondi a été mené à l'insectarium-Zemamra sur le potentiel de parasitisme de neuf espèces d'hyménoptères appartenant à cinq familles parasitoïdes associés à *P. solenopsis* et *P. peruvianus*. Les résultats ont montré que les neuf parasitoïdes n'ont pas préféré *D. opuntiae* comme cochenille hôte. Toutefois, ces espèces de parasitoïdes se comportaient comme des parasitoïdes solitaires lorsqu'elles parasitaient à la fois les nymphes et les adultes de *P. solenopsis* et *P. peruvianus*. De même que dans les conditions de terrain, *A. mymaridis* s'est avéré pratiquement adapté au programme de lutte biologique contre *P. solenopsis* car il a montré un niveau de parasitisme plus élevé, mais son sex-ratio était plus proche de celui des autres parasitoïdes.

Pour l'étude sur la bioécologie, l'effet de la température sur les paramètres du cycle de vie de *D. opuntiae* a été évalué dans deux localités. Les données recueillies ont précisé que les températures comprises entre 26° et 32°C étaient appropriées pour la survie, le développement et la reproduction de la cochenille. Ainsi, la durée totale de développement des femelles a varié de 94,23 à 43,55 j respectivement à 20° et à 40 °C, et la durée moyenne du développement des mâles (de l'œuf à la mort) a varié de 26,97 à 50,75 j respectivement à 32° et à 20 °C. Également cette étude a montré que la probabilité qu'un œuf nouvellement pondu survive jusqu'au stade adulte était plus élevée à 26° et 32°C (44-60% respectivement), mais aussi que les femelles de *D. opuntiae* avaient besoin d'une constante thermique plus élevée (814,21 degrés jours) que les mâles (463,30 degrés jours) pour atteindre le stade adulte mature. Par ailleurs, et d'après la table de survie âge-stade -deux-sexes, la valeur la plus élevée du taux intrinsèque d'accroissement naturel (r_m) a été enregistrée à 32°C.

Caractéristiques des cladodes du cactus *Opuntia stricta*

La caractérisation des cladodes d'*Opuntia stricta* de 1 à 4 ans, ont montré une réduction de la couleur verte au profit de la couleur jaune et une diminution de la luminosité. En outre, la valeur nutritionnelle des cladodes est comparable à une large gamme de légumes, notamment en ce qui concerne les teneurs en Ca, K, bêtaïnes, polyphénols totaux et vitamine C. En ce qui concerne l'activité antioxydante, la plus faible concentration inhibitrice (IC50) a été enregistrée pour les cladodes les plus âgés.



Fig. 44 : *Opuntia stricta*

D'une manière générale, cette caractérisation physicochimique et biochimique des cladodes d'*Opuntia stricta*, a mis en évidence le potentiel nutritionnel et fonctionnel de ces cladodes comme bonne source des éléments nutritifs et antioxydants naturels. Ces cladodes présentent par conséquent, une grande importance pour leur valorisation, notamment dans les industries agro-alimentaires et pharmaceutiques.

Plantes aromatiques et médicinales

Diversité génétique du câprier

L'analyse de la diversité génétique des populations prélevées dans la région de Fès (populations spontanées) et Safi (en culture) a montré un polymorphisme élevé. Au moins 3 espèces ont été identifiées : *C. sicula* qui domine à Fès et les espèces *C. atlantica* (endémique au Maroc) et *C. zoharyi* répandues dans la zone de Safi. L'espèce totalement inerme *C. orientalis*, n'a pas été repérée. La caractérisation phénotypique reste malheureusement influencée par l'effet de l'environnement, et donc le recours à des analyses moléculaires est nécessaire pour offrir plus de précision sur la diversité génétique.



Fig. 45 : Variabilité au niveau de la forme des feuilles, forme et couleur de la plante de Fès (a) et de Safi (b)

Consolidation des filières animales



Génétique et reproduction

Exploration des connaissances locales sur le dromadaire dans le Sud

Avec un effectif de 180 à 200 mille têtes, le dromadaire joue plusieurs rôles, socio-économique, environnemental et culturel, surtout dans les provinces du Sud. La présente étude a visé l'exploration des connaissances locales sur les dromadaires dans le sud pour guider de futures recherches à l'INRA. Cette étude a révélé une diversité phénotypique en termes de races portée par trois populations pastorales - Marmouri, Guerzeni et Khouari. Bien que tous les éleveurs ne soient pas d'accord sur la population Khouari (Possible qu'elle soit issue de croisements entre les Marmouri et Guerzeni). La race Marmouri est connue pour sa forte production de lait, tandis que la race Guerzeni est appréciée pour sa peau dure et résistante. La couleur de pelage la plus préférée est Safra-Chaâla, tandis que la moins désirable est Zargua. Les pratiques de l'élevage restent traditionnelles comme le montre la figure 46 et le système extensif est le plus présent.



Fig. 46 : Quelques pratiques d'élevage traditionnel (a) Stimulation par le chamelon avant la traite (b) Mise en place de Chmal pour empêcher les chamelons à tétés leurs mères

Conservation de la semence et insémination chez les petits ruminants

En **Cryoconservation**, la supplémentation des dilueurs en antioxydants est une solution prometteuse pour prévenir le stress oxydatif et la contamination bactérienne durant le processus

de conservation, et prolonger ainsi la durée de vie des spermatozoïdes. Une étude portant sur les antioxydants naturels s'est intéressée à l'évaluation de l'effet de différentes concentrations de l'huile essentielle d'*Origanum majorana* et des antibiotiques sur la qualité du sperme de bouc Beni Arouss après décongélation. Les résultats obtenus ont montré un effet pratique et bénéfique dans la cryoconservation du sperme de bouc Beni Arouss en utilisant un dilueur à base de lait écrémé contenant une combinaison de streptomycine, pénicilline et d'huile essentielle d'*Origanum majorana* à 0,02%. Au-delà de ce taux, l'huile essentielle d'*Origanum majorana* semble être toxique et spermicide.

Pour développer un paquet technologique en **insémination artificielle** des brebis, les effets d'un dilueur commercial « Duragen® » utilisé comme alternative au lait écrémé ultrathermique (SM) à 15°C sur la semence de bélier Sardi et l'efficacité de ce dilueur sur le taux de fertilité chez la brebis Sardi ont été étudiés. Les résultats ont montré que les paramètres de qualité de sperme (motilité totale et progressive, viabilité) n'ont aucune différence quand les deux dilueurs sont utilisés (Fig. 47). Cependant, les résultats d'insémination ont montré une légère supériorité de la fertilité chez les brebis inséminées par de la semence diluée par le lait écrémé (73%) vs. Duragen® (66%) mais sans qu'il y ait une différence significative. Il est donc possible de substituer le lait écrémé par Duragen® qui est disponible en poudre (5 g) facilement transportable.

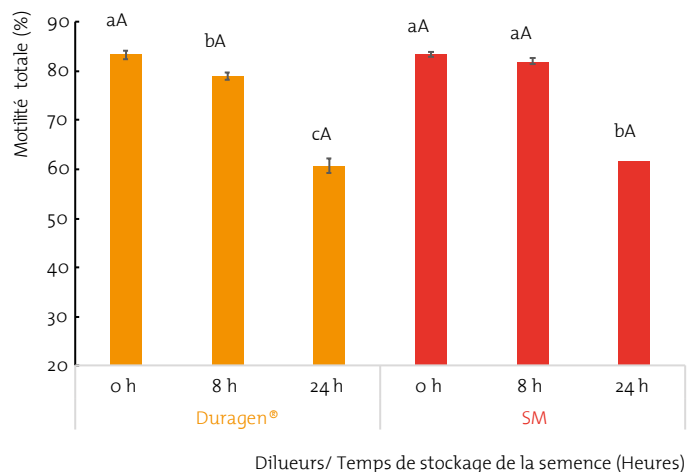


Fig. 47 : Comparaison de la motilité totale dans le Duragen® et le lait écrémé

Diversification fourragère et qualité

Valeur alimentaire des sous-produits de betterave à sucre

La recherche des ressources alimentaires alternatives est une solution pour diminuer le coût de production sans affecter la productivité. Les éleveurs du Sud de la Chaouia font recours à quatre nouveaux sous-produits de betterave sucrière qui sont utilisés dans l'alimentation des animaux en période de soudure et de sécheresse à savoir : cossettes humides en vrac, cossettes humide ensilées, cossettes humides desséchées et les fanes qui restent sur les champs après la récolte des collets de betterave et qui sont constituées de feuilles et de collets de betterave. C'est dans ce cadre qu'une étude s'est intéressée à la caractérisation des cossettes à l'état humides, ensilées ou desséchées ainsi que les fanes pour une utilisation rationnelle dans l'alimentation des ovins (Fig. 48).

Les résultats ont montré que la teneur en matière sèche (MS) des cossettes humides est très faible (12%). C'est donc un aliment rapidement altérable par les facteurs extérieurs (air, eau, bactéries, moisissures, etc.) et donc périssable si certaines conditions ne sont pas respectées pour assurer sa conservation. La teneur en matière sèche des cossettes ensilées est aussi faible (21%) par rapport à la teneur en MS nécessaire pour réussir l'ensilage (30%). Par ailleurs, les trois formes de cossettes de betterave sont pauvres en protéines (5,32 %MS) et seules les feuilles et collets de betterave (FCB) sont assez riches en protéines (13,15 %MS) (Fig. 48) et en minéraux 22,65% MS. Les résultats ont également montré que les trois formes de cossettes de betterave sont riches en constituants pariétaux peu lignifiés et globalement les quatre produits ont une digestibilité de la matière organique moyenne à élevée (72,34 et 84,37%).

Incorporation du *Sulla* dans l'alimentation des chèvres au Nord du Maroc

Le *Sulla flexuosa* est une légumineuse annuelle marginale largement répandue dans les pâturages du Nord. Les espèces appartenant à son genre sont connues par un taux élevé en protéines et en tannins qui peuvent influencer la qualité des produits animaux, notamment la composition chimique et le profil en acides gras. Une recherche s'est intéressée aux effets de *Sulla flexuosa* sur le profil en acides gras du lait de chèvre. Les résultats obtenus ont montré que l'incorporation de 70% de *Sulla flexuosa* n'avait eu aucun effet ni sur la production laitière ni sur le taux de matière grasse. Cependant, elle a augmenté les AG monoinsaturés et polyinsaturés, les AGMI/AGS (AG monoinsaturés/AG saturés), les AGI/AGS (AG insaturés), les AG ω_3 , les AG ω_9 , les acides gras $\Delta 9C_{14}$ et les $\Delta 9C_{18}$. En revanche, elle a diminué le rapport ω_6/ω_3 et l'indice thrombogène (IT). L'incorporation partielle de 35% de *Sulla flexuosa* a diminué les AGPI (AG polyinsaturés), ω_3 et l'indice d'athérogénécité (IA) alors qu'elle était intermédiaire pour les AGMI, AGMI/AGS, AGI/AGS, ω_9 , ω_6/ω_3 , $\Delta 9C_{14}$ et $\Delta 9C_{18}$. Nous concluons donc que le *Sulla flexuosa* est non seulement une alternative économique et écologique à la luzerne, mais qu'elle a des effets positifs sur le profil des acides gras du lait.

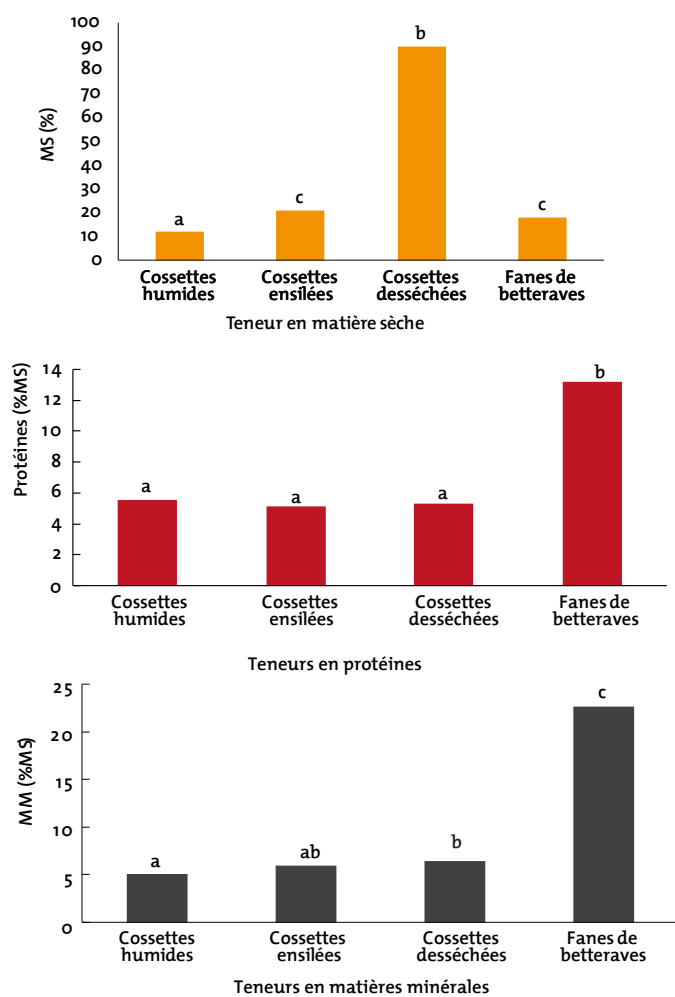


Fig. 48 : Teneurs en eau, protéines et matières minérales dans les cossettes humides et ensilées, cossettes desséchées et fanes de betteraves

Tab. 2 : Effet de Sulla sur la production et la qualité des acides gras du lait de chèvre

	Ration			P-value
	S70	S35	T	
Production lait. (g/j)	651,4	659,9	625,0	0,930
Matière grasse (%)	2,16	2,32	2,24	0,876
AGMI (%)	36,89 ^a	34,29 ^{ab}	29,72 ^b	0,035
AGPI (%)	8,26 ^a	5,55 ^b	5,83 ^b	0,002
AGMI/AGS	0,70 ^a	0,60 ^{ab}	0,52 ^b	0,003
AGI/AGS	0,86 ^a	0,76 ^{ab}	0,62 ^b	0,001
AGD (%)	52,46	47,05	47,35	0,516
ω3 (%)	3,92 ^a	2,38 ^b	1,86 ^b	<0,001
ω9 (%)	32,57 ^a	30,79 ^{ab}	26,04 ^b	0,025
IA	1,22	1,33	1,67	0,110
IT	1,17 ^b	1,40 ^b	1,79 ^a	<0,001
ω6/ω3	1,08 ^b	1,40 ^{ab}	2,11 ^a	0,005
Δ9C14	0,07 ^a	0,05 ^{ab}	0,04 ^b	0,006
Δ9C18	0,76 ^a	0,71 ^{ab}	0,67 ^b	0,004

S70 : 70% de foin de *Sulla flexuosa* ; S35 : 35% de foin de *Sulla flexuosa*
T : Foin de luzerne (45%) et la paille de blé (25%)

Valeur nutritive de l'alimentation d'engraissement des chevreaux d'embouche dans les élevages extensifs du Nord

La production de chevreaux engraisés dans la région de Chefchaouen connaît un faible poids à la vente comme conséquence de la non-maitrise de la conduite alimentaire lors de l'engraissement. D'où la nécessité de connaître la composition en éléments nutritifs des ressources fourragères indisponibles afin de pouvoir établir des rations alimentaires rationnelles en particulier les chevreaux de l'engrais. Les analyses de la composition chimique et de la valeur fourragère des ressources locales ont montré que les grains issus des fourrages protéagineux (féverole, orobe, vesce et son de blé) et graminéennes (orge, sorgho, maïs et avoine), adoptés dans l'engraissement des chevreaux présentent des valeurs nutritives intéressantes de point de vue digestibilité de la matière organique (dCo), composition protéique (PDI) et énergétique (UFV). Les herbacées pastorales de printemps ont enregistré des valeurs fourragères moyennes. Toutefois, les faibles poids à la vente enregistrés chez les chevreaux sont dus à la non-maitrise du choix des ingrédients utilisés et de leurs taux d'incorporation dans la ration alimentaire et aussi à l'utilisation des aliments composés pour engraissement souvent trop déficitaires en protéine (taux de protéine inférieur à 11%, et une teneur en PDI de 85 g/kg).

Qualité de la viande des chevreaux des parcs de Chefchaouen

Pour évaluer la teneur en graisse et en cholestérol du muscle *Longissimus dorsi* prélevé sur des carcasses de chevreaux des parcs de Chefchaouen, ainsi que sa composition en acides gras, 24 chevreaux élevés de manière extensive ont été abattus à l'âge de 6 mois. Les résultats de cette analyse ont été comparés à ceux de 10 chevreaux mâles élevés intensivement. Le système d'élevage a eu une influence significative sur le pourcentage de graisse, la teneur en cholestérol et la composition en acides gras. Les chevreaux élevés extensivement présentaient une teneur en graisse et en cholestérol inférieure à celle des chevreaux d'élevage intensif. Le système de production aussi a influencé de manière significative la composition en acides gras de la viande, montrant une faible teneur en acides gras saturés mais élevé en acides gras mono-insaturés et poly-insaturés, et un rapport n6/n3 acceptable de la viande des chevreaux du système de production extensif. Le rapport AGPI/AGS plus élevé dans la viande des chevreaux d'élevage extensif pourrait avoir une grande importance pour la nutrition humaine. Par conséquent, une qualité supérieure avec une faible teneur en matières grasses et en particulier des valeurs élevées en n6 et n3 tend à suggérer que la viande de cheveau de la région de Chefchaouen est une alternative valable à valorisable pour une labélisation en relation avec son environnement.

Tab. 3 : Groupement des acides gras et comparaison des moyennes avec celles d'élevage intensif

	MEE	MEI	Sign.
AGS	45,77±2,12	47,47±1,1	*
AGMI	37,37±2,48	43,80±1,56	***
AGPI	16,85±3,63	8,71±1,01	***
AGPI/AGS	0,37±0,09	0,18±0,02	***
AGI/AGS	1,19±0,1	1,10±0,07	*
C18+C18:1/C16	2,53±0,3	2,6±0,38	NS
AGD	73,84±2,93	70,52±2,23	*
n6	12,76±3,08	6,86±0,61	***
n3	3,32±0,54	1,85±0,6	***
n6/n3	3,84±0,68	4,1±0,52	NS

AGS : acide gras saturé, AGI : acide gras insaturé ; AGMI : acide gras monoinsaturé ; AGPI : acide gras polyinsaturé ; AGCC : acide gras à chaîne courte, AGCM : Acides gras à chaîne moyenne, AGCL : Acides gras à chaîne longue ; W3 : Omega 3, W6 : Omega 6 ; abcd : les valeurs dans la même ligne ayant différentes lettres, signifie qu'elles sont significativement différents, NS : valeur non significative (p>0.05) ; * : valeur significative (p<0.05) ; ** : valeur significative élevée (p<0.01) ; *** : valeur significative très élevée (p<0.001).

Transition vers des systèmes de production durables



Agroécologie

Qualité des eaux et des sols

Effet du compost sur la fertilité, la salinité des sols et les rendements

Le mode de conduite intensive des cultures maraichères aboutit généralement à la diminution des teneurs en matière organique des sols, provoquant ainsi une baisse de la productivité des cultures. L'utilisation de compost est une des pratiques permettant d'assurer une production maraichère durable, grâce à l'enrichissement engendré des sols en matière organique. Une recherche s'est alors intéressée à étudier le rôle que peut jouer le compost sur la croissance du Haricot vert conduit en pot sous conditions contrôlées d'une serre. Les résultats obtenus ont montré que l'apport de la quantité de 15 T/ha, d'un compost à base de déchets verts, de paille, de fumier d'ovin et engrais minéral NPK (14-28-14) + Sulfate de potassium (50%) a permis d'atteindre les valeurs maximales aussi bien en hauteur des plants du haricot vert (31,3 cm), qu'en teneur du substrat en P (67 ppm) et K (437 ppm). De tels résultats encourageants seront confirmés en milieu réel durant les campagnes suivantes.

Pour évaluer l'effet de l'apport de compost sur la fertilité des sols et la réhabilitation des sols salins au Maroc, un autre essai mené sur le haricot vert cultivé sur un sol sableux a montré que la combinaison de compost et d'engrais minéral a donné de meilleurs résultats en termes de hauteur de la plante que l'apport d'engrais organique seul. Les traitements ont également permis de neutraliser le pH du sol et d'améliorer les niveaux de phosphore assimilable et de potassium échangeable. Cependant, la combinaison du compost C1 avec l'engrais chimique a permis d'obtenir les niveaux les plus élevés de P et de K.

En ce qui concerne la valorisation des composts pour la réhabilitation des sols salins, les résultats ont montré que l'apport de 30 tonnes de compost C1 par hectare a significativement réduit la salinité des sols et augmenté le taux de matière organique.

Valorisation des boues biologiques par le compostage avec les déchets horticoles organiques

Pour assurer un développement durable, le Maroc s'est orienté entre autre vers la valorisation des déchets horticoles à travers leur transformation en amendement organique. Parallèlement, le Maroc connaît une production annuelle élevée des boues des stations d'épuration pouvant dépasser 3 millions de tonnes en 2025. Une étude s'est alors intéressée au compostage des déchets horticoles mélangés avec les boues biologiques de laiterie. Il en résulte qu'un compost (M1) à base de 20% de bois de taille des agrumes, de 30% de fumier bovin et de 50% de boues biologiques a présenté un rapport C/N de 15,1 et s'est avéré riche en éléments nutritifs nécessaires, avec des teneurs en N, P et K respectivement de 2,38 % ; 4,75 g/kg et 36,25 g/kg. Un tel compost a engendré un Indice de Germination de 81,52% (Fig. 49) montrant qu'il s'agit d'un compost non phytotoxique, pouvant être considéré conforme à la Norme Marocaine NM 12-7-150.

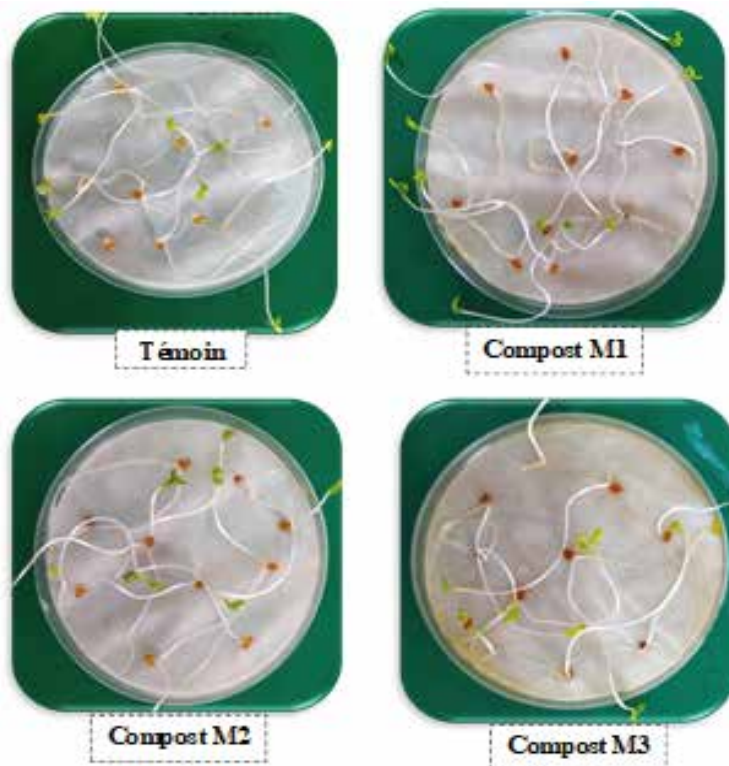


Fig. 49 : Test de germination au niveau de trois mélanges de composts

Suivi des oligo-éléments dans la Région du Gharb

Une étude menée dans la région de Sidi Allal Tazi a évalué la distribution spatiale des oligoéléments dans les sols sur une superficie de 25 000 hectares. Les résultats ont montré que 98% des sols étaient déficients en fer, tandis que le cuivre était présent sur 54% des sols dans la partie centrale de la zone d'étude et sur 46% des sols situés à l'ouest et au sud. Le manganèse était moyennement présent sur 97% des sols avec une moyenne de 8,7 ppm. Il est essentiel de souligner l'importance stratégique du suivi périodique de la distribution des oligoéléments dans les sols. En effet, ce suivi permettrait de détecter rapidement les anomalies, d'éviter les toxicités et les antagonismes possibles, et de garantir une meilleure gestion de la qualité des sols dans la région. Cette approche de suivi régulier est cruciale pour le développement durable de l'agriculture, en minimisant les risques de perturbations écologiques et en favorisant la croissance des cultures de manière optimale.

Importance de l'inoculation microbienne en culture intercalaire dans l'amélioration des propriétés du sol

La transition vers des pratiques culturales plus durables nécessite des études approfondies pour la compréhension des interactions entre les différentes composantes. Actuellement, les cultures intercalaires sont devenues l'une des pratiques les plus poursuivies pour améliorer le rendement et la qualité des cultures. Ainsi, une étude a visé de comprendre les effets bénéfiques des inoculants microbiens comme biofertilisants et le système de culture intercalaire légumineuses-céréales comme pratique agricole durable. Les résultats ont montré que la culture intercalaire et la co-inoculation des champignons mycorhiziens à arbuscules (AMF) et des rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR) pourraient améliorer le statut minéral du sol rhizosphérique. Cela pourrait être le résultat d'une part, d'une colonisation mycorhizienne accrue dans les systèmes de culture intercalaire, et d'autre part, le fait de la culture intercalaire qui favorise les populations de nombreux micro-organismes bénéfiques, notamment les bactéries *Rhizobium* et *Bradyrhizobium*, *Pseudomonas sp.*, les protéobactéries et les

cyanobactéries. La modification de la population microbienne augmente la disponibilité du carbone organique, de l'azote et du phosphore dans le sol.

Systèmes agricoles résilients

Effet de l'agriculture de conservation sur les propriétés du sol

L'étude menée dans le domaine expérimental Koudia (Témara) vise à étudier l'effet des pratiques culturales : Semis direct (SD), Semis réduit (SR) et semis conventionnel (SC) sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Les résultats montrent que le SD a enregistré la plus grande valeur pour les propriétés du sol (% de matière organique (MO) = 3,6%) et (Calcium actif (CA) = 631 mg/kg) par rapport au SC (%MO = 3,0%) et (CA = 470 mg/kg) avec un effet très hautement significatif ($P < 0.001$) sur une période de cinq ans. L'agriculture de conservation a également présenté des avantages significatifs en termes d'humidité du sol (32% en SD et 8% en SR) et d'activité biologique (37,1 mg/g de CO₂ en SD contre 22,8 mg/g de CO₂ en SC), ainsi qu'une amélioration de la fertilité biologique du sol. De plus, l'agriculture de conservation a favorisé l'évolution de l'agrégation du sol avec un Diamètre Moyen Pondéré des Particules (DMPSD) de 1,35 mm par rapport à 1,02 mm pour le SC. Le rendement de pois chiche a été très favorable malgré la sécheresse de cette année, avec la valeur la plus élevée enregistrée au niveau du SD (24,9 q/ha), suivi du SR (20,2 q/ha) et du SC (18 q/ha). En conclusion, l'agriculture de conservation présente des effets bénéfiques significatifs sur la qualité du sol et la productivité de la culture de pois chiche.

Diversité des vers de terre sous l'effet de l'agriculture de conservation

L'évaluation de l'effet de l'agriculture de conservation (AC) sur les propriétés biologiques du sol, en se basant sur les vers de terre comme organismes modèles a été menée au domaine expérimental de Merchouch, pendant une année particulièrement sèche. Les résultats montrent que les parcelles sous culture conventionnelle ont une densité très faible de vers de terre, tandis que les parcelles en semis direct (pois chiche) ont une densité significativement plus élevée, avec une moyenne de 15 individus/m². Ces résultats

sont en accord avec les conditions favorables créées par l'AC, telles que l'humidité et la porosité du sol. Les résultats préliminaires suggèrent que l'AC a un impact positif sur la diversité, l'abondance et la biomasse des vers de terre, ce qui pourrait améliorer la qualité du sol dans les agro-systèmes marocains.

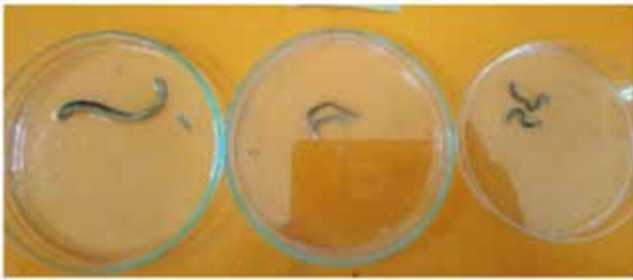


Fig. 50 : Individus de vers de terre des parcelles sous AC au niveau de Marchouch

Effet combiné des traitements des semences et traitements foliaires pour le contrôle des maladies sous le semis direct

Dans le système de semis direct, la présence de résidus de cultures en surface du sol constitue un foyer abritant les ravageurs et les champignons sources de maladies cryptogamiques pour la culture. Une étude s'est intéressée à raisonner l'application de produits fongicides en étudiant l'effet combiné des traitements des semences et traitements foliaires de la variété d'orge Ousama, sur une superficie d'un hectare dans la région d'Ourdigha. La moitié du lot des semences a été traitée avec du Tébuconazole (20%) à une concentration de 0,5 ml/L et l'autre moitié est laissée comme témoin sans traitement. Au stade fin gonflement-début épiaison, le traitement foliaire a été appliqué avec une concentration de 4 ml/L d'eau d'un fongicide systémique composé de trois substances actives ; Spiroxamine (250 g/L), Tebuconazole (167 g/L) et Triadimenole (43 g/L). Les résultats de cette étude ont montré que le traitement des semences (effectué deux jours après semis) n'a révélé aucun effet sur la levée des plantes et que l'interaction entre les deux traitements des semences et des feuilles avait un effet significatif sur le poids de la biomasse sèche et le rendement grain. Ainsi, le traitement des semences et le traitement foliaire ont augmenté le rendement en grains et la biomasse sèche alors que leur combinaison semble sans effet sur ces deux composantes.

Amélioration de la production fourragère de la jachère par l'Agroforesterie

Les défis engendrés par la dégradation des ressources naturelles, incitent à développer des technologies innovantes et durables pour maintenir et sécuriser la production agricole en zones arides et semi-arides. Une étude s'est intéressée au rôle de l'agroforesterie dans la diversification de la production, la préservation de la biodiversité et la séquestration du carbone, au niveau de trois plantations différentes à base d'arganier, de caroubier et de *Medicago arborea* comparées à une jachère sans arbres. Il a été ainsi démontré que l'introduction des arbustes et arbres dans la jachère, permet d'améliorer sa production fourragère et sa qualité, notamment en matière de densité et de phytomasse des herbacées en intercalaire (Fig. 51 a et b). Les systèmes agroforestiers à base d'arganier et de caroubier ont montré les valeurs les plus élevées par rapport à celui à base de la luzerne arborescente et à la jachère simple. Ceci peut être expliqué par la création de conditions optimales pour la croissance des espèces végétales surtout au niveau de la porosité du sol en présence de l'arganier et de la fixation d'azote en présence du caroubier.

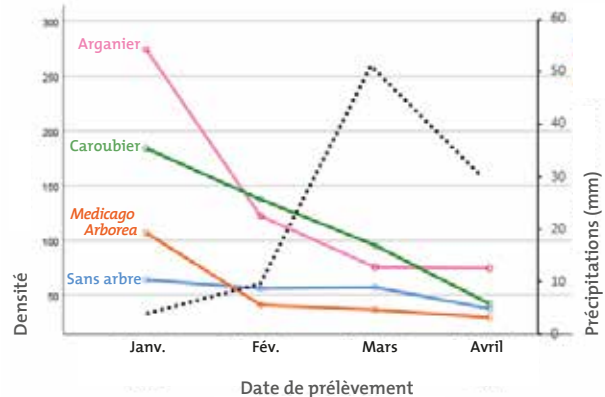


Fig. 51-a : Evolution de la densité des systèmes agroforestiers étudiés

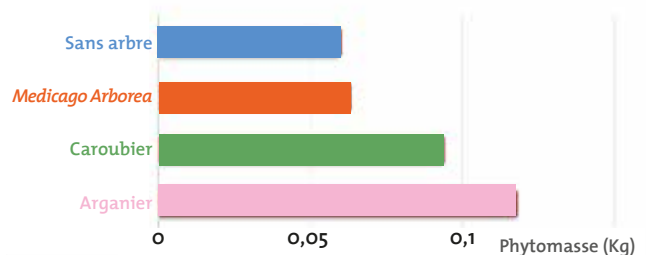


Fig. 51-b : Phytomasse sèche des systèmes agroforestiers étudiés au mois d'avril

Le semis direct, une innovation pour la résilience : cas de la région Fès-Meknès

Afin de produire des connaissances en matière d'adoption du semis direct au niveau de la région de Fès-Meknès, une recherche s'est intéressée à établir un état des lieux sur ce système agricole dans cette région. La fig. 52 donne une idée sur la chronologie des interventions dans ce sens.

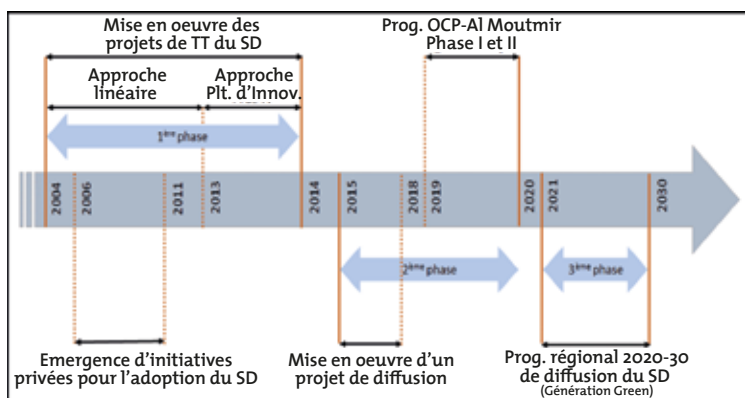


Fig. 52 : Frise chronologique de la diffusion du SD au niveau de la région Fès-Meknès

Les superficies couvertes par le semis direct ont connu une augmentation constante lors des dernières années (Fig. 54) et les rendements attestent d'une supériorité de ce mode par rapport au conventionnel (Fig. 55). Le semis direct a permis également de réduire les coûts de production de 800 à 1300 dh/ha selon AI Moutmir. Au niveau de Fès-Meknès, le programme de développement du semis direct vise à atteindre 200 mille ha à l'horizon 2030. Le nombre prévu de semoirs s'élève à 667, soit un ratio d'un semoir pour 300 ha. Les cultures portent essentiellement sur les céréales (70%). Néanmoins, cette dynamique se heurte à certaines contraintes : (i) Le ratio d'un semoir pour 300 ha est difficile à atteindre au vu de la dispersion des parcelles et surtout lors des campagnes caractérisées par le retard des premières pluies ; (ii) La couverture permanente du sol n'a pas été signalée ; (iii) Les rotations sont prises en compte dans le programme régional à travers la réhabilitation et la consolidation des légumineuses, oléagineuses et fourrages, sans toutefois, indiquer la manière de procéder pour la réalisation de cet objectif ; (iv) Les mécanismes de coordination, convergence et harmonisation du programme régional entre les acteurs méritent une amélioration.

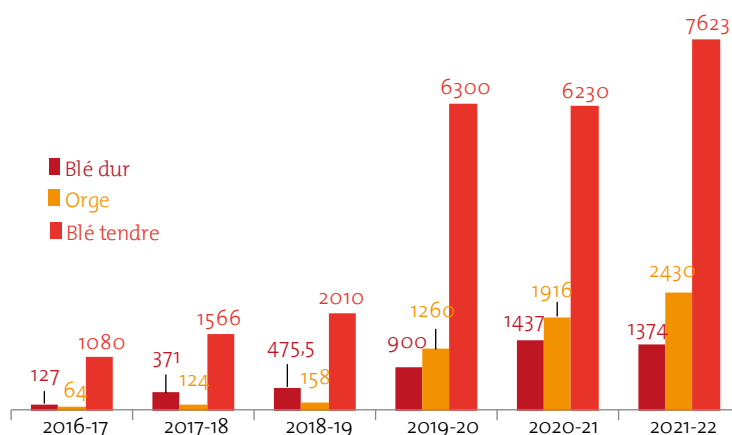


Fig. 53 : Progression des superficies céréalières conduites en mode SD dans la région Fès-Meknès

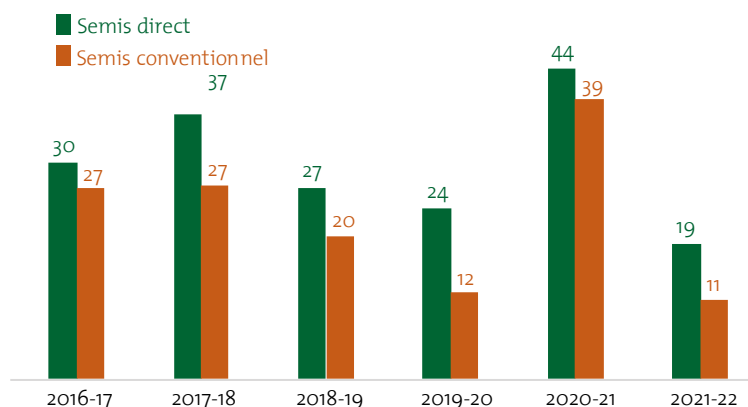


Fig. 54 : Gains de rendements (qx/ha) des céréales en mode semis direct et en mode conventionnel Région Fès-Meknès

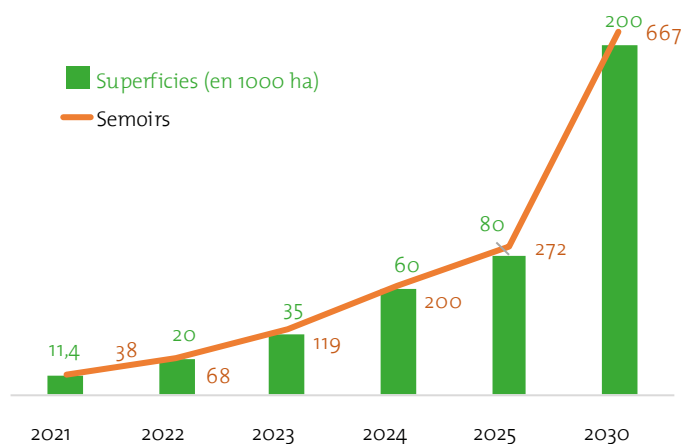


Fig. 55 : Prévisions du programme régional du semis direct 2030 en termes de superficies et d'acquisition des semoirs - Région Fès-Meknès

Parcours

Étude de la germination des espèces pastorales

Germination des graines de *Stachys*

La germination des graines a été étudiée chez trois espèces de *Stachys* parmi les 17 taxons de la flore marocaine. Il s'agit de : *Stachys mouretii* Batt. & Pit, *Stachys circinata* et *Stachys saxicola* subsp. platyodon.

En ce qui concerne l'espèce *Stachys mouretii* (Fig. 56), qui est une espèce rare de plante médicinale endémique au Maroc, les résultats ont montré que les régimes de température de 25/10 °C et 35/20 °C ont significativement augmenté le pourcentage de germination, avec une concentration optimale de 500 mg/l de GA₃ en tant que prétraitement. Les résultats suggèrent que la dormance des graines de *S. mouretii* est causée par des inhibiteurs dans l'embryon.



Fig. 56 : Plantes de *Stachys mouretii*

En ce qui concerne les deux espèces *Stachys circinata* et *Stachys saxicola* subsp. platyodon, l'étude a montré que la température optimale est de

20/10 °C pour les graines de *S. circinata*, combinant une plus grande capacité (73%) et vitesse de germination, tandis que pour *S. saxicola* subsp. platyodon, le pourcentage de germination finale le plus élevé a été obtenu à 15/05 °C. La scarification mécanique a agi favorablement pour améliorer la capacité et la vitesse de germination chez *S. circinata*. L'application de GA₃ a influencé positivement la vitesse de germination des deux espèces de *Stachys*. Ces résultats sont utiles pour la conservation et la domestication de ces précieuses espèces.



Fig. 57 : Plantes de *Stachys*
(a) *S. saxicola* (b) *S. circinata*

Germination des graines de *Bituminaria bituminosa*

Pour évaluer la capacité de germination des graines de *Bituminaria bituminosa* dans le contexte de la dégradation des pâturages stepiques à l'Est du Maroc, différents prétraitements ont été testés. Les résultats ont montré un taux de germination élevé observé dans les graines scarifiées (90%). De plus, le trempage dans de l'eau bouillante pendant 5 et 10 minutes a également amélioré les taux de germination (40% et 62% respectivement). Ces résultats sont très prometteurs pour la préservation de cette espèce pastorale et pour la réhabilitation des pâturages dégradés.



Fig. 58 : Plantes de *Bituminaria* et test de germination

Nouvelles espèces endémique découvertes au Maroc

En 2021, une nouvelle espèce endémique du Maroc, *Centaurea peltieri* (Fig. 59), a été décrite dans le Haut Atlas Oriental. Elle appartient à la section *Melanoloma* et est proche de *C. takredensis*, mais se distingue par des bractées arachnoïdiennes et des appendices spinescents, pennés et recourbés. Cette plante pousse dans les gorges de la Tatroute, entre 1950 et 2800 mètres d'altitude, sur des fissures dans les falaises verticales calcaires ombragées.

De même, *Centaurea achilleifolia* (Fig. 60), de la section *Melanoloma*, a été aussi découverte dans le Moyen Atlas Oriental. Cette espèce est endémique et pousse sur l'exposition sud-est au sommet de Bou Naceur, à côté des roches marno-calcaires du Jurassique à une altitude supérieure à 2700 m. La région est caractérisée par un climat semi-continental humide (1200-1500 mm) et très froid.

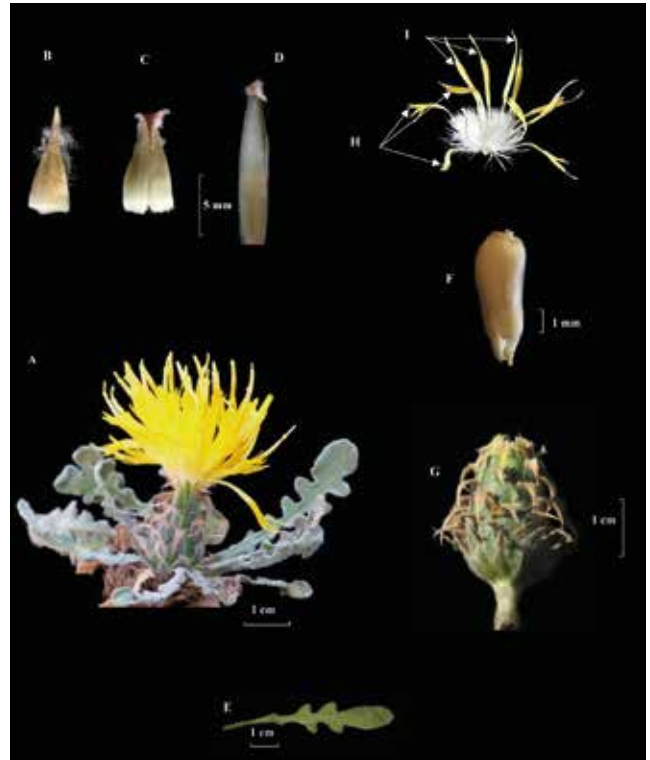


Fig. 59 : *Centaurea peltieri*
Plante (A), bractées involucrees externe (B), moyenne (C) et interne (D), feuille (E), akène (F), capitule (G), Fleur externe stérile (H), fleur d'intérieur fertile (I).



Fig. 60 : *Centaurea achilleifolia*
Plante (A), capitule (B), fleur interne fertile (C), bractées involucrees externe (D) et moyenne (E), akène (F), involucre externe (G) et interne (H), trichomes (I), appendice de la bractée involucree moyenne (J).

Comportement des chèvres locales dans un système d'élevage extensif

Une recherche a essayé de comprendre le comportement des chèvres dans les pâturages forestiers sud-méditerranéens du Nord du Maroc afin de développer des stratégies de gestion optimales. La topographie montagneuse de la région impose des exigences supplémentaires en termes d'activité physique pour les chèvres, ce qui peut entraîner une augmentation de leur dépense énergétique. L'observation directe peut s'avérer insuffisante pour mesurer avec précision les modèles de comportement et les mouvements des animaux individuels. C'est pourquoi, les avancées récentes en matière de technologie GPS et d'accéléromètres offrent une opportunité précieuse d'obtenir des informations en temps réel sur le comportement de pâturage des animaux pour étendre nos connaissances.

L'évaluation du potentiel du pâturage a permis de mettre en lumière des informations importantes. En effet, il a été constaté que ces animaux passent la majeure partie de leur temps à chercher de la nourriture à brouter au printemps et à l'automne, tandis qu'en été, ils prolongent leur temps de repos. Cette étude a également révélé des différences significatives dans la distance parcourue et la vitesse des chèvres durant les différentes saisons. Ces résultats suggèrent que ces animaux s'adaptent aux changements de disponibilité du fourrage en modifiant leur mode et leur rythme de déplacement.

Déterminants de la résilience des éleveurs aux changements climatiques : cas des HPO

Les hauts plateaux de l'Oriental (HPO) sont l'une des plus larges zones pastorales du Maroc, où l'élevage extensif de petits ruminants constitue la principale source de revenus et d'emplois pour la population locale. Depuis le milieu des années 1970, cet écosystème pastoral a connu des manifestations avérées du changement climatique (CC). En effet, les quantités de précipitations annuelles ont considérablement régressé, tandis que la température et la fréquence des sécheresses ont augmenté. En conséquence, l'activité pastorale a été négativement affectée et la durabilité même de cet espace pastoral et de l'activité d'élevage sur parcours est sérieusement menacée. Face à ces impacts négatifs, les éleveurs ont opté pour une gamme variée de mesures et stratégies d'adaptation. L'analyse des déterminants des pratiques d'adaptation des éleveurs au CC réalisée auprès de 167 éleveurs, répartis en trois sous zones agro-écologiques plus au moins homogènes, montrent que les facteurs les plus importants, qui affectent de manière significative les pratiques d'adaptation au CC au niveau des ménages sont l'équipement possédé, le niveau d'instruction du chef de ménage, la taille du cheptel, la taille du ménage, la formation reçue, la perception du CC et la localisation agro-écologique du parcours concerné. Les éleveurs s'adaptent différemment au CC, selon le contexte agro-écologique dans lequel ils vivent. Les différences observées entre les trois sites sélectionnés quant au type de mesures d'adaptation mises en œuvre, sont principalement dues à des conditions biophysiques et socio-économiques contrastées. La politique publique d'adaptation au CC visant à améliorer la capacité des éleveurs dans les parcours arides devrait leur fournir : (i) des équipements agricoles et de transport abordable ; (ii) une formation pour améliorer leurs connaissances et leurs compétences en matière d'adaptation au CC ; (iii) des informations climatiques améliorées et actualisées ; (iv) des incitations et subventions ciblées, en priorité, pour les petits éleveurs qui constituent le groupe le plus vulnérable aux impacts négatifs des CC ; (v) une formation professionnelle appropriée leur permettant d'accéder à des emplois plus qualifiés et réguliers.



Fig. 61 : Variation saisonnière des itinéraires de déplacement des chèvres locales de Beni Arouss au nord du Maroc

Mobilisation du levier digital pour la gestion prévisionnelle



Élaboration des cartes d'aptitude des sols actuelle et future au périmètre de Doukkala

Une étude a été menée pour modéliser le potentiel agricole des périmètres irrigués du Doukkala au Maroc pour les cultures de blé, betterave à sucre et pomme de terre en prenant en compte les effets du changement climatique. Les sols châtains isohumiques et les vertisols ont montré un potentiel élevé pour les trois cultures, tandis que les sols hydromorphes ont un potentiel marginal à nul. Les résultats ont montré que 88% des sols ont un bon potentiel pour la culture du blé, 73% pour la culture de la betterave à sucre et 84% pour la culture de la pomme de terre. Une étude ultérieure a modélisé l'évolution du potentiel des sols à l'horizon 2050 pour ces cultures en prenant en compte les effets du changement climatique. Les résultats ont montré une baisse

de rendement variable selon la culture et le type de sol, entraînant une baisse du potentiel des sols pour les trois cultures, avec la plus grande baisse pour la betterave sucrière sur les sols calcimagnésiques.

L'évolution du potentiel des sols du périmètre irrigué du Doukkala pour les trois cultures, à l'horizon 2050 et selon le scénario RCP 8.5, a été simulée en utilisant le modèle AquaCrop. Les résultats ont montré des chutes de rendement. En somme, il a été noté que le potentiel des sols à la culture du blé sera déclassé de favorable (S1) à moyennement favorable (S2) pour 22% des sols de la plaine ; et de S2 à peu favorable (S3) et S3 à non favorable (N) à hauteur de 11%. Le potentiel à la betterave à sucre sera déclassé de S1 à S2 à hauteur de 22%, de S1 à S3 à hauteur de 27% et de S3 à N à hauteur de 22%. Concernant la pomme de terre, les déclassements concerneront 33% des sols (22% de S1 à S2 et 11% de S3 à N).

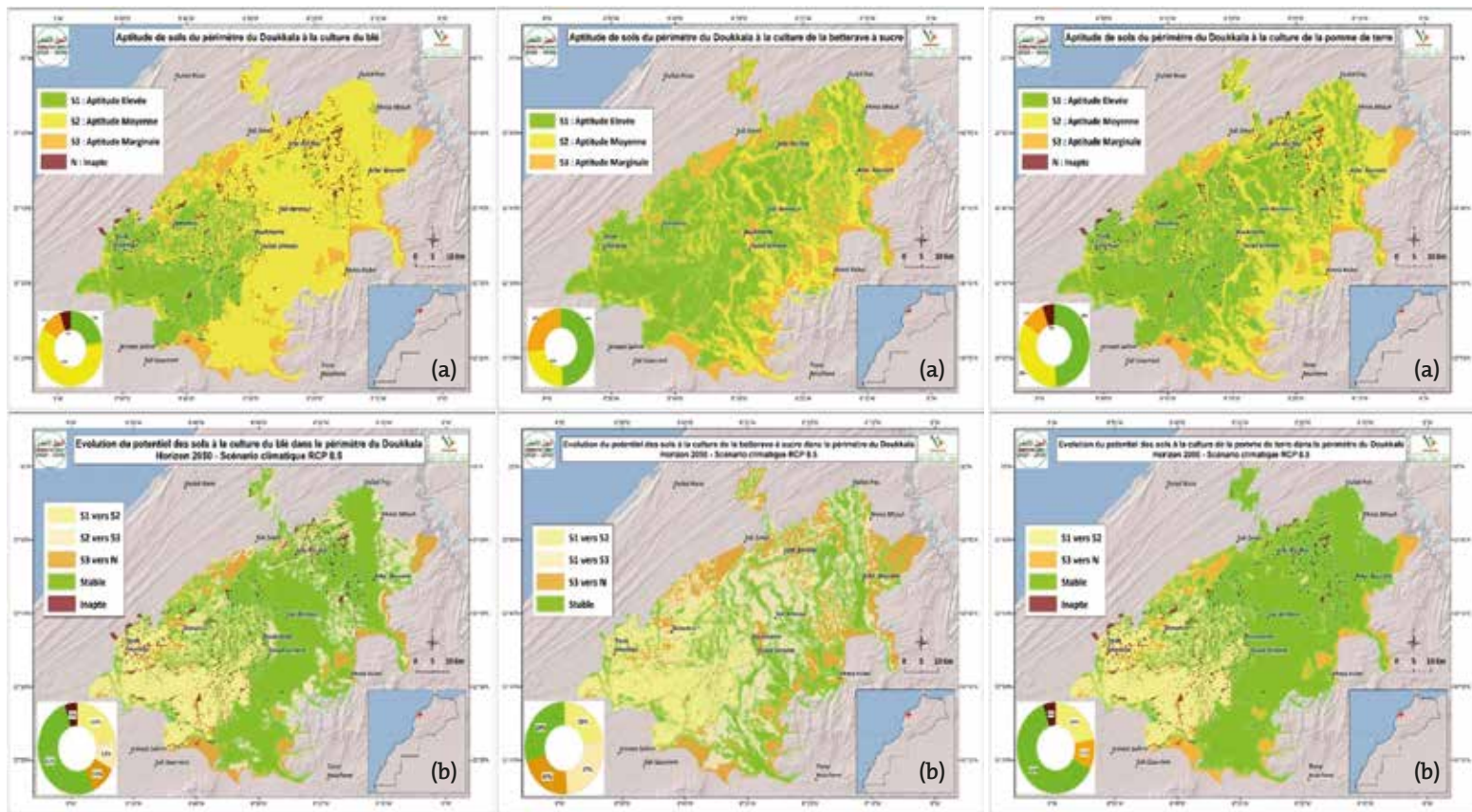


Fig. 62 : Carte du potentiel des sols (a) et de l'évolution de leur potentiel pour la culture du blé au périmètre du Doukkala

Fig. 63 : Carte du potentiel des sols (a) et de l'évolution de leur potentiel pour la culture de la betterave à sucre au périmètre du Doukkala

Fig. 64 : Carte du potentiel des sols (a) et de l'évolution de leur potentiel pour la culture de la culture de la pomme de terre au périmètre du Doukkala

Suivi spatial de la matière organique et du pH du sol

L'étude de la matière organique (MO) et du pH du sol est cruciale pour comprendre la qualité des sols et optimiser les pratiques agricoles. Cependant, la variabilité spatiale de ces paramètres peut rendre leur contrôle difficile à grande échelle. Pour pallier ce problème, la cartographie numérique des sols (DSM) est proposée comme une solution pour prédire la MO et le pH à une résolution plus élevée.

Cette étude a utilisé l'algorithme Random Forest pour prédire la MO et le pH du sol à partir de 29 indices spectraux et attributs de 191 échantillons de sol dans la province de Taounate au Maroc. Avant de développer le modèle, l'algorithme de Boruta a été utilisé pour sélectionner les variables les plus importantes pour le développement du modèle Random Forest. Les résultats de la cartographie numérique des sols ont ensuite été utilisés pour comprendre la qualité des sols dans la zone d'étude et proposer des recommandations nécessaires.

Les résultats montrent que le modèle RF a prédit avec succès la teneur en MO avec un R^2 de 0,90 et des valeurs RMSE/MAE ne dépassant pas 0,37 %. Cependant, il a obtenu des résultats faibles dans la prédiction du pH avec un R^2 de seulement 0,26. Des études futures sont donc nécessaires pour résoudre ce problème de prédiction du pH.

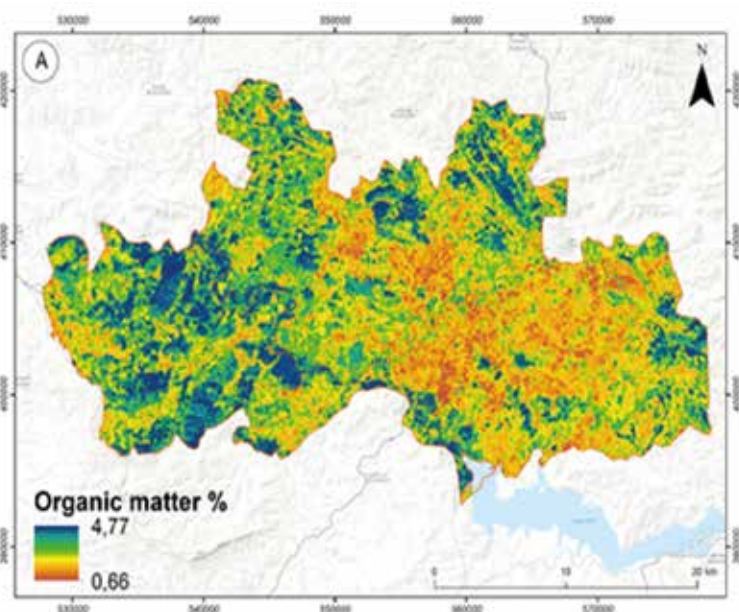


Fig. 65 : Prédiction spatiale de la matière organique

L'aire de distribution future du Cerisier au Maroc

Le dernier rapport du GIEC souligne que le réchauffement climatique peut causer des extinctions massives d'espèces. Au Maroc, les prévisions prévoient des changements dans les aires de distribution des espèces végétales. Les espèces fruitières, en particulier le cerisier, sont vulnérables et ont montré des impacts significatifs sur leurs processus phénologiques, avec des avancées dans leur date de floraison observées dans plusieurs régions.

Pour étudier l'impact du changement climatique sur la distribution du cerisier au Maroc, une modélisation de sa distribution potentielle a été réalisée en utilisant la méthode Maxent. Les résultats ont montré que la variable Précipitations du trimestre le plus sec avait le plus d'influence sur la distribution du cerisier, avec des pourcentages de contribution de 39,8%, suivie de la variable Ecart diurne moyen. Les zones favorables se situent principalement dans les provinces d'Ifrane, Séfrou, El Hajeb, Boulmane, Khenifra, Khémisset et dans les communes de Imindounit, Aghbar, Ighil, Ait Haddou yousef, Lalla Aziza, Azgour, Imilmaiss et Tizi N'test. Les zones favorables du cerisier devraient augmenter dans le futur qui représentent actuellement 3% de la superficie totale du pays, mais les projections futures prévoient une augmentation de 7%.

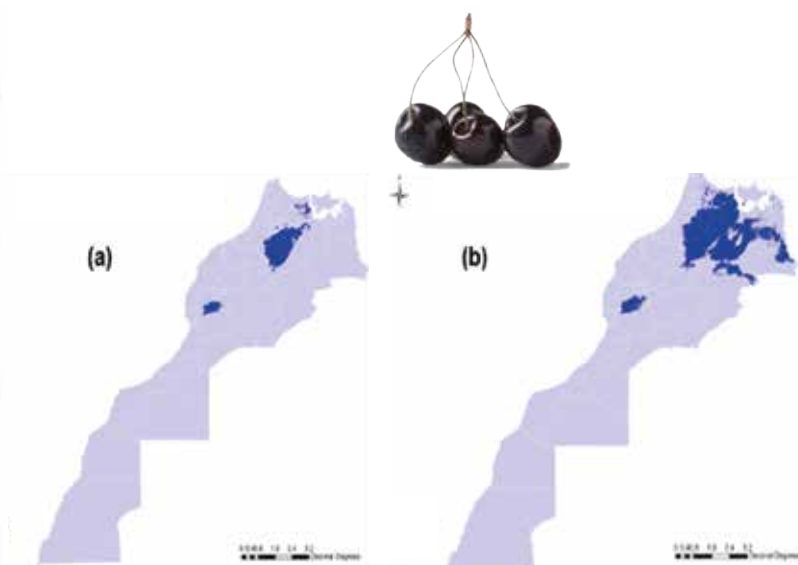


Fig. 66 : Aire potentielle du cerisier au Maroc, actuellement (a) et selon le scénario futur (b)

Analyse prospective de l'influence de l'hétérogénéité spatiale sur la concordance des indices de sécheresse

La fréquence et l'intensité des sécheresses sont en hausse, nécessitant des indices fiables pour suivre la sécheresse à grande échelle. Plusieurs approches ont été développées pour modéliser la sécheresse, mais il est important de déterminer les indices les plus performants pour différents types d'agrosystèmes. Cette étude vise à quantifier l'impact de l'hétérogénéité spatiale sur la concordance temporelle et spatiale de huit indices de sécheresse dans les bassins versants du Tensift et de la Moulouya au Maroc. Les résultats montrent que les hétérogénéités spatiales et le changement d'échelle spatiale ont une influence significative sur la concordance des indices. L'indice CDMIa_RF est performant pour détecter les conditions extrêmes dans les deux bassins étudiés, mais l'indice VCI saisonnier est plus corrélé aux anomalies de rendement des céréales dans le bassin de Tensift. Cependant, cette corrélation est moins forte dans d'autres agrosystèmes. Des analyses complémentaires sont nécessaires pour affiner les conclusions de cette étude.

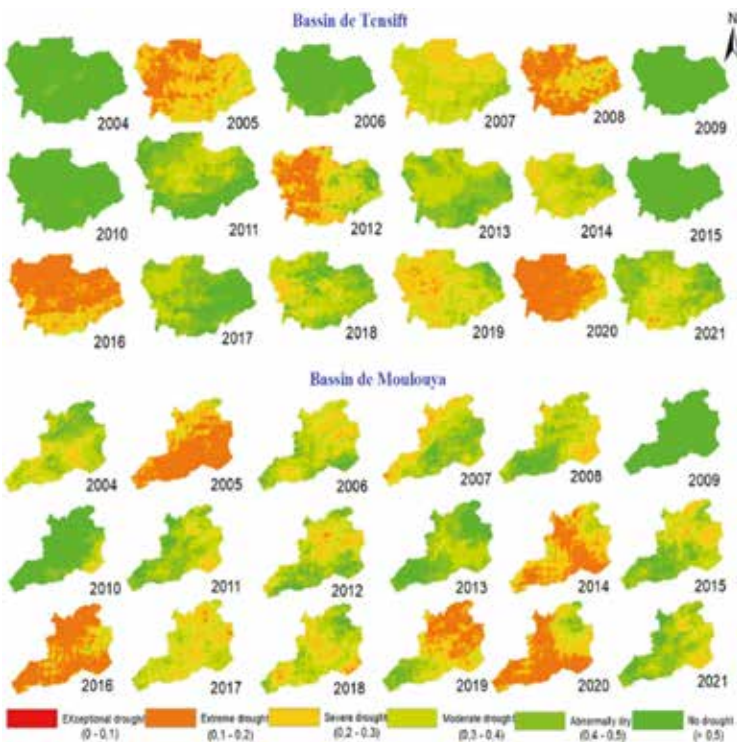


Fig. 67 : Dynamique de la sécheresse dans les deux bassins de Tensift et De Moulouya entre 2004 et 2021 sur la base de l'indice composite CDMIa_RF.

La modélisation, outil puissant contre la volatilité des prix

La volatilité est un problème aux conséquences néfastes sur les consommateurs et les producteurs, en particulier les plus démunis. Pour identifier les déterminants de la volatilité des prix agricoles, on a étudié le cas du blé tendre pour la période 1981-2020, en basant sur une modélisation ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity). Les variables prises en compte dans l'étude sont : le prix de blé dur, les précipitations, la température, la production en blé tendre, le taux de change, la production céréalière, la masse monétaire et les importations en blé.

L'évolution comparée de la série brute et celle en différence absolue du prix de blé tendre au Maroc montrent que la série utilisée est fortement volatile (Fig.68).

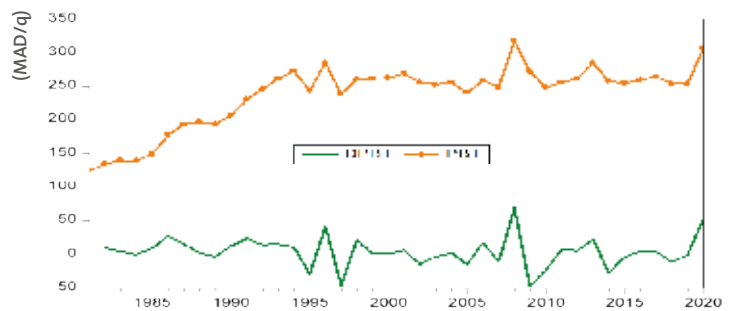


Fig. 68 : Comparaison de l'évolution de la série brute de prix de blé tendre (PBT) et celle en différence absolue (DPBT)

Les résultats ont montré que le taux de change, le prix du blé dur, la production annuelle céréalière et les précipitations font partie de variables qui expliquent la volatilité de prix du blé tendre ; L'augmentation des précipitations, de la production de céréales, y compris le blé tendre, ou du taux de change (DH/Euro), conduit à une volatilité à la baisse du prix du blé tendre. Cependant, si le prix de blé dur augmente et devient plus cher que le blé tendre, les consommateurs se reportent sur le deuxième, dont la demande s'accroît pour agir positivement sur son prix.

Pour faire face à la volatilité élevée du blé tendre, produit de première nécessité, le Maroc est appelé à mener des actions permettant d'accroître son offre en augmentant la capacité de stockage et les normes logistiques et innover en termes d'options techniques, organisationnelles et sociales pour une gestion de l'eau à même de protéger la production contre les aléas climatiques.



ACTIONS ENTREPRISES EN APPUI À LA RECHERCHE

2022



Diffusion et transfert des innovations



Démonstration des technologies

Nouvelles obtentions variétales : Levier pour accompagner la stratégie Génération Green

Dans le souci de faire profiter notre agriculture de ses acquis et de participer à la souveraineté alimentaire de notre pays, l'INRA a entamé un programme national de promotion de ses obtentions variétales. Ce programme a été poursuivi pendant cette campagne à travers des plateformes variétales au niveau de 5 Domaines Expérimentaux de l'INRA, à savoir Marchouch (Zaër), Sidi Allal Tazi (Gharb), Afourar (Tadla), Tassaout (Haouz) et Laannaceur (Moyen Atlas). Les nouvelles variétés de l'INRA ont été comparées à deux types de témoins, à savoir les anciennes variétés de l'INRA utilisées par les agriculteurs ainsi que les variétés étrangères commercialisées. Ces plateformes ont concerné les céréales (Blé dur, blé tendre, orge, avoine et triticale), les légumineuses (Fève, féverole, pois chiche et lentille) et les oléagineux (Colza et tournesol).

Des journées de démonstration autour de ces plateformes ont été organisées au cours du mois de mai où environ 200 participants ont pu assister. Plusieurs dizaines de professionnels du secteur agricole ont pu directement témoigner des hautes performances des variétés INRA malgré les conditions difficiles de la campagne agricole. Ces journées ont été suivies par les médias nationaux pour assurer une plus large diffusion.



Fig. 68 : Photo de plateforme de démonstration des variétés de céréales à Sidi Allal Tazi (a) et Tassaout (b)

De même, des plateformes de démonstration ont été installées chez des agriculteurs dont notamment une plateforme des variétés d'avoine installée chez un agriculteur à Zhiliga (Zaër). Cette région est caractérisée par un climat semi-aride et un sol pauvre sablonneux. Une dizaine de variétés d'avoine ont été comparées à une variété commerciale, utilisée comme témoin. La journée de démonstration a permis de montrer aux agriculteurs que dans les conditions difficiles de cette région, les variétés d'avoine de l'INRA constituent une bonne opportunité pour la région. Les variétés Al Fawze, Allal et Tissir ont été choisies par les agriculteurs vue leur performance.

Au niveau de la région du Nord, 3 plateformes de démonstration de féverole, orge et mélange vesce-avoine ont été installées chez des agriculteurs éleveurs. Des résultats intéressants ont été obtenus malgré les conditions climatiques défavorables de la campagne (36 qx/ha pour l'orge, 26 qx/ha pour la féverole et 10,5 t/ha pour le mélange vesce-avoine). Ces plateformes ont montré le grand potentiel de ces cultures pour réduire la pression sur les ressources pastorales et améliorer les revenus des éleveurs au niveau de ces zones.

Au niveau de la région de Beni Mellal, un essai sur l'introduction de la culture de Quinoa dans le système de production agricole a été installé au niveau du domaine d'Afourer. L'essai a montré le haut potentiel de cette culture au niveau de la région (Rendement réalisé a été de 15 qx/ha).



Fig. 69 : Journée de démonstration des variétés d'avoine, région de Zhiliga (a) et parcelles de démonstration au niveau de la Région de Tétouan (b) et Beni Mellal

Mobilisation continue pour la diffusion des systèmes agricoles résilients

L'INRA coordonne la feuille de route sur le semis direct qui est un programme de Génération Green visant de diffuser ce système sur un million d'hectares à l'horizon 2030. Les CRRAs ont participé aux ateliers régionaux pour la déclinaison de cet objectif au niveau régional, et plusieurs plateformes de démonstration et des journées de sensibilisation ont été réalisées au niveau des différentes Régions. Ainsi, 6 plateformes de démonstration ont été installées au niveau des régions de Zaër (Marchouch), Tadla (Deroua et chez un agriculteur de Ouled Said), Settat (Chez 2 agriculteurs au niveau de la basse et de la haute Chaouia) et Tanger (Larache). Des journées de sensibilisation sur le semis direct ont été organisées au profit des cadres, techniciens, agriculteurs et tractoristes des différentes



Fig. 70 : Journées de formation sur le semis direct à Rabat (a) et à Settat (pour tractoristes) (b)

En outre, et vu l'intérêt de l'agroforesterie aussi bien pour la conservation des ressources naturelles que pour l'amélioration des revenus des agriculteurs, et dans l'objectif de promouvoir cette technique auprès de nos agriculteurs, un essai a été installé au niveau de la région de Settat. Six variétés d'avoine ont été conduites en alley-cropping avec l'*Atriplex*. Les résultats ont été très appréciés par les agriculteurs qui ont participé à l'évaluation *in visu* de l'essai ce qui a suscité leur intérêt pour ce système agricole résilient.

Living-Lab sur l'agriculture de précision

En plus de la conservation du patrimoine agrumicole de l'INRA et de la diffusion des acquis de en matière de création variétale, la plateforme agrumicole de Menzeh est utilisée durant ces deux dernières campagnes pour conduire des démonstrations sur l'agriculture de précision. Différents outils ont été testés (Suivi du calibre et de la maturité des fruits, détection, suivi et traitement des ravageurs, suivi de l'humidité du sol et contrôle des irrigations, diagnostic des carences nutritionnelles et application de la fertilisation foliaire). Les journées de démonstration organisées autour de cette thématique ont connu un grand succès en termes d'assistance et de couverture médiatique. Elles ont permis de montrer aux agriculteurs les gains qu'engendre cette technologie en matière d'économie de temps, d'énergie, de précision, d'eau de traitement et de main d'œuvre.



Fig. 71 : Démonstration du traitement par drone

Animation de sessions de formation au profit des agriculteurs

Dans l'objectif de renforcer les capacités des agriculteurs sur les nouvelles technologies, plusieurs sessions de formation ont eu lieu au niveau des différents CRRAs dont les principales sont :

- Trois sessions de formation des éleveurs caprins de la région du nord (provinces de Chefchaouen et de Tétouan) au profit d'une trentaine d'éleveurs sur le rationnement alimentaire des caprins et l'utilisation rationnelle des pâturages sylvo-pastoraux.

- Une Journée de sensibilisation et de formation, au profit des coopératives et des éleveurs caprins, dans les locaux de la fromagerie expérimentale du CRRA de Tanger à Boukhalef, sur les bonnes pratiques de fabrication et les techniques de diversification, d'aromatisation, et d'amélioration de la qualité du fromage de chèvre.
- Fourrage vert hydroponique au niveau de l'unité de l'agriculture hydroponique du CRRA Settat.
- Session de l'école au champ (FFS), sur la conduite technique de la culture du bleu de panicum dans la région de Souss Massa .



Fig. 72 : Photos de différentes sessions de formation organisées par l'INRA

Participation aux manifestations techniques

Dans un souci de partager ses acquis avec les différents intervenants dans le domaine agricole, l'INRA ne rate pas les opportunités offertes par les manifestations internationales, nationales et régionales. En 2022, les principales manifestations auxquelles l'INRA a participé activement par des stands et l'animation de journées scientifiques sont : (i) le Salon international des dattes à Erfoud, octobre ; (ii) la Foire internationale des produits du terroir à Agadir, septembre ; (iii) le Salon National des Céréales et des Légumineuses à Berrechid, novembre ; (iv) le Salon National de

la Pomme à Midelt, octobre ; (v) la 1^{ère} édition du Festival Agricole et Culturel organisé par la Chambre d'Agriculture Rabat-Salé-Kénitra, à Tekna (Sidi Kacem).



Fig. 73 : Photos de Stands de l'INRA dans différentes manifestations

En outre, et pour disséminer et partager ses acquis de recherche, l'INRA et à travers ses chercheurs et scientifiques a organisé plusieurs séminaires scientifiques ayant connu un succès majeur, dont le séminaire : « Quel avenir pour le développement des zones pastorales face au changement climatique ? » qui a débattu de la situation actuelle des écosystèmes pastoraux face au changement climatique en énumérant les comportements d'adaptation et les mesures d'amélioration.

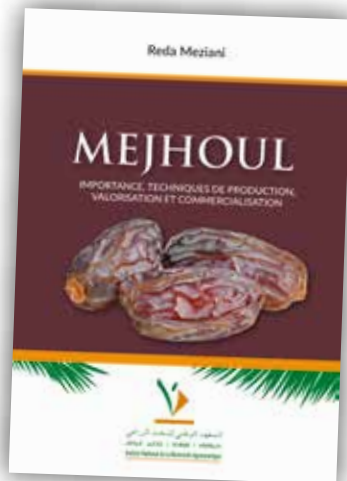
Editions scientifiques et techniques

Ouvrages scientifiques

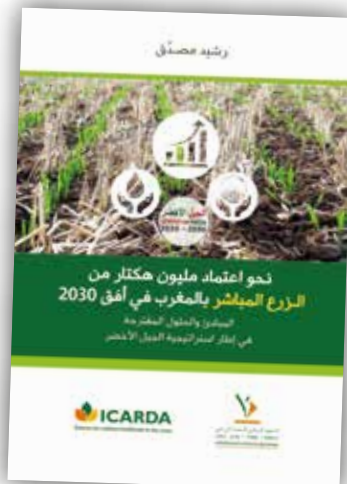
Nouvelles approches de surveillance des terres de parcours au Maroc : De son auteur Dr Hamid MAHYOU, cet ouvrage est la quintessence de plusieurs années de recherche et de travaux originaux en matière de surveillance des terres de parcours au Maroc. Il présente les méthodes de mesures de terrains les plus appropriées, les approches et outils modernes, particulièrement la télédétection spatiale, les systèmes d'information géographique et la modélisation, nécessaires pour la surveillance des terres de parcours.



Mejhoul : Importance, techniques de production, valorisation et commercialisation : De son auteur Dr Reda MEZIANI, cet ouvrage est une synthèse des principaux acquis de recherche sur la variété Mejhoul. Il met l'accent sur l'importance de cette variété et ses caractéristiques typiques ainsi que les techniques de production, de valorisation et de commercialisation qui lui sont appropriées. Il met également la lumière sur l'expérience du Maroc en termes de développement de cette variété noble, notamment dans le cadre du Plan Maroc Vert et la nouvelle stratégie Génération Green 2020-2030.



Vers l'adoption du semis direct sur 1 million d'hectares au Maroc à l'horizon 2030, Principes et solutions proposées dans le cadre de la stratégie Génération Green : Cet ouvrage parvient dans une dynamique suscitée par le programme national de diffusion du semis direct sur une superficie d'un million d'hectares à l'horizon 2030 pour éclairer l'ensemble des acteurs, y compris les agriculteurs sur les aspects pratiques de l'adoption de ce système résilient. Cet ouvrage édité en langue arabe est le fruit d'une collaboration INRA-ICARDA.



Catalogue des variétés d'olivier cultivées et autochtones du Maroc : Ce catalogue donne un aperçu sur la diversité des variétés d'olivier cultivées et autochtones du Maroc, un pays considéré comme l'un des rares pays du bassin

méditerranéen disposant encore de possibilité d'extension des superficies oléicoles. Ce catalogue essaie de mettre en valeur le potentiel réel des principales variétés d'olivier en culture ou en processus de sélection dans notre pays et regroupant quatre types de variétés. Il constitue un outil de référence pour les décideurs et les investisseurs dans le domaine de l'oléiculture pour un bon choix, selon le potentiel de chaque variété, pour mieux valoriser et enrichir la biodiversité oléicole nationale.



Catalogue des nouvelles obtentions variétales de céréales, légumineuses alimentaires et oléagineux annuels : Conçus en fiches descriptives, ce Guide dans son édition 2022 décrit les principales caractéristiques variétales liées aux aspects agronomiques, physiologiques, technologiques, et les réactions vis-à-vis des stress biotiques et abiotiques ainsi que les aires d'adaptation. Ce Guide sera mis à jour chaque année pour intégrer toutes les nouvelles obtentions variétales INRA des grandes cultures.



Fiches techniques

Pollinisation du palmier dattier : Édité en langue arabe, cette fiche technique présente les caractéristiques des bons pollinisateurs du palmier dattier, leur plantation, les techniques de préparation et de conservation du pollen ainsi que les techniques de pollinisation que ce soit par épillets, saupoudrage ou pollinisation liquide.



Afrimed Al-Awamia
www.revues.imist.ma/index.php/Afrimed/

En 2022, quatre numéros ont été édités en ligne, à savoir les numéros 134, 135, 136 & 137.

Portail INRA
www.inra.org.ma

Le portail INRA, composé du site central, des sites thématiques et des sites régionaux, continue de s'améliorer pour offrir plus d'ergonomie et d'attractivité. Le nombre de fréquentation en 2022 a été de 75.000 visiteurs et a été visité à partir de 167 pays, principalement du Maroc et des pays francophones (Google analytics).



Information scientifique et technique

Afin de faciliter l'accès des chercheurs à l'information, l'INRA a procédé à la reconduction des abonnements aux revues spécialisées en ligne et aux principales sources d'information (CAB Direct, CAB Crop Protection compendium, CAB Horticulture compendium, Research4life), et a assuré des services d'orientation et d'appui aux chercheurs en matière des sources d'information (bases de données INRA et autres collections).

Éditions institutionnelles

Les éditions institutionnelles INRA au titre de l'année 2022 ont compris le Rapport d'activité 2021 et l'Agenda institutionnel 2023 consacré entièrement aux légumineuses avec comme intitulé : Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. En plus, quatre bulletins de INRA Newsletter N° 7, 8, 9 et 10 ont été édités électroniquement, partagés avec les différents partenaires et diffusés sur les réseaux sociaux (LinkedIn, Twitter, Facebook...) et le site web INRA.



Pour ce qui est de la bibliothèque centrale, l'INRA a enrichi le fonds documentaire par de nouvelles publications acquises par achat ou par échange. Ceci a concerné plus de 263 ouvrages et 100 revues en version papier. En outre, l'INRA a passé des abonnements aux bibliothèques virtuelles (Revue en ligne et documentation E-book). Par ailleurs, l'espace consacré aux documents audiovisuels a été renforcé par les vidéos de conférences et séminaires organisés par l'INRA ou auxquels il a participé.

En matière d'appui aux dépôts de brevets, une cellule a été constituée pour accompagner les déposants au niveau de la DIC. Ainsi, deux chercheurs ont pu faire un dépôt de dossiers pour breveter leurs inventions au niveau de l'OMPIC.



www.linkedin.com/company/inrama
www.twitter.com/inramaroc

Coopération et partenariat



Aperçu global

En 2022, 66 accords et projets de coopération ont été signés par l'INRA. Le portefeuille partenarial est caractérisé par une prédominance des collaborations avec les partenaires nationaux enregistrant ainsi les deux-tiers des accords conclus.

La typologie des accords de coopération contractés par l'INRA en 2022 a été caractérisée par l'abondance des contrats de Recherche & Développement (18), suivi des Accords-cadres et Protocoles d'entente (17), et des Consortiums agreement relatifs aux projets PRIMA (10).

La répartition des accords et projets par filière de production a été très diverse. 16% des projets concerne les filières céréales/légumineuses, 16% concerne l'agriculture de conservation et 13% concerne les filières de PAM, alors que les projets se rapportant aux filières d'olivier, palmier dattier, agrumes et production animale n'ont pas excédé les 5% chacune.

Coopération nationale

Au niveau national, les relations de collaboration sont construites autour d'accords et de projets menés en grande majorité avec des acteurs du secteur public, 26 contre 18 avec le secteur privé.

La collaboration avec les instances du secteur public est dominée par les instances de la tutelle (ORMVA, DRA, DPA) avec 8 accords de partenariat, les établissements de l'enseignement supérieur (7) et le SNFRA (2).

Dans le cadre de la gestion des connaissances, le SNFRA, en tant que producteur du savoir, a mis en place une collaboration avec l'ONCA, en tant qu'interface principale avec les différents groupes et acteurs agricoles locaux. Les parties conviennent de conjuguer leurs efforts pour la réalisation d'un plan d'action de transfert et de gestion des connaissances et sa mise en œuvre.

En 2022, HEMPSEED, Syngenta, WTI/FBB et l'UM6P constituent les premiers partenaires privés de l'INRA. La coopération avec Syngenta a concerné l'application des biostimulants au champ pour réduire les apports en azote de la culture du blé tendre, avec un financement à hauteur de 1,78 MDH, s'étalant sur 4 années. Les deux accords avec la société WTI/FBB présentent une prolongation des activités de recherche menées sur le contrôle des principaux agents pathogènes des fruits d'agrumes en post-récolte.



Fig. 74 : Le projet SKIM a instauré un cadre de collaboration pour la gestion des connaissances entre les établissements de la formation et la recherche agricole et l'ONCA

La collaboration avec l'UM6P s'est enrichie cette année par la mise en place de nouveaux projets de partenariat. Dans le cadre de l'appel à projets de recherche et développement, financé par la fondation OCP, les chercheurs de l'INRA en collaboration avec l'UM6P, le CNRST et le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche scientifique et de l'innovation (MESRSI) ont pu décrocher deux projets. Le premier est domicilié au CRRA de Marrackech et porte sur la « Mise en place d'un système mycorhizes-vitroplants in vitro chez l'arganier et détermination *ex-vitro* de l'effet de cette association sur l'acclimatation, la réduction des stress abiotiques et l'amélioration de l'alimentation hydrique et minérale », le second est au niveau du CRRA de Settat et a pour objectif le développement de systèmes de production intensifs et résilients aux changements climatiques à travers l'adoption de nouvelles technologies de conservation des ressources et la création de nouvelles opportunités d'investissement dans la valorisation des produits et sous-produits de l'agriculture.

Dans le cadre de sa stratégie de communication, l'INRA a mis en place un accord avec le CNRST pour la conception, l'hébergement, la maintenance et la mise en ligne de la revue AFRIMED. Ceci permettra de hausser le niveau de la dissémination de la revue et des publications des chercheurs ainsi que le rayonnement de l'INRA sur la scène scientifique.

Coopération bilatérale

En 2022, le panel de partenariat bilatérale s'est diversifié et s'est enrichi par la signature d'une convention spécifique entre l'INRA et le Conservatoire et Jardin Botanique de Genève (CJBG), à la suite de la signature de la convention cadre en 2021. Cet accord qui s'étalera sur une période de 5 années, a pour objet la mise à jour de la base de données sur les plantes aromatiques, médicinales et pastorales.



Fig. 75 : Une coopération INRA-CJBG pour la mise à jour de la base de donnée nationale sur les plantes aromatiques médicinales et pastorales

Au niveau africain, une convention cadre a été contractée entre l'INRA et l'Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA) de Burkina Faso. Les programmes de coopération concernent l'échange d'informations et de publications scientifiques, l'échange de matériels scientifiques végétaux, et animaux, la mobilité des chercheurs, techniciens et stagiaires et la participation à des appels à projets de recherche développement.



Fig. 76 : INRA-INERA, pour une collaboration sud-sud et un engagement des deux institutions envers la recherche agricole africaine

Au niveau de l'Amérique du Nord, l'INRA continue à développer des partenariats avec les pays de cette région. Un MoU a été signé avec « RENAISSANCE PARK CORPORATION (RPC), USA » pour le développement de la filière du chanvre industriel au Maroc. A savoir que RPC est le groupe de gestion qui exploite Renaissance Park and Village qui est en construction au Maroc. Le projet consiste en l'aménagement et la construction d'un campus, comprenant un parc d'activités industrielles autour du chanvre. Le campus comprend un laboratoire de recherche avec une douzaine de chercheurs américains dans le domaine de la science des matériaux pour produire du « chanvre intelligent » pour divers produits finaux : des textiles, des chaussures et des équipements de sport, aux solutions de santé et de bien-être basées sur le CBD, aux biocarburants, aux matériaux de construction, aux bioplastiques, à la fibre de verre et plus encore.



Fig. 77 : RCP-INRA, pour l'essor de la filière du chanvre industriel

De plus, les chercheurs de l'INRA en collaboration avec le Professeur-chercheur Dr. Fokar associé au Center of Biotechnology and Genomics' à 'Texas Tech University', ont mis en place un contrat de collaboration pour mener un programme de recherche sur la métagénomique microbienne du sol de la rhizosphère du palmier dattier en relation avec la maladie du Bayoud.

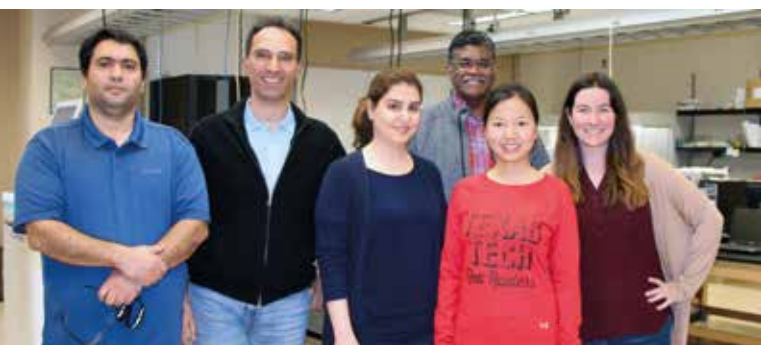


Fig. 78 : Dr Fokar (à gauche) et son équipe du CBG à TTU

Toujours dans une continuité de renforcement de la coopération Sud-Sud, l'INRA a signé deux conventions avec l'AMCI et l'UM6P pour accompagner les pays partenaires à développer des écosystèmes agricoles résilients face au changement climatique et faisant levier sur la recherche appliquée et le développement de compétences des différents acteurs locaux. Les pays concernés sont : les pays des Caraïbes, Suriname, Guatemala, Salvador et la République Coopérative de Guyana.













Fig. 79 : Photo de la visite de la délégation marocaine au Gwaemala

Coopération multilatérale

La coopération multilatérale enregistre une dominance des projets menés dans le cadre de programmes européens tels que PRIMA. Dans ce cadre, 10 projets présentés par les chercheurs de l'INRA ont été retenus pour financement : cinq en section 1 et cinq en section 2. Le budget global alloué à l'INRA a été de 20 MDH pour l'édition

2021 contre 14 MDH pour celle de 2020. Les projets retenus ont présenté une diversité importante en termes de nombre d'organisations impliquées (6-19) dont des instances internationales telles que l'UNESCO, le CIHEAM, l'ICARDA, OXFam et Orange. Les consortia de ces projets regroupent un panel riche de pays (5 - 13 pays), comme la Croatie, la Slovénie, Israël et Chypre. Les budgets desdits projets ont oscillé entre 0,850 et 4,5 MDH. Cette coopération multilatérale cadre avec les priorités de recherche de l'INRA, notamment, l'agriculture digitale, l'agroécologie, la gestion durable du sol et de l'eau. Il s'agit de :

- 
RESILINK : Increasing Resilience of Smallholders with Multi-Platforms Linking Localized Resource Sharing.
- 
ECOBOOST : Boosting functional biodiversity to maximize ecosystem services for Mediterranean crop production.
- 
VALMEDALM : VALorization of MEDiterranean ALMond orchards through the use of intercropping integrated strategies.
- 
DREAM : Diversified orchards for RESilient and sustAinable Mediter-ranean farming systems.
- 
MED4PEST : MEDiterranean alliance For ecological PEST management.
- 
SURE_NEXUS : Ensure fair nexus transition for climate change adaptation and sustainable deve-lopment.
- 
REACT4MED : Inclusive Outscaling of Agro-ecosystem REstoration ACTIONS for the MEDiterranean.
- 
MOUNTAINHER : Empowering women associations as drivers for agroecological transformation to generate income for Mountain farming communities.
- 
PASTINNOVA : Innovative models for sustainable future of Mediterra-nean pastoral systems.
- 
PROMEDLIFE : PROMotion of MEDiterranean LIFEstyle and healthy diet.

Ressources humaines et financières



Ressources financières

Au titre de l'exercice 2022, le budget global de l'INRA s'est élevé à **297,5 MDH** dont 173 MDH alloué au fonctionnement réparties en dépenses de soutien des missions (76%) et en dépenses de recherche agronomique (24%) (Fig. 78).

Le budget d'investissement alloué à l'INRA au titre de l'exercice 2022 s'élève à 124,5 MDH. La répartition des différents budgets est indiquée dans la figure 79.

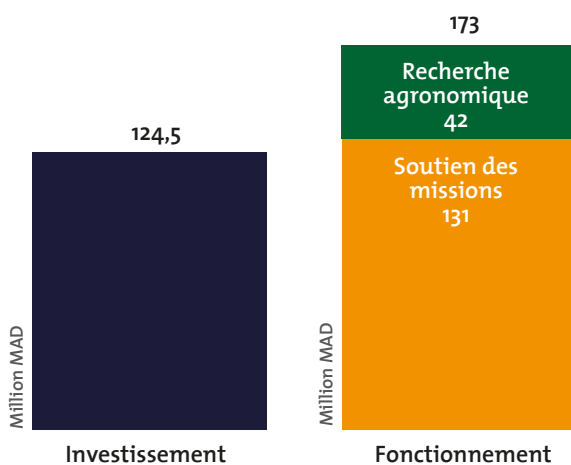


Fig. 78 : Répartition du budget général de l'INRA en 2022

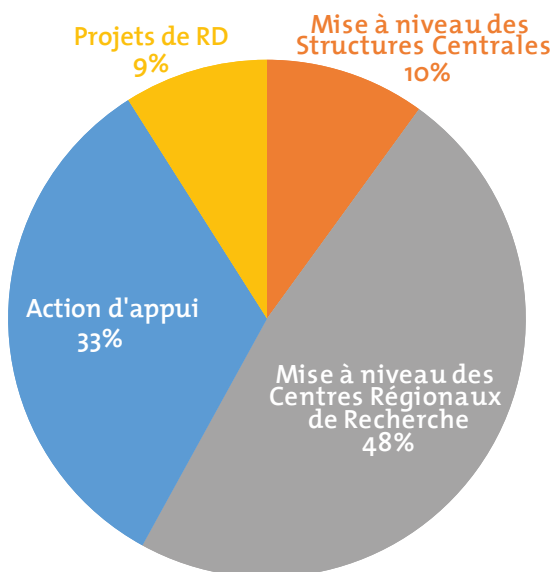


Fig. 79 : Répartition du budget d'investissement de l'INRA en 2029

Ressources humaines

Effectif budgétaire

L'effectif budgétaire du personnel au titre de l'exercice 2021 a été de 625 agents, duquel il a été retranché 61 postes correspondant à des sorties de service pour limite d'âge et autres types de vacances. Ce qui a porté l'effectif à 564 agents au 1^{er} janvier 2022.

Au titre de l'exercice 2022, 30 postes ont été accordés pour procéder à de nouveaux recrutements. À la fin de l'exercice 2022, 42 sorties de service ont été totalisées, 36 pour limite d'âge, dont 7 fins de contrats de maintien et de renouvellement de maintien après l'âge limite de retraite, deux décès, une mise en disponibilité, un détachement, une démission et une suppression d'un poste de technicien promu au grade de chargé de recherche suite à son admission au concours de recrutement au titre de l'année 2022, ce qui a porté l'effectif à 552 agents au 1^{er} janvier 2023.

Recrutements

Au titre de l'exercice 2022, 30 postes budgétaires ont été accordés pour procéder à de nouveaux recrutements. Ces recrutements ont concerné 16 techniciens 3^{ème} grade, 6 administrateurs 2^{ème} grade, 5 ingénieurs d'Etat 1^{er} grade et 3 chargés de recherche 1^{er} grade.

Promotions du personnel

L'effectif des agents promus au titre de l'exercice 2022 a été de 36 agents, dont 34 agents appartenant aux différentes filières et corps des chercheurs (6% de l'effectif total) et 2 agents détachés à l'INRA promus dans leur cadre d'origine.

Amendement du statut du personnel

Un projet d'amendement sous le n° 25/2022, modifiant l'article 130, a été élaboré et transmis en juin 2022 à la signature du ministre de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. Ce projet consiste à permettre aux agents retraités, leurs épouses et leurs enfants, ainsi qu'aux ayants droit des agents décédés, de bénéficier des prestations de l'Association des Œuvres Sociales Particulière de l'INRA (AOSPINRA).

Formations et missions

Afin d'améliorer les compétences de son personnel, l'INRA a achevé l'étude sur la mise en place d'une stratégie de la formation avec un plan de formation pluriannuel. La mise en œuvre des programmes d'action annuels relatifs au plan de formation sera entamée à partir de l'année prochaine.

Pour les formations réalisées en 2022, 10 agents ont suivi des formations diplômantes (8 Doctorats et 2 Masters) dont deux sont financées dans le cadre de la coopération. Pour les sessions de perfectionnement, des formations par visioconférence ont été données à une soixante de cadre dans le domaine de la propriété intellectuelle, ainsi qu'à l'accès à une plateforme E-learning à un cycle certifiant « Cycle Acheteur Public », pour les personnes impliquées dans la gestion des marchés. Des formations plus ciblées et en présentiel ont été données aux développeurs en informatique au niveau de la DGRHF sur CORDOVA. Des Flash Formations ainsi que des webinaires en interne ont été réalisées.

Par ailleurs, 120 missions à l'étranger ont été effectuées à l'étranger à destination de 29 pays principalement en Europe (62%).

Accueil et encadrement de stagiaires

En 2022, un effectif total de 1075 jeunes étudiants a été accueilli au niveau des différentes structures de l'INRA aussi bien centrales que régionales. Les chercheurs de l'INRA ont contribué à l'encadrement de 509 travaux de recherche touchant différentes spécialités, dont 160 thèses de doctorat, 132 masters, 36 PFE d'Ingénieurs et 181 licences. Les étudiants proviennent des établissements d'enseignement supérieur à travers le pays avec une majorité d'étudiants des facultés des Sciences (34%) et des facultés de Sciences et Techniques (54%). Aussi, deux sessions de doctorales ont été organisées où 19 doctorants ont pu présenter leurs travaux de recherche.

Par ailleurs, afin de leur permettre de confronter les connaissances théoriques avec la pratique sur le terrain, l'INRA a accueilli 566 étudiants issus des établissements d'enseignement supérieur et professionnel, aussi bien publics que privés, nationaux et étrangers.

Publication au Bulletin Officiel de la loi n° 81-21 modifiant et complétant la loi n° 40-80 portant création de l'Institut national de la recherche agronomique

A été publié au Bulletin Officiel n° 7106 du 7 juillet 2022, le dahir n° 1-22-37 du 23 chaoual 1443 (24 mai 2022) portant promulgation de la loi n° 81-21 modifiant et complétant la loi n° 40-80 portant création de l'Institut national de la recherche agronomique. La loi n° 81-21 a abrogé et remplacé les dispositions de l'article 2 de la loi n° 40-80, permettant principalement de recadrer les missions de l'Institut et de valoriser son apport dans l'effort national de formation.

Amendement du décret n° 2-81-348 du 25 jourmada I 1402 (22 mars 1982) pris pour l'application de la loi n° 40-80 portant création de l'Institut national de la recherche agronomique telle qu'elle a été modifiée par la loi n° 81-21

Un projet de décret modifiant le décret n° 2-81-348 du 25 jourmada I 1402 (22 mars 1982) pris pour l'application de la loi n° 40-80 portant création de l'Institut national de la recherche agronomique telle qu'elle a été modifiée par la loi n° 81-21, a été élaboré et transmis à la tutelle pour signature du ministre de l'Agriculture le 24 octobre 2022.

Ce projet vient modifier et compléter plusieurs articles du décret susvisé afin d'actualiser l'arsenal juridique de l'INRA.

Articles publiés dans les revues scientifiques

1. Abbou M., Chabbi M. Ayadi M., Zantar S. Benicha M. (2022). Assessing environmental impacts of pesticide usage in oiled seed ecosystems using environmental pesticide pressure indicators: a case study of groundnut in Loukkos plain north west Morocco. *Environ Dev Sustain* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02828-z>
2. Abdellaoui M.A., Taghouti M., Diria Gh., Mackaye Moussa H., El Yacoubi H. and Bennani S. (2022). Impact of Water Stress on the Productivity and Quality Parameters of Wheat and their Potential Use in the Breeding Program. *Environ. Sci. Proc.* 2022, 16(1), 13; <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016013>
3. Abidi I., Hirich A., Bazile D., Mahyou H., Gaboun F. and Alaoui B. (2022). Using Agronomic Parameters to Rate Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Cultivars Response to Saline Irrigation under Field Conditions in Eastern Morocco. *Environ. Sci. Proc.* 2022, 16, 67. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016067>
4. Aboukhalid K., Maâtougui A., Chiboub B., Bahnini M. and Houmy N. (2022). Nutritional value of pastoral species indigenous to Eastern Moroccan rangelands. *AfriMed AJ –Al Awamia* (136). p. 19-35
5. Abou-Saaid O., El Yaacoubi A., Moukhli A., El Bakkali A., Oulbi S., Delalande M., Farrera I., Kelner J., Lochon-Menseau S., El Modafar C., Zaher H., Khadari B. (2022). Statistical Approach to Assess Chill and Heat Requirements of Olive Tree Based on Flowering Date and Temperatures Data: Towards Selection of Adapted Cultivars to Global Warming. *Agronomy* 2022, 12(12), 2975; <https://doi.org/10.3390/agronomy12122975>
6. Abou-Tammame D., Zouhri A., Boutarfa A., Fathi J., Aboutayeb R. (2022). The Effect of Purified Wastewater on the Physicochemical Properties of Agricultural Soils in Chaouia in Morocco. *Journal of Ecological Engineering*, 23(1), 34–42.
7. Acherkouk M., Ayadi M., Al Gharad A. (2022). Ingestion alimentaire de caprins sur pâturages de hautes montagnes dans le Nord du Maroc. *AfriMed Agricultural Journal*, 136, 159-171.
8. Adiba A., Haddioui A., Outghouliast H., Hamdani A., Mekaoui A., & Charaf J. (2022). Evaluation of cuttings ability of eighteen pomegranate cultivars from an ex-situ collection under influence of stem age and IBA treatment. *Scientia Horticulturae*, 304, 111281.
9. Adiba A., Hssaini L., Haddioui A., Hamdani A., & Razouk R. (2022). Biochemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice as influenced by severe water stress. *Scientia Horticulturae*, 304, 111286.
10. Afi C., Hallam J., Mimouni A., Msanda F. and Ait Aabd N. (2022). SalineWater Irrigation Effect on Oil Yield and Quality of Argan Trees Domesticated in Laÿoune, Morocco. *Environ. Sci. Proc.* 2022, 16, 45. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016045>.
11. Ahansal K., Aadel H., Udupa S. M., Gaboun F., Abdelwahd R., Ibriz M., & Iraqi D. (2022). Effect of picloram and 2, 4-D on plant regeneration from mature and immature embryos of Moroccan durum wheat varieties. *Journal of Plant Biotechnology*, 49(2), 131-138. <https://doi.org/10.5010/JPB.2022.49.2.131>
12. Ahansal K., Abdelwahd R., Udupa S.M., Aadel H., Gaboun F., Ibriz M., Iraqi D. (2022). Effect of type of mature embryo explants and acetosyringone on Agrobacterium-mediated transformation of Moroccan durum wheat. *Bioscience Journal*, vol. 38, pp. e38007 – e38007. <https://doi.org/10.14393/BJ-v38noa2022-54513>
13. Ait Aabd N., Tahiri A., Qessaoui R., Mimouni A. and Bouharroud R. (2022). Self- and Cross-Pollination in Argane Tree and their Implications on Breeding Programs. *Cells* 2022, 11, 828. <https://doi.org/10.3390/cells11050828>.
14. Ait Aabd N., Tahiri A., Qessaoui R., Mimouni A. and Bouharroud R. (2022). Floral structure and pollinizer tree as reliable factors for cross-breeding system of *Argania spinosa*. *AfriMed AJ –Al Awamia* (135). p. 64-83.
15. Ait Elallem K., Ben Bakrim W., Ennoury A., Metougui M.L., Yasri A., Boularbah A. (2022). Germination Parameters and Responses of Antioxidant Enzymatic Activities of Two Medicinal Plants (*Peganum harmala* L. and *Origanum majorana* L.) Under Heavy Metal Stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22, 3942–3957 (2022). <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00943-4>
16. Ait Hida A., Tahiri A., Azlay L., Idrissi Hassani L.A. et Mokhtari M. (2022). Effects of cutting origin and exogenous auxin treatment on the rooting of *Rosa damascena* (Mill) cuttings from the M'goun-Dades valleys in Morocco. *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. Vol. 8(1). P. 134-154.
17. Ait M'Barek S., Bouslihim Y., Rochdi A., & Miftah A. (2022). Effect of LULC data resolution on hydrological and erosion modeling using SWAT model. *Modeling Earth Systems and Environment*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s40808-022-01537-w>
18. Ait-Kaki A., Chebli Y., El Otmani S., Moula N. (2022). Effects of yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) and turmeric powder (*curcuma*) on laying hens' performance, physical and nutritional eggs quality. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 47(2), 87-96.
19. Akroud H., El Bouhssini M., Bouharroud R., Udupa S., Henkrar F., Boujghagh M., Koussa T. and Sbaghi M. (2022). Genetic relations as estimated by SSR markers among a set of Moroccan cactus genotypes with different degrees of resistance to cochineal scale insect *Dactylopius opuntiae*. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, Vol. 24, 159-171. <https://www.jpacd.org/jpacd/article/view/480/362>
20. Akroute D., Benkirane R., Habbadi Kh., El Bakkali A., Razouk R., Ogad Y., BenBouazza A., El Iraqui S. (2022). Incidence of Codling moth (*C. pomonella* L.) in apple tree cultivars according to its voltinism and some physicochemical traits of fruits. *Heliyon* (19)
21. Aliyat F. Z., Maldani M., El Guilli M., Nassiri L., & Ibjibijien J. (2022). Phosphate-Solubilizing Bacteria Isolated from Phosphate Solid Sludge and Their Ability to Solubilize Three Inorganic Phosphate Forms: Calcium, Iron, and Aluminum Phosphates. *Microorganisms*, 10(5), 980. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10050980> (Scopus).
22. Alkan M., Bayarkton H., Imren M., Ozderim F., Lahlali R., Mokriani F., Paulitz T., Dababat A., Goksel O. (2022). Monitoring of Host Suitability and Defense-Related Genes in Wheat to *Bipolaris sorokiniana*. *J. Fungi*: 8(2):149. <https://www.mdpi.com/2309-608X/8/2/149>
23. Annicchiarico P., Nazzicari N., Bouizgaren A., Hayek T., Laouar M., Cornacchione M., Basigalup D., Monterrubio Martin C., Brummer E. C., & Pecetti L. (2022). Alfalfa genomic selection for different stress-prone growing regions. *The Plant Genome*, e20264. <https://doi.org/10.1002/tpg2.20264>
24. Aouzal S., Krimi Bencheqroun S., Zemat L., Mbasani-Mansi J., Zakari Z., Haggoud A., Gaboun F., Khayi S., Houmairi H., Mentag R. (2022). Genetic Diversity and Population Structure of Moroccan *Botrytis* Spp. Strains, Causing Chocolate Spot Disease in Faba Bean. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 2022, 55, 761–772, doi:10.1080/03235408.2022.2047368.
25. Aouzal S., Toffolatti S., Errati H., Mentag R., Houmairi H. and Krimi Bencheqroun S. (2022). Fungicide resistance of *Botrytis fabae* population isolated from faba bean in Morocco. *Phytopathologia Mediterranea* 61(1): 220. <https://doi.org/10.36253/phyto-13613>
26. Baggar A., Safi A., Gaboun F., Taghouti M., Benbrahim N. (2022). Identification of stable lentil genotypes through genotype by environment interaction on yield potential in Morocco. *Plant Science Today*, DOI: <https://doi.org/10.14719/pst.1814>

27. Bahedi N., Harbouze R., Elame F. (2022). Évaluation des coûts sanitaires non-marchands liés à l'utilisation des pesticides. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 10(1) (Mars 2022) 217-221
28. Baiz Z., Azim K., Hamza A., Dahmani J., & El Guill M. (2022). Effect of Solid Phosphate Sludge Amendments on the Growth of Fruit and Forest Trees in the Nursery. *Sustainability*, 14(24), 16819. <https://doi.org/10.3390/sui42416819>
29. Barakat I., Chtaina N., El Kamli T., Grappin P., El Guill M., Ezzahiri B. (2022). Bioactivity of *Trichoderma harzianum* A peptaibols against *Zymoseptoria tritici* causal agent of septoria leaf blotch of wheat. *Journal of Plant Protection Research*
30. Bechchari A., (2022). Amélioration des pratiques d'engraissement des ovins sur les hauts plateaux du Maroc oriental. *African and Mediterranean Agricultural Journal-Al Awamia*, (136), 37-51. DOI: <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/afrimed-136.34770>
31. Ben Bakrim W., Ezzariai A., Karouach F., Sobeh M., Kibret M., Hafidi M., Kouisni L., Yasri A. (2022). *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms: A Comprehensive Review of Its Chemical Composition, Traditional Use, and Value-Added Products. *Frontiers in pharmacology*, 13, 842511-842511, 2022,
32. Ben Moula A., El Amiri B. (2022). Factors influencing seminal plasma composition and its relevance to succeed sperm technology in sheep: An updated review. *Small Ruminant Research*, Volume 215, October 2022, 106759.
33. Ben Moula A., Badi A., Hamidallah N., Allai L., El Khalil K., El Fadili M., Moussafer Z., El Amiri B. (2022). Effect of ejaculation frequency on ram semen characteristics, seminal plasma composition and chilled sperm quality. *Journal of Central European Agriculture*, 2022, 23(4), p.722-731
34. Ben Mrid R., Ennoury A., Roussi Z., Naboulsi I., Benmrid B., Kchikich A., Omari R., El Nhiri M., Yasri A. (2022). Thymoquinone Alleviates Cadmium Induced Stress in Germinated *Lens culinaris* Seeds by Reducing Oxidative Stress and Increasing Antioxidative Activities. *Life*. 2022; 12(11):1779. <https://doi.org/10.3390/life12111779>
35. Benali A., Haremarugira S., Bitar A., El Maadoudi El H., Kabbour M.R., et Noutfia Y. (2022). Composition en antioxydants et activité coagulante des artichauts sauvage et cultivé au Maroc (*Cynara cardunculus* L.). *AfriMed AJ –Al Awamia* (134). p. 200-216
36. Benbati M., Benjelloun B., Boulmane S., Elfazazi K., Haddioui A., El Hansali M., Keli A. (2022). Effet de la pulpe de betterave ensilée sur l'évolution du poids des brebis et la croissance des agneaux durant la lactation. *African and Mediterranean Agricultural Journal - Al Awamia*, [S.l.], n. 136, p. 67-80, sep. 2022. <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/afrimed-136.34827>.
37. Benbati M., Elfazazi K., Chafki L., Azzouzi H., Haddioui A., El Hansali M. and Keli A. (2022). Effets des grignons d'olives sur les performances d'engraissement, les caractéristiques de la carcasse et la qualité de la viande des agneaux. *African and Mediterranean Agricultural Journal - Al Awamia*, [S.l.], n. 136, p. 53-66, sep. 2022.
38. Benicha M., Ayadi M., Zantar S., Mrabet R. (2022). Sorption-desorption equilibria of Deltamethrin in two contrasting agricultural soils of Loukkos North-west of Morocco. *AfriMed Agricultural Journal*, 135, 16-36.
39. Benicha M. & Mrabet R. (2022). R'mel groundwater quality as influenced by agricultural activities. *AfriMed AJ*. 137:123-138. <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/afrimed-137.36810>
40. Bennani S., Birouk A., Jlibene M., Sanchez-Garcia M., Nsarellah N., Gaboun F., Tadesse W. (2022). Drought-Tolerance QTLs Associated with Grain Yield and Related Traits in Spring Bread Wheat. *Plants* (11) 986. <https://doi.org/10.3390/plants11070986>
41. Bennani S., Nsarellah N., Birouk A. (2022). Roots and shoot traits contributing to drought tolerance from germination to maturity stages for bread wheat. *Acta fytotechn zootecn*, 25, (3) : 247–258. <https://doi.org/10.15414/afz.2022.25.03.247-258>
42. Bensiddek Y., Boutaleb Jouati A., Blenzar A., Amiri S., Asfers A., Mokri F., Lahlali R. (2022). Biological control potential of Moroccan entomopathogenic nematodes for managing the flatheaded root-borer, *Capnodis tenebrionis* (Linné) (Coleoptera: Buprestidae). *Crop Protection* 158; <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.105991>
43. Bidima Michelle G. S., Chtaina N., Ezzahiri B., El Guill M., Barakat I. (2022). Effect of soil solarization and organic amendments on *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 1-17.
44. Bidima Michelle G. S., Chtaina N., Ezzahiri B., El Guill M., Barakat I., El Kamli T. (2022). Antifungal activity of bioactive compounds produced by the endophyte *Bacillus velezensis* NC318 against the soil borne pathogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Journal of Plant Protection Research* 2022;62(4):326–333
45. Bidima Michelle G. S., Chtaina N., Ezzahiri B., El Guill M., Barakat I., Khezane A. (2022). Efficacité d'une souche de *Bacillus velezensis* dans le biocontrôle de la pourriture racinaire de la betterave à sucre due à *Sclerotium rolfsii*. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 10(4) (Décembre 2022) 455-460
46. Bouarda J., M Bassi F., Wallwork H., Benchacho M., Labhili M., Maafa I., El Aissami A., Bentata F. (2022). Evaluation of Durum Wheat Genotypes for Resistance against Root Rot Disease Caused by Moroccan *Fusarium culmorum* Isolates. *Plant Pathol J.* 2022 Feb;38(1):1-11. doi: 10.5423/PJ.OA.09.2021.0137.
47. Bouchiha F., Mazri M.A. (2022). Micropropagation of cactus pear (*Opuntia ficus indica*) by organogenesis. *AfriMed* 135, 1–15. <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/afrimed-135.33263>.
48. Bouddine T., Laaroussi H., Bakour M., Guirrou I., Khallouki F., Mazouz H., Hajjaj H., Hajji L. (2022). Organic Honey from the Middle Atlas of Morocco: Physicochemical Parameters, Antioxidant Properties, Pollen Spectra, and Sugar Profiles. *Foods* 2022, 11, 3362. doi: 10.3390/foods11213362.
49. Bounadi I., Allali K., Fadlaoui A., Dehhaoui M. (2022). Can Environmental Regulation Drive the Environmental Technology Diffusion and Enhance Firms' Environmental Performance in Developing Countries? Case of Olive Oil Industry in Morocco. *Sustainability*, 14(22), 15147.
50. Bouras H., Choukr-Allah R., Mossedaq F., Bouaziz A., Prasad Devkota K., El Mouttaqi A., Bouazzama B., Hirich A. (2022). Does Phosphorus Fertilization Increase Biomass Production and Salinity Tolerance of Blue Panicum (*Panicum antidotale* Retz.) in the Salt-Affected Soils of Arid Regions?. *Agronomy* 2022, 12(4), 791; <https://doi.org/10.3390/agronomy12040791>
51. Bouskout M., Bourhia M., Al Feddy M.N., Dounas H., Salamatullah A.M., Soufan W., Nafidi H.-A., Ouahmane L. (2022). Mycorrhizal Fungi Inoculation Improves *Capparis spinosa*'s Yield, Nutrient Uptake and Photosynthetic Efficiency under Water Deficit. *Agronomy* 2022, 12, 149. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010149>.
52. Bouslih Y., Kharrou M. H., Miftah A., Attou A., Bouchaou L., Chehbouni A. (2022). Comparing Pan-sharpened Landsat-9 and Sentinel-2 for Land-Use Classification Using Machine Learning Classifiers. *J geovis spat anal* 6, 35. <https://doi.org/10.1007/s41651-022-00130-0>
53. Bousselham M., Lemriss S., Dhiba D., Allam Y., Souiri A., Younes A., Saidi N., Boukcim H. and Hamdali H. (2022). Streptomycetaceae and Promicromonosporaceae: Two Actinomycetes Families from Moroccan Oat Soils Enhancing Solubilisation of Natural Phosphate. *Microorganisms* 10 (6): 1116. Doi: 10.3390/microorganisms10061116.

54. Boutjaguat I., Hmimid F., Errami A., Bouharroud R., Qessaoui R., Etahiri S., Benba J. (2022). Chemical composition and Insecticidal effects of Essential oil from *Fucus spiralis* on pupae and adult to *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. Vol. 40, 102308 <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102308>
55. Channaoui S., Mazouz H., Labhilili M., El Fechtali M., & Nabloussi A. (2022). Inheritance of dwarfism and narrow lobed-leaf in two rapeseed (*Brassica napus* L.) mutant lines. *Heliyon*, 8(12), e12649. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12649>
56. Charafi J., Houmanat K., El Kettabi Z., Messaoudi Z., Ait Haddou L., Outghouliast H., Mamouni A. & Tahiri M. (2022). Molecular Determination of Denomination Confusion Among the Main Cultivated Fig Trees (*Ficus carica* L.) in Morocco. *Erwerbs-Obstbau* 64, 631–638 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00715-5>
57. Chauiyakh O. El Fahime El M., Ninich O., Aarabi S., Bentata F., Chaouch A., Ettahir A. (2022). First report of the lignivorous fungus *pleurostoma richardsiae* in *Cedrus atlantica* M. in Morocco. *Wood Research*, 67(4): 2022 700-707 pp. doi.org/10.37763/wr.1336-4561/67.4.700707
58. Chebli Y., Boulaich H., Chentouf M., El Otmani S. (2022). Seasonal feeding behavior of goat kids browsing in Mediterranean forest rangeland of Bouhachem Natural Park, Northern Morocco. *Livestock Research for Rural Development*, 34,107.
59. Chebli Y., El Otmani S., Hornick J.L., Bindelle J., Cabaraux J.F., Chentouf M. (2022). Estimation of grazing activity of dairy goats using accelerometers and Global Positioning System. *Sensors*, 22(15), 5629; <https://doi.org/10.3390/s22155629>
60. Chebli Y., El Otmani S., Hornick J.L., Keli A., Bindelle J., Chentouf M., Cabaraux J.F. (2022). Using GPS collars and sensors to investigate the grazing behavior and energy balance of goats browsing in a Mediterranean forest rangeland. *Sensors*, 22(3), 781; <https://doi.org/10.3390/s22030781>
61. Chebli Y., Boulaich H., Chentouf M., El Otmani S. (2022). La composition chimique des espèces pastorales broutées par les caprins au niveau d'un parcours forestier du Parc Naturel de Bouhachem. *AfriMed Agricultural Journal*, 136, 136, 109-124.
62. Chebli Y., El Otmani S., Cabaraux J.F., Keli A., Chentouf M. (2022). Using GPS tracking collars and sensors to monitor the grazing activity of browsing goats in forest rangeland. *Engineering Proceeding*, 4. <https://doi.org/10.3390/ecs-a9-133>
63. Chebli Y., El Otmani S., Hornick J.L., Keli A., Bindelle J., Cabaraux J.F., Chentouf M. (2022). Forage Availability and Quality, and Feeding Behaviour of Indigenous Goats Grazing in a Mediterranean Silvopastoral System. *Ruminants*, 2(1), 74-89. <https://doi.org/10.3390/ruminants2010004>
64. Cheg dali Y., Ouabbou H., Essamadi A., Sahri A., Rios C. N., Dreisigacker S., & Guzmán C. (2022). Distribution of alleles related to grain weight and quality in Moroccan and North American wheat landraces and cultivars. *Euphytica*, 218(9), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03078-w>
65. Chetto O., Abbouch B., Talha A., Benyahia H. (2022). Caractérisation morpho-pomologique de 23 accessions de citronnier de la collection El Menzeh de l'INRA Maroc. *African and Mediterranean Agricultural Journal-Al Awamia*, 2022, no 135, p. 84-105.
66. Chiboub B., Maâtougui A., Sehhar E., Aboukhalid K., Baghour M., Bahni M. (2022). Sexual and asexual propagation of *Artemisia herba-alba*; a native pastoral species highly valued by sheep and over-exploited. *AfriMed AJ –Al Awamia* (136). p. 173-192.
67. Daaboub A., Radouane N., Tahiri A., Belabess Z., Amiri S., Kowalska J., Lahlali R. (2022). Biological Control Using Beneficial Microorganisms as an Alternative to Synthetic Fungicides for Managing Late Blight Disease, *Potato Research*, p.p.1-23. <https://doi.org/10.1007/s11540-022-09555-y>
68. Ejjilani A., Houmanat K., Hanine H., Hssaini L., Elfazazi K., Hernandez F., Hmid I. & Razouk R. (2022). Pomegranate morpho-chemodiversity: computational investigations based on in-vivo and in-vitro screening. *Heliyon*, 8(5), e09345.
69. EL Aalaoui M., Mokrini F., Dababat A., Lahlali R and Sbaghi M. (2022). Moroccan entomopathogenic nematodes as potential biocontrol agents against *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae). *Scientific Reports*, 12(1), 1-17. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11709-4>
70. EL Aalaoui M., Sbaghi M. (2022). Field and Laboratory Evaluation of d-Limonene, Mineral Oil, and Potassium Salts of Fatty Acid against *Nysius raphanus* (Hemiptera : Lygaeidae). *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 38(1), 1-15. <https://doi.org/10.3954/JAUE21-04>
71. EL Aalaoui M., Sbaghi M. (2022). Temperature Dependence for Survival, Development, and Reproduction of the Cactus Cochineal *Dactylopius opuntiae* (Cockerell). *Insects*, 13(5), 426. <https://doi.org/10.3390/insects13050426>
72. EL Aalaoui M., Sbaghi M. (2022). Evaluation of the planting method, and auxin hormone for vegetative multiplication of *Opuntia* spp. varieties resistant to *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera : Dactylopiidae) in Morocco. *African and Mediterranean Agricultural Research Journal-Al-Awamia*, (135), 37-63
73. EL Aalaoui M., Sbaghi M. (2022). Biological and reproduction performance of *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera : Dactylopiidae) fed *Dellahia* and *Opuntia ficus-indica* Under Moroccan Conditions. *Acta Horticulturae*. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1343.70>
74. EL Aalaoui M., Sbaghi M. (2022). Life cycle and population growth parameter analysis of the mealybug *Phenacoccus solenopsis* on three new host plants. *Arthropod-Plant Interactions* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11829-022-09905-0>
75. El Aïmani A., Houari A., Laasli SE., Mentag R., Iraqi D., Diria G., Lahlali R., Dababat A., and Mokri F. (2022). Antagonistic potential of Moroccan entomopathogenic nematodes against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* on tomato under greenhouse conditions. *Sci Rep* 12, 2915. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07039-0>.
76. El Allaoui N., Hamal A., Achbani E.H., Benbouazza A., Douira A., Habbadi K. (2022). Germination et viabilité du *Bromus rigidus* sous l'action de différents traitements chimiques. *AFRIMED AJ -Al Awamia*, DOI: 10.34874/IMIST.PRSM/afrimed-1135.34345
77. El Amiri B., Sibaouei H., Harrak H. (2022). Vers la labellisation de la race ovine Sardi à travers l'évaluation du savoir-faire local en pratique d'élevage et la caractérisation des carcasses et des viandes. *African and Mediterranean Agricultural Journal (AFRIMED AJ - Al Awamia)*, (134). p. 76-94.
78. El Attar I., Taha K., Oubohssaine M., Diouf B., Ait Jenk H., Berraho El B., Thami Alami I. and Aurag J. (2022). Phytobeneficial bacterial inoculants for common bean growth and productivity in nitrogen and phosphorus deficient soils. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 59:157-163.
79. El Azhari H. Cherif E., Sarti O., Azzirgue E., Dakak H., Yachou H., Esteves da Silva J., Farida Salmoun. (2022). Assessment of Surface Water Quality Using the Water Quality Index (IWQ), Multivariate Statistical Analysis (MSA) and Geographic Information System (GIS) in Oued Laou Mediterranean Watershed, Morocco. *MDPI. Water journal.2022-12-29* | ; <https://doi.org/10.3390/w15010130>.
80. El Haddoury J. (2022). La lignée du triticale 98DHTCL55, une variété née du pollen. *AfriMed AJ –Al Awamia* (135). p. 136-148
81. El Hafidi S., Bakhy Kh., Ouhssine M., Benzakour A., Khamar H., Casanova J., Paoli M., Tomi F. (2022). Composition and Chemical Variability of the Essential Oil from Aerial Parts of *Cladanthus scariosus*, an Endemic Species to the Moroccan High Atlas. *Chemistry & Biodiversity* (2.745). <https://doi.org/10.1002/cbdv.202201022>

82. El Hafidi S., Ouhsseine M., Benzakour A., Gaboun F., Khamar H., Bakhy Kh. and Homrani Bakali A. (2022). Site effect on seed germination of two species of *Cladanthus* in Morocco. *AfriMed AJ –Al Awamia*(137). p.103-121
83. El Hamdi A., Morarech M., El Mouine Y., Rachid A., El Ghmari A., Yameogo S., Chalidakis K., Yachou H., Kacimi I., Zouahri A., Dakak H., Bouramtane T., Valles V., Barbiero L. (2022). Sources of spatial variability of soil salinity: the case of Beni Amir irrigated command areas in the Tadla Plain, Morocco. *Arid Land Research and Management Journal*, 2022, 36 (3), 2022. <https://doi.org/10.1080/15324982.2022.2026531>
84. El Hamdi A., El Mouine Y., Morarech M., Valles V., Yachou H., and Dakak H. (2022). Spatial Variability of Soil Salinity: The Case of Beni Amir in the Tadla Plain of Morocco. The 2nd International Laayoune Forum on Biosaline Agriculture, 14–16 June 2022; MDPI. *Environ. Sci. Proc.* 2022,16(9). <https://doi.org/10.3390/environsciproc202201609>. Available online: <https://lafoba2.sciforum.net/>
85. El Handi K., Hafidi M., Sabri M., Frem M., El Moujabber M., Habbadi K., Haddad N., Abou Kubaa R., Achbani EH. (2022). Continuous Pest Surveillance and Monitoring Constitute a Tool for Sustainable Agriculture: Case of *Xylella fastidiosa* in Morocco. *Sustainability* 2022, 14(3), 1485; <https://doi.org/10.3390/su14031485>
86. El Handi K., Mourou M., Habbadi K., Achbani. El H., Sabri M., Hafidi M., El Moujabber M., Valentini F. (2022). Isolation and Molecular Characterization of *Xylella fastidiosa* from Different Host Plant Species in Italy (Apulia Region). *AfriMed AJ –Al Awamia* (137). p. 65-85
87. El Hazzam K., Mhada M., Metougui M.L., El Kacimi K., Sobeh M., Taourirte M. and Yasri A. (2022). Box–Behnken Design: Wet Process Optimization for Saponins Removal From *Chenopodium quinoa* Seeds and the Study of Its Effect on Nutritional Properties, *Frontiers in Nutrition*, 9,2022,Frontiers Media SA. doi: 10.3389/fnut.2022.906592
88. El Ismaili S., Maurady A., Lachkar M., Britel M.R. et Homrani B.A. (2022). Effect of temperature and different pre-treatments on seed germination of *Stachys mouretii* Batt. & Pit. *J. of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* (32), 100438. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2022.100438>
89. El Janati M., Akkal-Corfini N., Robin P., Oukarroum A., Sabri A., Thomas Z., Chikhaoui M., Bouaziz A. (2022). Compost from Date Palm Residues Increases Soil Nutrient Availability and Growth of Silage Corn (*Zea mays* L.) in an Arid Agroecosystem. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* volume 22, pages3727–3739 (2022). <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00922-9>.
90. El Janati M., Robin P., Akkal-Corfini N., Bouaziz A., Sabri A., Chikhaoui M., Thomas Z., Oukarroum A. (2022). Composting of date palm residues to serve the circular agriculture in oases. *Biomass Conv. Bioref.* (2022). <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03387-z>
91. EL kadili S., Chentouf M., Raes M., Bister J.L., Beckers J.F., Amzati G., Madani I., Archa B. , Kirschvink N. (2022). Response to the sexually active buck effect in Beni Arouss goats primed with progestagens during the anoestrus and breeding seasons. *Italian Journal of Animal Science*, 21, 1, 1094-1103. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2093657>.
92. El Koudrim M. (2022). Options alternatives intégrées d'alimentation pour le cheptel des zones arides et semi-arides du Maroc. *AfriMed AJ –Al Awamia*(136). p. 129-142
93. El Mouine Y., El Hamdi A., Morarech M.,Valles V., Yachou H., and Dakak H. (2022). Groundwater Contamination Due to Landfill Leachate- Case Study of Tadla Plain. *MDPI. Environ. Sci. Proc.* 2022,16(1), 53; <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016053> online: <https://lafoba2.sciforum.net/>
94. El Mrini S., Aboutayeb R. and Zouhri A. (2022). Effect of initial C/N ratio and turning frequency on quality of final compost of turkey manure and olive pomace. *Journal of Engineering and Applied Science* 69:37.
95. El Otmani S., Boulach H., Chentouf M., Chebli Y. (2022). Évaluation de la composition chimique des résidus agricoles du Nord du Maroc: cas de résidus de fraise, de framboise, d'haricot, de pois chiche et de féverole. *AfriMed Agricultural Journal*, 136, 94-108.
96. EL ouardi Y., Aknouch A., Dadouch A., Mouhib M., Benmessaoud M. (2022). Design of a protective shield for a radiological emergency intervention using Monte Carlo simulation and an anthropomorphic phantom. *Radiation and Environmental biophysics* 61(3), 425 – 433. 10.1007/s00411-022-00982-6
97. EL ouardi Y., Aknouch A., Dadouch A., Mouhib M., Benmessaoud M. (2022). Use of gamma irradiation for decorative coloring of glass in the Moroccan NIAR facility. *E3S Web of conferences*, 336, 00056. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202233600056>
98. Elalaoui O., Allali K., Fadlaoui A., Maatla N., Ibrahimy A. (2022). Dynamic Assessment of Agriculture and Economic Growth Nexus in Morocco: Evidence from Structural VAR and Directed Acyclic Graphs. *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 10(4): 150-165.
99. Elbouny H., Ouahzizi B., Homrani B.A., Sellam K. et Alem C. (2022). Phytochemical study and antioxidant activity of two Moroccan Lamiaceae species: *Nepetella nepetella* subsp. *amethystina* and *Sideritis arborescens* Salzm. ex Benth. *J. of Analytical Sciences and Applied Biotechnology*. Vol. 4 (1) p. 15-21.
100. Elbouny H., Ouahzizi B., Homrani B.A., Sellam K. et Alem C. (2022). A review on Moroccan thyme species: ethnopharmacological, phytochemical, and biological aspects. *Egyptian Pharmaceutical Journal*, vol. 0 (0) p. 1-10. DOI:10.4103/epj.epj_83_22.
101. Elbouny H., Ouahzizi B., Bouhlali E. D. T., Sellam K., Alem C. (2022). Pharmacological, biological and phytochemical aspects of *Thymus munbyanus* Boiss. & Reut.: A review. *Plant Sci. Today*, 9(2), 399-404. <https://doi.org/10.14719/pst.1494>.
102. Elfazazi K., Azzouzi H., Noutfia Y., Houmy N., Benbati M., Harrak H. (2022). Assessment of light conditions effect on nutritional quality and bioactive compounds of Moroccan clementine juice during cold storage. *African and Mediterranean Agricultural Journal (AFRIMED AJ - Al Awamia)*, (134). p. 256-274.
103. Elfazazi K., Chafki L., Elkettabi Z., Noutfia Y., Charafi J. and Fakhour S. (2022). Quality attributes, chemical properties, and selected bioactive compounds of pomegranate juice (*Punica granatum* L.) processed from arils after freezing storage. *AfriMed AJ –Al Awamia* (134). p. 236-255
104. Ennaciri H., Handaji N., Brhadda N., Benyahia H., Ziri R., Hmimidi A., Daghouj O., Aderdour T. and Benaouda H. (2022). Optimization of In Vitro Embryo Rescue for Mandarins Triploids (*Citrus reticulata*) Obtained from Diploids Crosses. *Intl J Agric Biol* 28:210–218.
105. Errati H., Lebbar S., Dari Kh., Hilali L., Krimi Bencheqroun S. (2022). Valorization of *Gelidium sesquipedale* residue in the control of *Ascochyta* blight of chickpea. *Phytopathologia Mediterranea* 61(1): 199. <https://doi.org/1036253/phyto-13613>
106. Errati H., Krimi Bencheqroun S., Aboutayeb R., Abail Z., Lebbar S., Dari Kh. and Hilali L. (2022). Assessment of the Red Seaweed *Gelidium sesquipedale* By-Products as an Organic Fertilizer and Soil Amendments. *Sustainability*. MDPI 14, 14217 <https://doi.org/10.3390/su142114217>
107. Ezrari S., Lazraq A., El Housni Z., Radouane N., Belabess Z., Mokrimi F., Tahiri A., Amiri S., Lahlali R. (2022). Evaluating the sensitivity and efficacy of fungicides with different modes of action against *Neocosmospora solani* and *Fusarium* species, causing agents of citrus dry root rot, *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 55 (9). <https://doi.org/10.1080/03235408.2022.2081765>

108. Ezrari S, Radouane N, Tahiri A., El Housni Z, Mokri F., Özer G., Lazraq A., Belabess Z., Amiri S., Lahlali R. (2022). Dry root rot disease, an emerging threat to citrus industry worldwide under climate change: A review, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, Vol. 117.
109. Fadli A., Benyahia H., Sajjad H. (2022). Phytophthora-citrus interactions and management strategies: a review. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2022, vol. 46, no 5, p. 730-742.
110. Fanedoul J., Belghazi F., Sahri A., Zouine M., Harrak H., El Ghadraoui L., Bekkaoui F. (2022). Characterization of a tomato collection from different regions of Morocco. *African and Mediterranean Agricultural Journal (AFRIMED AJ - Al Awamia)*, (134). p. 177-199.
111. Farhaoui A., Adadi A., Tahiri A., El Alami N., Khayi S., Mentag R., Ezrari S., Radouane N., Mokri F., Belabess Z., and Lahlali R. (2022). Biocontrol potential of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) against *Sclerotium rolfsii* diseases on sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Physiological and Molecular Plant Pathology* 2022, 119, 101829, DOI:10.1016/j.pmp.2022.101829.
112. Guirrou I., Kassimi C., Fatemi Z. A., Daoui K., & Noutfia Y. (2022). Impact du renforcement du couscous par des légumineuses alimentaires sur le profil biochimique et microbiologique. *African and Mediterranean Agricultural Journal Al Awamia*, (134), 129-149.
113. Habbadi K., El Iraqui E. S., Benbouazza A., Benali T., Achbani E.H. (2022). Yield, phytochemical characterization and anti-Allorhizobium vitis activity of essential oils from four Eucalyptus species growing in Morocco. *AfriMed AJ –Al Awamia* (137). p. 87-101
114. Hallam J., Abail Z., Benmrch, AM., Bouamair, A., Lahlali M. (2022). Earthworm biodiversity in Morocco: First survey of earthworm richness, diversity and distribution in the Souss-Massa region. *Zootaxa* 5213(3):269-278. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.0000.0.0>
115. Hamdani A., Bouda S., Houmanat K., Outghouliast H., Razouk R., Adiba A., & Charafi J. (2022). Genetic diversity revealed via molecular analysis of moroccan and foreign plum (*Prunus domestica*; *Prunus salicina*) genotypes from an ex-situ collection. *Vegetos*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s42535-022-00463-7>
116. Hamdani A., Hssaini L., Bouda S., Adiba A., Razouk R. (2022). Japanese plums behavior under water stress: Impact on yield and biochemical traits. *Heliyon*, 8(4): 1-10.
117. Hamdouch A., Asdadi A., Bijla L., Gharby S., Bouharrou R., Chebli B., Idrissi Hassani L. M. (2022). Leaves and seeds extracts of *Vitex agnus castus* L. an ecological and effective alternative to conventional insecticides against fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Caspian Journal of Environmental Sciences*, Vol. 20 No. 5 pp. 117-125. Doi: 10.2124/cjes.2022.6092 (https://cjes.guilan.ac.ir/article_6092.html)
118. Hanade Houmma I., El Mansouri L., Gadal S., Maman G. & Hadria R. (2022). Modelling agricultural drought: a review of latest advances in big data technologies. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 2022, vol. 13, no 1, p. 2737-2776.
119. Hanade Houmma I., El Mansouri L., Gadal S., Mamane Barkawi M. B., & Hadria R. (2022). Prospective analysis of spatial heterogeneity influence on the concordance of remote sensing drought indices: a case of semi-arid agrosystems in Morocco (Moulouya and Tensift watersheds). *Geocarto International*, 1-26.
120. Harrak H., (2022). Main achievements of research in improving and developing Moroccan date postharvest valorization: A review. *African and Mediterranean Agricultural Journal (AFRIMED AJ - Al Awamia)* (134). p. 01-29.
121. Harrak H., El Antari A., Ben Hilal H., Lalaoui Rachidi M. Y., Zantar S. (2022). Evaluation des critères physiques, physicochimiques et biochimiques et des activités biologiques des graines et des huiles des graines du fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill.). *African and Mediterranean Agricultural Journal (AFRIMED AJ - Al Awamia)* (134). p. 150-176.
122. Hirich E. H., Bouizgarne B., Zouahri A., Ibn Halima O. and Azim K. (2022). How does compost amendment affect stevia yield and soil fertility? *LAFOBA2*. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016046>
123. Hirich E. H., Bouizgarne B., Zouahri A., Azim K. (2022). Agronomic practices and performances of *Stevia rebaudiana bertonii* under field conditions: A systematic review. *Environ. Sci. Proc.* 2022, 16(1), 44; <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016044>
124. Homrani B.A., Susanna A. (2022). *Centaurea achilleifolia* (Asteraceae), a new endemic species from the Oriental Middle Atlas of Morocco. *Phytotaxa* 542 (1): 083–089. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.542.1.7>.
125. Homrani B.A., Harrak H., Noutfia Y. (2022). Évaluation de l'application de la technique "Scozzolatura" sur la qualité des fruits des accessions de figuier de Barbarie dans le contexte oasien du Tafilalet. *African and Mediterranean Agricultural Journal (AfriMed AJ - Al Awamia)*, (134). p. 217-235.
126. Houmy N., Melhaoui R., Kodad S., Elamrani A. (2022). Etude pomologique de quelques génotypes d'amandiers cultivés dans la région orientale du Maroc. *AfriMed AJ –Al Awamia* (134). p. 306-317
127. Houmy N., Esegir L., Fethi M., Elfazazi K., Noutfia Y., Melhaoui R., Zerouali El H. et Elamrani A. (2022). Evaluation de la qualité et de la composition chimique de trois huiles extraites à partir de pépins d'agrumes cultivés dans l'oriental du Maroc. *AfriMed AJ –Al Awamia* (134). p. 292-305
128. Hssaini L., Razouk R., Irchad A., Aboutayeb R., & Ouaabou R. (2022). Do pollination and pollen sources affect fig seed set and quality? First attempt using chemical and vibrational fingerprints coupled with chemometrics. *Journal of Chemistry (Hindawi)* Volume 2022, Article ID 3969165, 13 pages.
129. Hssaini L., Razouk R., & Bouslihim Y. (2022). Rapid prediction of fig phenolic acids and flavonoids using mid-infrared spectroscopy combined with partial least square regression. *Front. Plant Sci.* 13:782159. doi: 10.3389/fpls.2022.782159
130. Iben Halima O., Ilaich H., El Mouridi Z., Zouahri A. et Douaik A. (2022). Soil fertility mapping using three spatial interpolation methods in the Sidi Zouine area, Central Morocco. *AfriMed AJ –Al Awamia*, 137: 191-206.
131. Ibn El Mokhtar F.Z., Errati H., Houmairi H., Krimi Bencheqroun S. (2022). In vitro and in vivo antifungal properties of Thymol against *Ascochyta rabiei*. *Phytopathologia Mediterranea* 61(1): 227. <https://doi.org/10.36253/phyto-13613>
132. Ikraoun H., El Mderssa M., El Mouridi Z., Nassiri L., Ibjibjen J. (2022). Carbon stock assessment and analysis of physicochemical characteristics under seven woody forest formations in Oulmes Central Plateau, Morocco. *Soil Environ.* 41(1): 55-62, 2022
133. Indelicato S., Houmanat K., Bongiorno D., Ejjilani A., Hssaini L., Razouk R., Charafi J., Ennahli S., Hanine H. (2022). Freeze dried pomegranate juices of Moroccan fruits: main representative phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12229>
134. Irchad A., Razouk R., Ouaabou R., Mouhib M., Hssaini L. (2022). Effect of 60Co γ -rays on dried figs adsorption isotherms and thermodynamic properties. *Frontiers in nutrition*, 9:940111. doi: 10.3389/fnut.2022.940111.
135. Jeldi L., Ouled Taarabt K., Mazri M.A., Ouahmane L., Alfeddy M.N. (2022). Chemical composition, antifungal and antioxidant activities of wild and cultivated *Origanum compactum* essential oils from the municipality of Chaoun, Morocco. *South African Journal of Botany (IF 3,111)*, 147, 852–858. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.03.034>.

136. John K., Bouslih Y., Bouasria A., Razouk R., Hssaini L., Isong I. A., Ait M'barek S., O.Ayito E., & Ambrose- Igbo G. (2022). Assessing the impact of sampling strategy in Random Forest-based predicting of soil nutrients: a study case from Northern Morocco. *Geocarto International*, 1-13. doi: 10.1080/10106049.2022.2048091
137. John K., Bouslih Y., Isong I. A., Hssaini L., Razouk R., Kebonye N. M., Agyeman P. C., Penizek V., & Zádorová T. (2022). Mapping soil nutrients via different covariates combinations: theory and an example from Morocco. *Ecological Processes*, 11(1), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s13717-022-00368-y>
138. Kabiri G., Hssaini L., Naim N., Houmanat K., Ennahli S., Fauconnier M-L., Hanine H. (2022). Aromatic potential, quality and antioxidant activity of saffron grown in Morocco. *Flavour and Fragrance Journal*. <https://doi.org/10.1002/ffj.3722>
139. Karouach F., Ben Bakrim W., Ezzari A., Sobeh M., Kibret M., Yasri A., Hafidi M., Kouisni L. (2022). A Comprehensive Evaluation of the Existing Approaches for Controlling and Managing the Proliferation of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*), *Frontiers in Environmental Science*, 9:767871. doi: 10.3389/fenvs.2021.767871
140. Kchikich A., Kirschvink N., Kadili S.E., Raes M., El Otmani S., Chebli Y., Bister J.L., El Amiri B., Barrijal S., Chentouf M. (2022). Effects of Origanum majorana essential oil and antibiotics on the quality of frozen thawed Beni Arouss buck semen. *Reproduction in Domestic Animals*, 00, 1-10. <https://doi.org/10.1111/rda.14285>.
141. Kenfaoui J., Radouane N., Mennani M., Tahiri A., El Ghadraoui L., Belabess Z., Fontaine F., El Hamss H., Amiri S., Lahlali R., Ait Barka E. (2022). A panoramic view on Grapevine Trunk Diseases threats: Case of *Eutypa dieback*, *Botryosphaeria dieback*, and *Esca* disease. *Journal of Fungi*, 8(6):595. doi: 10.3390/jof8060595.
142. Khayi S., Chan K.-G., Faure D. (2022). Patterns of Genomic Variations in the Plant Pathogen *Dickeya Solani*. *Microorganisms* 2022, 10, 2254. doi: 10.3390/microorganisms10112254.
143. Khfif K., Baala M., Bouharrou R., Trivellone V., Walters S.A., Zaid A., Brostaux Y. & El Rhaffari L. (2022). Population ecology of leafhopper *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon, 1922) (Hemiptera: Cicadellidae) and its control based on degree-days in Moulouya area of Morocco. *All Life*, 15:1. 434-441. <https://doi.org/10.1080/26895293.2022.2056526>
144. Khfif K., Benyazid J., Bouharrou R., Mokri F., Sbaghi M. (2022). Study of the control methods practiced against the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824) in citrus orchards of the Moulouya region. *AfriMed Agricultural Journal*, 135, 192-207.
145. Khfif K., Mokri F., Sbaghi M. (2022). Population monitoring of males steriles of Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824) in citrus orchards of the Moulouya region. *AfriMed Agricultural Journal*, 135, 123-135.
146. Khfif K. (2022). La mineuse des feuilles des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae) : Synthèse sur des approches biologiques et chimiques de lutte. *AfriMed Agricultural Journal*, 135, 106-122.
147. Khoulassa S., Elmoualij B., Benlyas M., Meziani R., Bouhlali E. D. T., Benamar H., ... & Essarioui A. (2022). High-Quality Draft Nuclear and Mitochondrial Genome Sequence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* strain 9, the Causal Agent of Bayoud Disease on Date Palm. *Plant Disease*, 106(7):1974-1976. doi: 10.1094/PDIS-01-22-0245-A.
148. Khouya T., Ramchoun M., Elbouny H., Hmidani A., Bouhlali E.D.T., Alem, C. (2022). Loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb) Lindl.): Evaluation of nutritional value, polyphenol composition, antidiabetic effect, and toxicity of leaf aqueous extract. *J Ethnopharmacol.*, 296, 115473. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115473>.
149. Koufan M., Belkoura I., Mazri M.A. (2022). In vitro propagation of caper (*Capparis spinosa* L.): a review. *Horticulturae* (IF 2,923), 8, 737. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8080737>.
150. Kouighat M., Hanine H., El Fechtali M. et Nabloussi A. (2022). Assessment of some sesame mutants under normal and water-stress conditions. *J. Crop Improv.* doi: 10.1080/15427528.2022.2095685.
151. Kouighat M., El Harfi M., Hanine H., El Fechtali M. et Nabloussi A. (2022). Moroccan sesame: Current situation, challenges, and recommended actions for its development. *OCL* 29: 27.
152. Kouighat M., Nabloussi A., Adiba A., El Fechtali M. et Hanine H. (2022). First Study of Improved Nutritional Properties and Anti-Oxidant Activity in Novel Sesame Mutant Lines as Compared to Their Wild-Types. *Plants* 11: 1099. doi: 10.3390/plants11091099.
153. Krif G., Lahlali R., Aissai A., Laasli S., Mimouni A., Serderidis S., Picaud T., Moens A., Dababat A. and Mokri F. (2022). Efficacy of authentic bio-nematicides against the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* infecting tomato under greenhouse conditions. *Physiological and Molecular Plant pathology* 118:10183. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0885576522000182?via%3Dihub>
154. Krimi Bencheqroun S., Ahmed S., Imtiaz M., Hamwieh A., Udupa S. M., Sahri A., Aouzal S. & Kehel Z. (2022). Pathogen diversity and mating types of *Didymella rabiei* isolates collected from Morocco. *Current Plant Biology*, 29, 100231.
155. Krimi Bencheqroun S., Ennouri A., Et-tazy L., Errati H., Lamiri A. (2022). Antifungal and phytotoxic properties of essential oil isolated from three spontaneous *Lamiales* species from Morocco against the main chickpea pathogens. *Phytopathologia Mediterranea* 61(1): 225. <https://doi.org/10.36253/phyto-13613>
156. Laamari A., Laamrani H. and Khoali S. (2022). Smart water governance in Moroccan agriculture: new science and policy collaboration and partnership. *Open Journal of Social Sciences (JSS)*, 2022, 10, 11-27. It is accessible at: <https://www.scirp.org/journal/JSS/>
157. Laasli SE., Imren M., Goksel O., Mokri F., Lahlali R., Bert W., Morgouvo A., Erginbas-Orakci., Dababat A.A. (2022). Interaction of root-lesion nematode (*Pratylenchus thornei*) and crown rot fungus (*Fusarium culmorum*) associated with spring wheat resistance under simulated field conditions, *Phytoparasitica* 50; <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-022-01008-z>
158. Laasli SE., Mokri F., Lahlali R., Tadesse W., Dababat A. (2022). Biodiversity of nematode communities associated with wheat (*Triticum aestivum* L.) in Southern Morocco and their contribution as soil health bioindicators. *Diversity* 2022, 14(3), 194; <https://www.mdpi.com/1424-2818/14/3/194>
159. Lahkim Bennani M., Aarab A., Jaber A., Acherkouk M., Ayadi M. (2022). L'ensilage conserve mieux la qualité nutritive du *Melilotus officinalis* que la fenaison. *AfriMed Agricultural Journal*, 136, 143-158.
160. Lahkim Bennani M., Aarab A., Jaber A., Acherkouk M., Ayadi M. (2022). Effect of yellow sweetclover (*Melilotus officinalis*) hay compared with Lucerne (*Medicago sativa*) hay on carcass characteristics and meat quality of male goat kids. *J Adv Vet Anim Res* 2022; 9(4). <http://doi.org/10.5455/javar.2022.1631>.
161. Lahlali R., Ezrari S., Radouane N., Kenfaoui J., Esmael Q., El Hamss H., Belabess Z., Ait Barka E. (2022). Biological Control of Plant Pathogens: A Global Perspective. *Microorganisms*;10(3):596. doi: 10.3390/microorganisms10030596.
162. Lahlali R., Laasli SE., El Kadili S., Mokri F., Ennahli S., Madani I., El Jaroudi M. (2022). Smallholder farmer aptitudes and perceptions about the impact of COVID-19 pandemic on agriculture in Morocco during the lockdown. *Mor. J. Agri. Sci.* 3 (3): 148-156

163. Lamane H., Moussadek R., Baghdad B., Mouhir L., Briak H., Laghlimi M., & Zouahri A. (2022). Soil water erosion assessment in Morocco through modeling and fingerprinting applications: A review. *Heliyon* 15;8(8):e10209. Doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10209.
164. Langridge P., Alaux M., Almeida N.F., Ammar K., Baum M., Bekkaoui F., Bentley A. R., Beres B.L., Berger B., Braun H.-J., Ferrahi M., Germán S. E. et al. (2022). Meeting the Challenges Facing Wheat Production: The Strategic Research Agenda of the Global Wheat Initiative. *Agronomy* 2022, 12(11), 2767; <https://doi.org/10.3390/agronomy12112767>
165. Legrifi I., Al Fiquigui J., Radouane N., Ezrari S., Belabess Z., Tahiri A., Amiri S., Lahlali R. (2022). First report of *Pythium schmittneri* on olive trees and in Morocco. *Australasian Plant Disease Notes*, Vol. 17, p-p. 1-5.
166. Lembaid I., Moussadek R., Mrabet R., Bouhaouss A. (2022). Modeling Soil Organic Carbon Changes under Alternative Climatic Scenarios and Soil Properties Using DNDC Model at a Semi-Arid Mediterranean Environment. *Climate Journal*, 10, 23. <https://doi.org/10.3390/cli10020023>
167. Loukmas H., Kerak E., Zine H., Harrak H. (2022). Assessment of physical and physicochemical characteristics of fruit mesocarp and peel of ten Moroccan pomegranate cultivars. *Materials Today: Proceedings*, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.08.147>
168. Lyoufi N., Letrib C., Legrifi I., Blenzar A., El Khetabi A., El Hamss H., Belabess Z., Ait Barka E., Lahlali R. (2022). Combination of Sodium Bicarbonate (SBC) with Bacterial Antagonists for the Control of Brown Rot Disease of Fruit. *Journal of Fungi*, 8(6), 636; <https://doi.org/10.3390/jof8060636>
169. Mahir O., Bechchari A. (2022). Updated knowledge on breeding and feeding systems of sheep raised in Beni Mathar steppe of eastern Morocco. *African and Mediterranean Agricultural Journal-AI Awamia*, (136), 1-17. DOI: <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/afirmed-136.34768>
170. Mariami I., Dakak H., Zouahri A., Douaik A., Ilaich H., Cherkaoui Dekkaki H., Yachou H., Ghanimi A. (2022). Mapping and analysis of irrigation water quality in the coastal region of Skhirat-Morocco. The 2nd International Laayoune Forum on Biosaline Agriculture, 14–16 June 2022 MDPI, Volume 16, Environ. Sci. Proc. Journal, 2022,16(1), 20; <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016020>. online: <https://lafoba2.sciforum.net/>
171. Mazri M.A., Koufan M., Moussafir S., Essatte A., Belkoura I. (2022). Recent advances in argan propagation: a review. *Trees (IF 2,888)* 36, 1455–1476 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00468-021-02262-0>.
172. Misbah A., Essarioui A., Noutfia Y. (2022). Technologies post-récolte pour la préservation de la qualité des dattes durant le stockage. *AfriMed AJ –Al Awamia* (134). p. 30-59.
173. Mouhdi Kh., Attaoui A., Bouizgarne B., Bakki M., Azim K., Hallam J. (2022). Réponse de la betterave sucrière (*Beta vulgaris* L.) à l'eau d'irrigation saline sous le système de nano-irrigation. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. Vol. 10 No 1 (2022)
174. Mouhdi K., Attaoui A., Bouizgarne B., Bakki M., Azim K., Hallam J. (2022). Effect of Saline Irrigation Water on Growth and Productivity Growth of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) under Nano Irrigation (Case of Moistube). *LAFOBA2*. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016072>
175. Mouradi M., Farissi M., Lahrizi Y., Oukaltouma Kh., Saaïdi A., Khadraji A., Bouizgarne A., Ghoulam Ch. (2022). Water deficit effects on canopy light interception, chlorophyll fluorescence, and stomatal conductance in Moroccan alfalfa genotypes. *Plant Physiol. Rep.* 27, 469–480 (2022). <https://doi.org/10.1007/s40502-022-00668-7>
176. Moussadek R., Laghrour M., Mrabet R., Van Ranst E., (2022). Crop Yields under Climate Variability and No-Tillage System in Dry Areas of Morocco. *Ecological Engineering & Environmental Technology* 2023, 24(1), 221–232. <https://doi.org/10.12912/27197050/155024>.
177. Mrabet R. (2022). Advanced and emerging agricultural innovations for securing food, climate and ecosystems in Moroccan oasis. *Journal of Oasis Agriculture and Sustainable Development*. Special Issue (June): 6-15. <https://doi.org/10.56027/JOASD.spisso2202>
178. Mrabti I., Haddad N., Moghaddam M., Ziri R., Brhadda N., Smaili M.C. (2022). Current status of the cactus scale *Diaspis echinocacti* Bouché (Hemiptera: Diaspididae) on *Opuntia ficus-indica* and its first morphological and microscopic description in Morocco. *EPPO Bulletin*, 52(3): 718-724. Doi: <https://doi.org/10.1111/epp.12902>.
179. Naboulsi I., Ben Mrid R., Ennouary A., Zouaoui Z., Nhiri M., Ben Bakrim W., Yasri A., Aboulmouhajir A. (2022). *Crataegus oxyacantha* Extract as a Biostimulant to Enhance Tolerance to Salinity in Tomato Plants, *Plants*,11,10,1283,2022,MDPI
180. Naboulsi I., Fakhouri K. E., Lamzira R., Ramdani C., Bitchagno-Mbahbou G., Boulamtat R., Bakrim W. B., Mahdi I., Aboulmouhajir A., Yasri A., Bouhssini M. E., Ward J. L. and Sobeh M. (2022). Insecticidal Activities of *Atriplex halimus* L., *Salvia rosmarinus* Spenn. and *Cuminum cyminum* L. against *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) under Laboratory and Greenhouse Conditions. *Insects*. 13 (10), p. 930. <https://doi.org/10.3390/insects13100930>
181. Noutfia Y., Troch T., Benali A., El Fazazi K. and Sindic M. (2022). Effect of milking time on key physicochemical parameters and fatty acids profile of milk, cream and butter. *AfriMed AJ –Al Awamia* (134). p. 95-113
182. Nsrallah N., Nachit M., Taghouti M., Lhalouil S., Amamou A. (2022). Registration of 'Faraj', a hessian fly- and multiple disease-resistant durum wheat cultivar in Morocco. *Journal of plant registration*, <https://doi.org/10.1002/plr2.20194>
183. Nyiraguhiwa S., Grana Z., Ouabbou H., Iraqi D., Ibriz M., Mamidi S. and Udupa S.M. (2022). A Genome-Wide Association Study Identifying Single-Nucleotide Polymorphisms for Iron and Zinc Biofortification in a Worldwide Barley Collection. *Plants*. 11, 1349. 1-12. <https://doi.org/10.3390/plants1101349>
184. Olowe V., Azim K., Atoma C., Odueme P., & Somefun O. (2022). Advancing Organic Agriculture Research in Africa—A Case Study of the Science Track of the 1st, 2nd, 3rd and 4th African Organic Conferences (AOCs). *Sustainability*, 14(18), 11416. <https://doi.org/10.3390/su141811416>
185. Oraki GE., Taner Kilimc A., Laasli SE., Mokri F., Dababat AA. (2022). Identification of genetic resistance to the crown and root rot caused and cereal cyst nematode (*Heterodera filipjevi*) in the Turkish cereal varieties. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 8 (3): 450-461, doi: 10.24180/ijaws.1065918.
186. Ouaabou R., Ennahli S., Hssaini L., Nabil B., Idlimam A., Lamharrar A., Mahrouz M., Hanine H. (2022). Moisture Sorption Isotherms of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.): Comparative Study of Kinetics and Thermodynamic Modelling of Five Varieties. *International Journal of Food Science*, 2022: 14 pages. doi: 10.1155/2022/6786590.
187. Ouahzizi B., Elbouny H., Sellam K., Alem C., Homrani B.A. (2022). Effect of alternating temperature and seeds storage duration on the germination of *Thymus satureioides*. *AfriMed AJ –Al Awamia* (135). p. 149-164. <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/afirmed-135.33277>.
188. Ouameur S., Bouhlali E. D. T., Bouamri R., Essarioui A., Meziani R., Houari-khayri R. and Amiri S. (2022). In-vitro response of different fungicides against *Mauginiella scaetiae* causing date palm inflorescence rot in tafilalet oasis in morocco. *Journal of Global Agriculture and Ecology* 13(1): 1-11.

189. Oubannin S., Bijla L., Gagour J., Hajir J., Ait Aabd N., Sakar E.H., Abdelbaset S.M. and Gharby S. (2022). A comparative evaluation of proximate composition, elemental profiling and oil physicochemical properties of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds and argan (*Argania spinosa* L. Skeels) kernels. *Chemical Data Collections* 41 (2022) 100920. <https://doi.org/10.1016/j.cdc.2022.100920>.
190. Ouguas Y., Cherkaoui B., Chakhmani A. et Bouchtalla A. (2022). Larvicidal effect of three entomopathogenic fungi on the carmine scale of the prickly pear. *Acta Horticulturae*, DOI: 10.17660/ActaHortic.2022.1349.27
191. Ouguas Y., El Oirdi M. et Ait Azrail S. (2022). The first inventory of Hemipteran Auchenorrhynca insects in Marrakech-Safi region, Morocco. *Acta Horticulturae*. DOI:10.17660/actahortic.2022.1349.28
192. Oukaltouma K., El Moukhtari A., Lahrizi Y., Makoudi B., Mouradi M., Farissi M., Willems A., Qaddoury A., Bekkaoui F. & Ghoulam Ch. (2022). Physiological, Biochemical and Morphological Tolerance Mechanisms of Faba Bean (*Vicia faba*L.) to the Combined Stress of Water Deficit and Phosphorus Limitation. *J Soil Sci Plant Nutr* (2022). <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00759-2>
193. Ourradi H., Ennahli S., Hssaini L., Martos M-V., Hernandez J., Hanine H. (2022). Date Seeds (*Phoenix dactylifera*L.) in Morocco: Phenolic Profiling and In vitro Antioxidant Potency. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 6(4): 563-571.
194. Qessaoui R., Boutjaguat I., Walters S. A., Bouamair A., Tahiri A., Ait Aabd N., Elaini R. et Bouharrou R. (2022). Pathogenicity of Rhizobacteria *Pseudomonas* against *Ceratitis Capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). *Phytoparasitica*, p. 889–899. <https://doi.org/10.1007/s12600-022-01017-y>.
195. Qessaoui R., Zanzan M., Ajerrar A., Lahmyed H., Tahzima R., Mayad El H., Chebli B., Walters A. S. and Bouharrou R. (2022). *Pseudomonas* isolates as potential biofungicides of green mold (*Penicillium digitatum*) on orange fruit. *International Journal of Fruit Science Vol 22* (1): 142-150
196. Radouane N., Lahlali R., Darif M., Ezrari S., Benjelloun M., Belabess Z., Ait Barka E., Tahiri A. (2022). Detection and Molecular Characterization of Chickpea Chlorotic Dwarf Virus and Tomato Leaf Curl New Delhi Virus in Morocco. *Horticulturae* 2022, 8(10), 927; <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100927>
197. Rahim A., El Karfi W., Katir Masnaoui L.A., El Amiri B., Essamadi A.K. (2022). Factors Influencing the Choice of Toothpaste and Investigation of Those Most Commercialized by Students in Settat, Morocco. *Makara Journal of Health Research*, 2022, 26 (2), 8.
198. Rahim A., Aydogmus-Öztürk F., Cakir C., Essamadi A., El Amiri B. (2022). Mitigating Fluoride, Lead, Arsenic and Cadmium Toxicities in Laboratory Animals and Ruminants through Natural Products. *Rec.Agric. Food.Chem.* 2022; 2 :1, 1-17.
199. Ramdani A., Ibriz H. and Essahat A. (2022). Thiamethoxam seed treatment controls Hessian fly (*Mayetiola destructor* (Say)) on wheat in Morocco. *AfriMed AJ –Al Awamia* (135). p. 165-178
200. Ramdani A., Ibriz H. and Essahat A. (2022). Thiamethoxam seed treatment controls Pea Leaf Weevil (*Sitona lineatus* (L.)) on faba bean in Morocco. *AfriMed AJ –Al Awamia* (135). p. 179-191
201. Ramdani C., El Fakhouri K., Boulamtat R., Bouharrou R., Mesfioui A., Al-Jaboobi M., El Bouhssini M. (2022). Entomopathogenic Fungi as Biological Control Agents of *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) under laboratory and greenhouse conditions. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6:997254. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.997254>
202. Rammali S., Hilali L., Dari Kh., Bencharki B., Rahim A., Timinouni M., Gaboun F., El Aalaoui M. and khattabi A., (2022). Antimicrobial and antioxidant activities of *Streptomyces* species from soils of three different cold sites in the Fez-Meknes region Morocco. *Scientific Reports*, (2022) 12:17233. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21644-z>.
203. Rata Y., Douaoui A., Rata M. et Douaik A. (2022). Impact of the use of treated wastewater for irrigation on the physico-chemical quality of soils: A case study from Ain Defla, Algeria. *Bulgarian Journal of Soil Science*, 7: 87-104.
204. Razouk R., Hssaini L., Alghoum M., Adiba A., & Hamdani A. (2022). Phenotyping Olive Cultivars for Drought Tolerance Using Leaf Macro-Characteristics. *Horticulturae*, 8(10), 939.
205. Razzouk S., Mazri M.A., Jeldi L., Mnasri B., Ouahmane L., Alfeddy M.N. (2022). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils from three Mediterranean plants against eighteen pathogenic bacteria and fungi. *Pharmaceutics* (IF 6,525), 14, 1608. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14081608>.
206. Regou B., Mosseddaq F., Moghli L., Ezzahiri B., Mokrini F., Bel-habib S., Ibno Name K. (2022). Effect of Crop Residues Management on Soil Fertility and Sugar beet Productivity in Western Morocco. *Ecological Engineering& Environmental technology (EET)*, 23 (5). DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/152182>
207. Renoz F., Ambroise J., Bearzatto B., Fakhour S., Parisot N., Ribeiro Lopes M., & Hance T. (2022). The di-symbiotic systems in the aphids *Sipha maydis* and *Periphyllus lyropictus* provide a contrasting picture of recent co-obligate nutritional endosymbiosis in aphids. *Microorganisms*,10(7):1360. doi: 10.3390/microorganisms10071360.
208. Romano G., Del Coco L., Milano F., Durante M., Palombieri S., Sestili F., Visioni A., Jilal A., Fanizzi F.P & Laddomada B. (2022). Phytochemical Profiling and Untargeted Metabolite Fingerprinting of the MEDWHEALTH Wheat, Barley and Lentil Wholemeal Flours. *Foods*, 11(24), 4070
209. Sabri K., Mokabli A., Mokrini F., Khayi S., Laasli SE., Smaha D., Lahlali R., Hmamouch M., Nebih D. (2022). Diversity of nematophagous fungi associated with vegetable crops in Northern Algeria. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 55 (4). <https://doi.org/10.1080/03235408.2021.2024028>
210. Sabri M., El Handi K., Valentini F., De Stradis A., Achbani E.H., Benkirane R., Elbeaino T. (2022). Identification and Characterization of Erwinia Phage IT22: A New Bacteriophage-Based Biocontrol against *Erwinia amylovora*. *Viruses*. 14(11).
211. Sabri M., El Handi K., Habbadi K., Ouzine M., Achbani E.H., Benkirane R., Elbeaino T. (2022). Antagonistic effect of *Leuconostoc mesenteroides* on grapevine crown gall and fire blight. *Journal of Crop Improvement*. DOI: 10.1080/15427528.2022.2108951
212. Sadiki F. Z., Bouymajane A., Sbiti M., Channaoui S., Micalizzi G., Cacciola F., Dugo P., Mondello L.& El Drissi M. (2022). Chemical profile, antibacterial, antioxidant and insecticidal properties of the essential oil from *Tetraclinis articulata* (Vahl) masters cones. *Journal of Essential Oil Research*, 1-11.
213. Saghir K., Abdelwahd R., Iraqi D., Lebki N., Gaboun F., El Goumi Y., Ibrahim M., Abbas Y., Diria Gh. (2022). Assessment of genetic diversity among wild rose in Morocco using ISSR and DAMD markers. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 20 (150), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s43141-022-00425-1>.
214. Sagouti T., Belabess Z., Rhallabi N., Ait Barka E., Tahiri A., Lahlali R. (2022). Citrus Stubborn Disease: Current Insights on an Enigmatic Problem Prevailing in Citrus Orchards. *Microorganisms*, Vol. 10.
215. Sahbou A.-E., Iraqi D., Mentag R., Khayi S. (2022). BuscoPhylo: A Webserver for Busco-Based Phylogenomic Analysis for Non-Specialists. *Scientific Reports*. 12, 17352 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22461-0>

216. Sahri A., Qariouh N., & Ouabbou H. (2022). Exploration de la diversité phénotypique d'une collection marocaine d'orge maintenue ex-situ dans la banque de gènes de l'INRA. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 10(1).
217. Salhi A., Benabdellouahab S., Himi M., Benabdellouahab T., Stitou El Messari J.E., Draoui M. & Casas Ponsati A. (2022). A new decision-oriented groundwater protection model: framework and implementation in a case study in Morocco. *Sustain. Water Resour. Manag.* 8, 72 (2022). <https://doi.org/10.1007/s40899-022-00661-w>
218. Salih G., Jilal A., Garcia M. S., & Visioni A. (2022). Food Barley in North Africa: state of art and opportunities for development. *African and Mediterranean Agricultural Journal-Al Awamia*, (137), 41-64. DOI: <https://doi.org/10.34874/imist.prsm/afrimed-i137.36761>
219. Sammama H., Mazri M.A., Ouahmane L., Sammama A., Hsissou D., El Kaoua M., Alfeddy M.N. (2022). Microbial inoculation improves soil properties, nutrient uptake, and plant growth in soft wheat-faba bean intercropping. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition (IF 3,610)*. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00991-w>.
220. Sehlaoui H. Hassikou R., Dakak H., Zouahri A., El Hasini S., Iaaich H., Ghanimi A. et Douaïk A. (2022). Nitrate contamination and associated health risks of the Benslimane groundwater, Morocco. *Environmental Geochemistry and Health*, 44: 4343-4358. <https://doi.org/10.1007/s10653-021-01186-5>
221. Sibaoueih M., Cabaraux J.F., Chentouf M., Hamidallah N., El Amiri B. (2022). Feed value evolution of whole discarded fruits and peels of two Moroccan *Opuntia ficus-indica* Mill. Accessions. *Acta Horticulturae*. 1343, 67–74. [10.17660/ActaHortic.2022.1343.9](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1343.9).
222. Sibaoueih M., Rahim A. et El Amiri B., (2022). Les teneurs en fluorure des plantes influencent-elles leur qualité fourragère pour ruminant ? *AfriMed AJ – Al Awamia* 136: 81-96
223. Smaili M.C., Haddad N., Afechtal M., Streito J.C., Ougass Y. & Benkirane R. (2022). Contribution to the knowledge of aphrophorid spittlebugs (Hemiptera: Aphrophoridae) from Morocco. *Acta Entomologica Serbica*, 27(1):1-18. DOI:10.5281/zenodo.6576544.
224. Tahiri A., Mazri M.A., Karra Y., Ait Aabd N., Bouharroud R., Mimouni A. (2022). Propagation of saffron (*Crocus sativus* L.) through tissue culture: a review. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology (IF 1,918)*. <https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2078233>
225. Tahiri A., Karra Y., Ait Aabd N., Qessaoui R., Bouharroud R. and Mimouni A. (2022) The effect of Leonardite humic substances on the growth and vegetative propagation of saffron (*Crocus sativus* L.). *AFRIMED AJ –Al Awamia* (137). p. 163-177
226. Wahid N., Bouazzama B., El Youssfi H., Ahrens A., Zascersinska J. (2022). A historical overview of evolution of the irrigated agriculture sector in morocco. *Journal of Regional Economic and Social Development*. vol (13).
227. Yachou H., Zouahri A., Dakak H., Zahouily M. et Douaïk A. (2022). Evaluation agronomique d'un engrais enrobé. *AfriMed AJ –Al Awamia*, 137 : 179-189.
228. Yahbi M., Nabloussi A., Maataoui A., El Alami N., Boutagayout A. et Daoui K. (2022). Effects of nitrogen rates on yield, yield components, and other related attributes of different rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties. *OCL* 29: 8.
229. Zelmat L., Aouzal S., Ben El Jilali S., Mentag R., Ibriz M. and El Guilli M. (2022). Field and In Vitro Evaluation of Mandarin Cultivars Resistance to *Alternaria alternata*. *International Journal of Agriculture and Biology*. Vol 27, No. 4, p. 295-300. DOI: 10.17957/IJAB/15.1929.
230. Zerkani H., Amalich S., Tagnaout I., Bouharroud R. and Zair T. (2022). Chemical composition, pharmaceutical potential and toxicity of the essential oils extracted from the leaves, fruits and barks of *Pistacia atlantica* Desf. of Morocco. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, Vol. 43, 102431. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102431>
231. Zerkani H., Kharchoufa L., Tagnaout I., Fakchich J., Amalich S., Bouharroud R. and Zair T. (2022). Chemical Composition and Bioinsecticidal Effects of *Thymus zygis* L., *Salvia officinalis* L. and *Mentha suaveolens* Ehrh. Essential Oils on Medfly *Ceratitis capitata* and Tomato Leaf Miner *Tuta absoluta*. *Plants*, 11, 3084. <https://doi.org/10.3390/plants11223084>
232. Zeroual A., Baidani A., Idrissi O. (2022). Drought stress in lentil (*Lens culinaris*, Medik) and approaches for its management. *Horticulturae*, 9, 1. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010001>
233. Zim J., Aitikkou A., El Omari M. H., EL Malahi S., Azim K., Hirich A., Nilahyane A., & Oumouloud A. (2022). A new organic amendment based on insect frass for zucchini (*Cucurbita pepo* L.) cultivation. *Environ. Sci. Proc.* 2022,16, 28. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016028>
234. Zim J., Sarehane M., Mazih A., Lhomme P., Elaini R. and Bouharroud R. (2022) Effect of population density and photoperiod on larval growth and reproduction of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 42, p. 1795–1801
235. Zim J., Sarehane M. and Bouharroud R. (2022). The mealworm *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) as a potential candidate to valorize crop residues. *E3S Web of Conferences* 337, 04007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202233704007>
236. Zitouni H., Fauconnier M-L, Hssaini L., Ouaabou R., Viuda-Martos M., Hernández F., Ercislig S., Ait Haddouh L., Messaoudi Z., Hanine H. (2022). Phenols, Volatile Compounds, Organic Acids and Antioxidant Activity of Strawberry Tree (*Arbutus Unedo* L.) Fruits Belonging to Five Genotypes Growing in Morocco. *International Journal of Fruit Science*, 22(1): 414-437.
237. Zoubi B., Mokri F., Dababat A.A., Amer M., Ghoulam C., Lahlali R., Laasli S.E., Khfif K., Imren M., Akachoud O., Benkebboura A., Iraqi Housseini A. & Qaddoury A. (2022). Occurrence and Geographic Distribution of Plant-Parasitic Nematodes Associated with Citrus in Morocco and Their Interaction with Soil Patterns. *Life*, 12, 637-654. <https://doi.org/10.3390/life12050637>

Chapitres d'ouvrages

238. Aitboulahsen M., El Galiou O., Zantar S., Arakrak A., Laglaoui A., Hassani Zerrouk M. (2022). Edible Films and Coatings: Major Challenges and Potential Applications in Food Packaging. In *Food Packaging: The Smarter Way* pp 187-224. DOI: 10.1007/978-981-16-7196-8_8.
239. Al-Tawaha A.M.S., Mrabet R., Bayanati M., Santhosh B., Benkblia N., Amanullah I., Khalid S., Al-Tawaha A.R., Alatrash H., Jabbour Y., Dey A., Thangadurai D., Sangeetha J. & Islam S. (2022). Chapter 4: Role of Biotechnology in climate-resilient agriculture. In *Climate change and Agriculture: perspectives, Sustainability and Resilience*. N. Benkeblia (Ed). Wiley & Sons. Pp:78-94.
240. Azim K., Brahim S., Claude P., Thami-Alami I. and Sevastianos R. (2022). Suppressive effect of root knot nematode *meloidogyne* spp. during composting of Tomato residues. Chapter in "Microbial BioTechnology for Sustainable Agriculture Volume 1, 449–469. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4843-4_15, p 21
241. Baggar A., Benbrahim N., Gaboun F., Benali A., Kabbour M.R. and Safi A. (2022). Agro-morphological traits assessment and polyphenols components analysis in some advanced lentil's lines (*Lens culinaris* M.). Springer Nature Switzerland AG 2022. Volume 1, Page 820
242. Benicha M., Mrabet R., Moussadek R. and Azmani A. (2022). Study on dissipation processes of ¹⁴C-carbofuran in soil from Northwest Morocco as influenced by soil water content, temperature and microbial activity. In book: *Current Topics on Chemistry and Biochemistry* Vol. 4 Chapter: 2. Publisher: B P International. DOI: 10.9734/bpi/ctcb/v4/2273B,

243. Bensellam El H., (2022). Gestion des adventices des vergers d'agrumes. Ouvrage, AMPP: Gestion des Adventices des Principales Cultures du Maroc. 338p. 2022.p: 201-216
244. Bouhafa K., (2022). Management of Olive Tree Fertilization in Morocco. Chapter 1, in Olive Cultivation. Ed Yonar, T. DOI : 10.5772/intechopen.104644.
245. Douaïk A, Ramdani S, Belkhalifa H et Bachari K. (2022). Statistical methods for the evaluation of water quality. In: Heggy E, Bermudez V et Vermeersch M. (Eds). Sustainable Energy-Water-Environment Nexus in Deserts. Springer: Cham, Suisse.
246. El Hayany B., El Fels L., Kouisni L., Yasri A., Hafidi M., (2022). An Insight into Role of Microorganisms in Composting and its Applications in Agriculture. Microbial BioTechnology for Sustainable Agriculture Volume 1, 185-203, 2022, "Springer, Singapore" pp 185-203
247. Fadli A., Satpute Aditi D., Khalid Muhammad Fasih, Benyahia H. (2022). Salinity Effects and Tolerance Mechanisms in Citrus. In: Citrus Production. CRC Press, 2022. p. 127-137.
248. Hajjaj B., Mrabet R. (2022). Gestion des adventices en agriculture de conservation. Dans M. Bouhache & A. Taleb (Ed.), Gestion des adventices des principales cultures du Maroc. Rabat: AMPP, pp. 219-239
249. Lahlali R., Ezrari S., Radouane N., Belabess Z., Jiang Y., Mokrini F., Tahiri A., Peng G. (2022). Bacillus spp.-Mediated Drought Stress Tolerance in Plants: Current and Future Prospects. In book: Bacilli in Agrobiotechnology: Plant Stress Tolerance, Bioremediation, and Bioprospecting Publisher: Springer International Publishing https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-85465-2_21, p-p. 487-518.
250. Lionboui H., Boudhar A., Lebrini Y., Htitiou A., Elame F., Hadria R., & Benabdellouahab T. (2022). Digitalization and Agricultural Development: Evidence from Morocco. In "Food Security and Climate-Smart Food Systems: Building Resilience for the Global South" (M. Behnassi, M. B. Baig, M. T. Srairi, A. A. Alsheikh and A. W. A. Abu Rishah, eds.), Springer International Publishing, Cham., pp. 321-338
251. Mazri M.A., Koufan M., Abdelwahd R., Belkoura I. (2022). In vitro responses of some Mediterranean fruit crops to auxin, cytokinin and gibberellin treatments. In: Aftab, T. (eds) Auxins, Cytokinins and Gibberellins Signaling in Plants. Signaling and Communication in Plants. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05427-3_5, pp 91-123.
252. Meziani R., (2022). In vitro mutiplication of the Mejhoul variety. In vitro mutiplication of the Mejhoul variety. In, Mejhoul variety The Jewel of Dates. Origin, Distribution and International markets. KIADPAI-Edition 2022, 275 p.
253. Mokrini F., Iraqi D., Udupa S.M., Dababat A.A. and Ferrahi M. Investigation of resistance of some Moroccan wheat lines against the root-lesion nematodes (*Pratylenchus thornei*). Soilborne Nematodes and Fungal Pathogens of Cereals: Advances in Management. In the proceedings of the 8th International Cereal Nematodes Symposium, 26-29 September 2022 Abant, Bolu, Türkiye, www.isbppp.org, pp: 85-92. ISBN: 978-607-8263-83-7 (print) ISBN: 978-607-8263-84-4 (online).
254. Mrabet R., Bahri H., Zaghouane O., Chiekh M'hamed H., El-Areed S. R. M. & Abou El-Enin M. M. (2022). Chapter 6: Adoption and spread of Conservation Agriculture in North Africa. In. Kassam, A. (ed). Advances in Conservation Agriculture. Volume 3: Adoption and Spread. Burleigh Dodds, Cambridge, UK. ISBN: 978-1786764751. <https://shop.bdspublishing.com/store/bds/detail/workgroup/3-190-106341>
255. Mrabet R., Moussadek R. (2022). Development of Climate Smart Agriculture in Africa. In S. Mkomwa and A. Kassam (Edts). Conservation Agriculture in Africa: Climate Smart Agricultural Development. CABI publisher. ISBN: 9781789245745. Pp: 17-65. DOI : 10.1079/9781789245745.0002
256. Mrabet R., Singh A., Sharma T., Kassam A., Friedrich T., Basch G., Moussadek R., Gonzalez-Sanchez E. (2022). Conservation Agriculture: Climate Proof and Nature Positive Approach. In: G. Ondrasek & L. Zhang (Eds). Resource Management in Agroecosystems. IntechOpen. Pp: 1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.108890>.
257. Nabuurs G-J., Mrabet R., Abu Hatab A., Bustamante M., Clark H., Havlik P., House J., Mbow C., Ninan K.N., Popp A., Roe S., Sohngen B., Towprayoon S., (2022): Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU). In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khouradjaie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.009. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter07.pdf
258. Sibaoueih M., (2022). Yield, nutrient content and digestibility changes of hydroponically sprouted two Moroccan barley varieties for ruminant. Book of abstracts. Joint seminar of Networks on pasture and forage crops and on sheep and goat nutrition. Catania /Cicily 27-29 september 2022
259. Urbino C., Jammes M., Belabess Z., Troadec E., Autechaud A., Peterschmitt M. (2022). Invasive tomato yellow leaf curl virus recombinants challenge virus diagnosis and disease management. Chapter 31- in "Geminivirus: Detection, Diagnosis and Management", Eds. R.K. Gaur, P. Sharma and H. Czosnek, p-p. 497-511.

Ouvrages

260. EL Antari A., Sikaoui L., 2022, Catalogue des Variétés d'olivier cultivées et autochtones du Maroc (Fr), INRA - Editions, 2022, 76p., ISBN: 978-9920-757-178
261. Mahyou H., 2022, Nouvelles Approches de Surveillance des Terres de Parcours au Maroc (Fr), INRA Edition, 182p., ISBN : 978-9920-787-19-2
262. Meziani R., 2022, Mejhoul, importance, techniques de production, valorisation et commercialisation (Fr), INRA Edition, 118p., ISBN : 978-9920-787-20-8
263. Moussadek R., 2022, Vers l'adoption d'un million d'hectares de semis direct au Maroc à l'horizon 2030, Principes et solutions proposées dans le cadre de la stratégie de Génération Green (Ar), INRA Edition, 120p., ISBN : 978-9920-787-21-5

الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030



المعهد الوطني للبحث الزراعي
المعهد الوطني للبحث الزراعي
Institut National de la Recherche Agronomique

Institut National de la Recherche Agronomique
Avenue de la Victoire, BP 415 RP. Rabat - Maroc

Tél : +212 53 777 09 55

Fax : +212 53 777 00 49

www.inra.org.ma