Royaume du Maroc

المعهد الوطني للبحث الزراعي
Institut National de la Recherche Agronomique

Rapport d'activités
INRA 2013

مئوية البحث الزراعي بالمغرب
ⵓⵙⵙⵍⵏⵓ ⵏⵜⵜⵓⵔⵉⵜ ⵏ ⵜⵓⵙⵙⵍⵏⵉⵏ ⵏ ⵜⵎⵖⵔⵉⴱ ⵙ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
Le Centenaire de la Recherche Agronomique au Maroc

1914 - 2014

100 سنة *ans*

في خدمة التنمية المستدامة للفلاحة بالمغرب
ⵜⵉⵏⵏⵉⵏ ⵏⵓⵙⵙⵍⵏⵓ ⵙ ⵜⵉⵏⵏⵉⵏ ⵏ ⵜⵓⵏⵏⵓⵔⵜ ⵉⵎⵓⵔⵏⵏ ⵏ ⵜⵎⵖⵔⵉⴱ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'AGRICULTURE MAROCAINE

Rapport d'activités INRA 2013

Sa Majesté Le Roi Mohammed VI que Dieu l'Assiste

SOMMAIRE

Rapport d'activités 2013

Mot du Directeur 4

Faits Marquants 8

Environnement et Ressources Naturelles 12

Création Variétale 18

Agronomie et Machinisme Agricole 22

Protection des Plantes 28

Production Animale 36

Economie et Sociologie Rurales 42

Recherche Développement 48

Communication et Documentation 54

Coopération 58

Ressources Humaines et Financières 62

Acronymes 66

Le présent Rapport d'Activité est consultable sur : www.inra.org.ma

Mot du Directeur

A travers ce mot, coïncidant avec le Centenaire de la Recherche Agronomique marocaine, je souhaite que 2014 soit l'année du bilan et d'orientation de la recherche scientifique nationale dans le domaine agricole en cohérence avec le Plan Maroc Vert.

On peut donc s'interroger sur le sens à donner à cette commémoration, pour les générations actuelles et futures : décideurs, chercheurs, étudiants, partenaires, citoyens, agriculteurs...Sans pour autant occulter ceux qui ont servi la recherche agronomique, ceux qui ont bâti notre raison d'être, dont certains nous ont quitté et à jamais et d'autres sont toujours en vie et sont les meilleurs témoins d'une époque charnière de notre histoire centenaire dans le domaine de la recherche et l'innovation.

C'est à vous tous que nous rendons hommage par cette célébration, que tout un chacun sache qu'on célèbre sa contribution, modeste soit-elle.

Chacun de nous devrait s'intéresser à notre histoire riche d'une mémoire toujours vivante, qui se double d'interrogations existentielle, scientifique et sociale. Comment expliquer à tout un chacun la finalité de l'instauration des services de la recherche agronomique par le protectorat français, la ténacité de nos chercheurs, techniciens, managers pour réussir le combat de servir notre agriculture et nos agriculteurs / agricultrices.

Le cycle de commémoration est prévu pour durer toute l'année 2014 pour montrer que le retour sur investissement dans la recherche et l'innovation par les pouvoirs publics et des partenaires privés, est bien réel. Ainsi, la caractérisation de nos ressources naturelles ; notamment l'eau, le sol et la biodiversité, et la connaissance approfondie des conditions socio-économiques et culturelles du monde rural constituent certainement une contribution essentielle au développement agricole de notre pays. De même la valorisation au mieux, par les agriculteurs et les professionnels d'agrobusiness, des acquis de la recherche nationale relatifs à la création variétale (semences et plants adaptés) et aux technologies de production et de valorisation a eu des impacts positifs sur la productivité et la qualité des produits agricoles et sur la compétitivité du secteur agricole marocain.

Aujourd'hui, le Plan Maroc Vert offre beaucoup d'opportunités d'épanouissement et de visibilité à la recherche nationale, mais aussi interpelle les chercheurs à relever des défis majeurs de productivité et de compétitivité dans un monde de plus en plus globalisant et avec des conditions climatiques encore plus sévères qu'auparavant.

Les nouveaux développements en biotechnologie et en génomique offrent aux chercheurs d'énormes opportunités de découvrir encore mieux le monde vivant, aussi bien végétal qu'animal ou microbien, afin de tirer profit du potentiel productif et de tolérance aux stress biotiques ou abiotiques.

L'INRA compte renforcer son ancrage dans le tissu de la recherche scientifique nationale selon les spécificités thématiques et régionales arrêtées par le Plan Maroc Vert, en partenariat avec les autres institutions du consortium national de la recherche agronomique et le monde universitaire.

Je souhaite longue vie à notre institution, et que chacune de nos actions soit couronnée de succès et que chacun de nous soit fier d'appartenir à une institution prestigieuse qui a su, au fil des ans, produire de la richesse scientifique, générer de la plus-value à notre agriculture et accompagner avec abnégation et sérieux les stratégies de développement agricole du Maroc.

Professeur Mohamed BADRAOUI
Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique

Faits Marquants 2013

Inauguration Royale du Jardin d'Essais Botaniques de Rabat

Inauguration de la première tranche de l'Agropole de Berkane

Contribution de l'INRA à la réhabilitation de la palmeraie marocaine

Mémorandum d'entente entre l'INRA et l'ICARDA

L'INRA, un Institut ouvert sur son environnement

Inauguration Royale du Jardin d'Essais Botaniques de Rabat

«Demeurent le pivot de toute approche judicieuse visant à faire aboutir la transition nécessaire vers une économie verte, solidaire et respectueuse des écosystèmes naturels».

Extrait du Message Royal adressé aux participants au 7ème Congrès Mondial de l'Education à l'Environnement, du 9 juin 2013 à Marrakech

Notre institut qui a été très honoré par l'inauguration par Sa Majesté le Roi Mohammed VI, que Dieu l'Assiste, du Jardin d'Essais Botaniques de Rabat, premier jardin botanique au Maroc, en juin 2013.

Créé sous le protectorat français en 1914, le jardin d'essais de Rabat se voulait une station expérimentale pour les essences et plantes exotiques et en fût, et à juste titre, l'ancêtre de ce qui sera l'actuel Institut National de la Recherche Agronomique. Ce lieu de recherche s'étale sur une superficie globale de 17 ha (10 ha partie Amont et 7 ha partie Aval). Il renferme des trésors botaniques d'une valeur exceptionnelle: plus de 650 espèces ornementales et fruitières d'origine diverses : locale, tropicale, subtropicale et désertique, un Arboretum renfermant une grande diversité génétique constituée de 27 familles réparties en 44 espèces.

Inauguration de la première tranche de l'Agropole de Berkane

Réalisé sur une superficie globale de 6,8 ha (13.200 m² couverte) et s'inscrivant dans le cadre de l'Initiative royale pour le développement de la région de l'Oriental et le Plan Maroc Vert, le **Qualipôle** a été inauguré par Sa Majesté Le Roi Mohammed VI, le 24 juin 2013.

Cet agropole abrite en sus du pôle de recherche-développement et de contrôle de qualité, une zone Industrie agroalimentaire et transformation, une zone Logistiques, une zone Services, et une autre dédiée au conditionnement des produits agricoles, ainsi qu'une plate forme des nouvelles obtentions de l'INRA en matière d'agrumes.

Contribution de l'INRA à la réhabilitation de la palmeraie marocaine

La réhabilitation de la palmeraie marocaine par la production et la livraison de souches bourgeonnantes de palmier dattier résistantes au Bayoud et de qualité est un défi à relever pour l'INRA. Le laboratoire national de culture *in vitro* du palmier dattier à l'INRA d'Errachidia a produit jusqu'à fin 2013 : 73.036 souches pour les variétés Najda, Bouffeggous, Bouskri, Mejhoul, Aguelid et le clone 16Bis sur un objectif total de 200.000, soit un taux de réalisation avoisinant 37%.

Mémorandum d'entente entre l'INRA et l'ICARDA

Sous l'égide du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, l'INRA a signé un Mémorandum d'entente avec le Centre International de Recherche dans les Régions Arides (ICARDA) pour sa décentralisation au Maroc en novembre 2013.

Le plan de décentralisation de l'ICRADA, approuvé par son Conseil d'Administration, prévoit l'instauration de 3 plateformes de recherche internationales : une en Ethiopie, une en Inde et une au Maroc.

Par sa vocation, la **«plateforme du Maroc»** conforte le Pilier 2 du Plan Maroc Vert, du fait qu'elle sera dédiée aux recherches sur l'intensification et la diversification des systèmes de production agricole en céréales et légumineuses alimentaires.

L'INRA, un Institut ouvert sur son environnement

Pour l'année 2013, l'INRA a exposé ses acquis de recherche et de recherche-développement au Salon International de l'Agriculture du Maroc à Meknès, au Salon International des Dattes à Erfoud et au Congrès International de l'Arganier à Agadir. Ces événements ont marqué pour l'INRA un temps fort de rencontre et d'échange avec le public, les partenaires institutionnels, les professionnels, les médias, etc.

L'INRA à la 8ème édition du Salon International de l'Agriculture au Maroc, 24-28 avril 2013

L'INRA au Salon International des Dattes – Erfoud 2013

L'INRA au Congrès International de l'Arganier 2013

Environnement et Ressources Naturelles

Création variétale

Agronomie et Machinisme Agricole

Protection des Plantes

Production Animale

Economie et Sociologie Rurales

Recherche développement

Le système national de suivi de la campagne agricole et de prévision des récoltes céréalières «CGMS-MAROC»

Le système national de suivi de la campagne agricole et de prédiction agro-météorologique des récoltes céréalières, appelé « CGMS-MAROC » (Crop Growth Monitoring System – Maroc) est le fruit d'un programme de recherche de l'INRA en collaboration avec le Joint Research Centre de la Commission Européenne (JRC). Il est piloté par l'INRA et géré en consortium formel avec la Direction de la Météorologie Nationale (DMN), la Direction de la Stratégie et des Statistiques (DSS, MAPM). Le développement de CGMS-MAROC a été possible grâce à une collaboration technologique avec des institutions de recherche internationales, à savoir: l'Institut Flamand pour la Recherche et la Technologie (VITO), le Centre de Recherche Commun de l'Union Européenne (JRC), l'Institut de Recherche de l'Université de Wageningen (Alterra) et l'Université de Milan (UNIMI). Le CGMS-MAROC est ainsi le premier système opérationnel de suivi de la campagne agricole et de prédiction agro-météorologique des récoltes céréalières au Maroc. Il est disponible à l'adresse www.cgms-maroc.ma.

Figure 1 : Le système CGMS-MAROC de suivi de la campagne agricole et de prévision des récoltes céréalières www.cgms-maroc.ma

Le projet de « Carte de fertilité des sols cultivés au Maroc »

Le bilan total de la compilation des cartes de fertilité des sols est de 6,8 millions hectares sur le total des 8,7 millions d'hectares de superficie agricole utile du Maroc, soit un taux de réalisation de 78%. Les cartes sont disponibles à l'adresse : www.fertimap.ma domicilié à l'INRA, incluant les bases de données et le conseil en fertilisation pour les 14 régions réalisées (Fès, Meknès, El Hajeb, Khémisset, Rabat, Settat, Sefrou, Sidi Kacem, Benslimane, Khouribga, Safi, Gharb, Tadla et Doukkala).

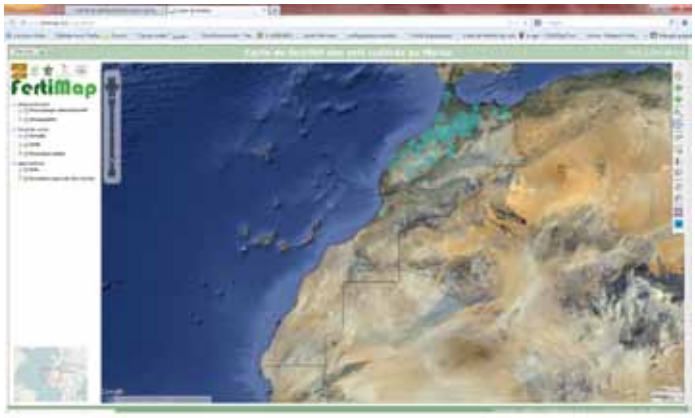


Figure 2 : Amélioration de la rapidité d'accès et du design de la Solution Informatique www.fertimap.ma

Evaluation de l'impact du changement climatique sur la productivité des terres, des ressources en eau et l'économie agricole

Le Maroc a été choisi comme premier pays de test de la plate-forme collaborative dite MOSAICC (Modelling System for Agricultural Impacts of Climate Change) avant de le promouvoir dans d'autres

pays, étant donné qu'il a été construit sur la base de l'expérience acquise au Maroc relative à l'impact des changements climatiques sur l'agriculture marocaine, avec l'appui de la Banque mondiale et la FAO et en collaboration avec la Direction de la Météorologie Nationale, la Direction de la Stratégie et des Statistiques, la Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau, les Agences de Bassins Hydrauliques de l'Oum Er Rbiâ, du Loukkos, du Sebou, de la Moulouya, du Tensift, du Souss Massa et du Drâa, du Bouregreg et de la Chaouia. MOSAICC est un outil d'information et de communication d'aide à la décision, à l'attention des agents de développement et des décideurs politiques. Cette expérience pilote au Maroc constitue la première mise en œuvre complète de MOSAICC.

Le programme National de Cartes de Vocation Agricole des Terres

En 2013, le programme a permis de compléter la cartographie de la zone de Tadla-Azilal. La vocation agricole des terres a été étudiée selon deux saisons agricoles, l'une favorable et l'autre défavorable, et pour les cultures de blé, de lentille et d'olivier.

- En saison défavorable, l'aptitude de la zone à la culture de blé est moyenne à marginale pour 14% des terres et inapte sur 84% des terres. L'aptitude à la culture de lentille est moyenne à forte pour 13% des terres et marginale pour 40%, tandis que 46% des terres sont inaptes. L'aptitude à la culture de l'olivier est forte pour seulement 4% des terres alors que 60% des terres sont inaptes.
- En saison favorable, l'aptitude à la culture de blé est moyenne à forte sur 50% des terres et moyenne à marginale sur 4% des terres. L'aptitude à la culture de lentille est moyenne à forte sur 55% des terres. L'aptitude à la culture de l'olivier est moyenne à forte sur uniquement 4% des terres et moyenne à marginale sur 16% des terres.

Figure 3 : Exemple de carte d'aptitude des sols au blé en année défavorable

Figure 4 : Exemple de carte d'aptitude des sols au blé en année favorable

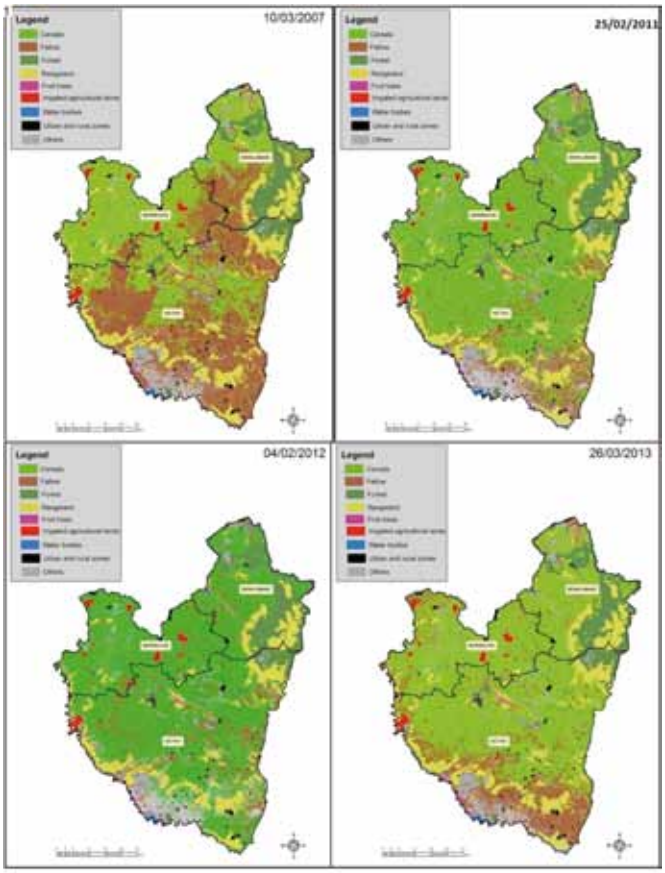
Figure 5 : Exemple de carte d'aptitude des sols à la lentille en année défavorable

Figure 6 : Exemple de carte d'aptitude des sols à la lentille en année favorable

Prévision des superficies des céréales par télédétection spatiale

L'objectif de ce travail, qui entre dans le cadre du projet E-AGRI, a été d'estimer pour la première fois au Maroc, les superficies céréalières à partir de l'imagerie satellitaire et des données statistiques de terrain. Deux zones céréalières importantes ont été sélectionnées pour cette étude, la région Chaouia-Ouardigha, qui est située dans une zone semi-aride et la province de Meknès qui est située dans une zone subhumide.

19 images Landsat TM5 / ETM7 de 2007, 2011, 2012 et 2013, prises sur plusieurs périodes de l'année et couvrant les différentes zones d'étude ont été utilisées. Les données de terrain ont été collectées par la Direction de la Stratégie et des Statistiques, au cours des saisons 2010-2011, 2011-2012 et 2012-2013, dans la région de Chaouia-Ouardigha, et la province de Meknès. Le nombre d'échantillons utilisé pour chaque province étudiée était : 1 193, 574, 478, 448 et 419 à Settat, Benslimane, Berrechid, Khouribga et Meknès, respectivement. La classification supervisée a été réalisée dans les cinq provinces (Settat, Khouribga, Benslimane, Berrechid et Meknès) et pendant quatre saisons (2006-2007, 2010-2011, 2011-2012 et 2012-2013). La précision de l'estimation des superficies des céréales est élevée dans toutes les provinces étudiées quelle que soit la campagne agricole.



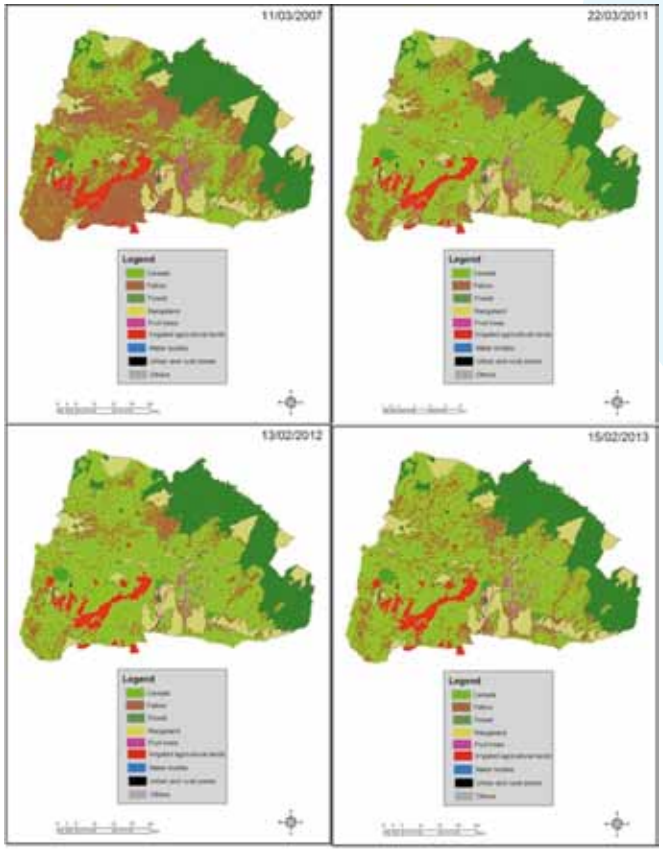
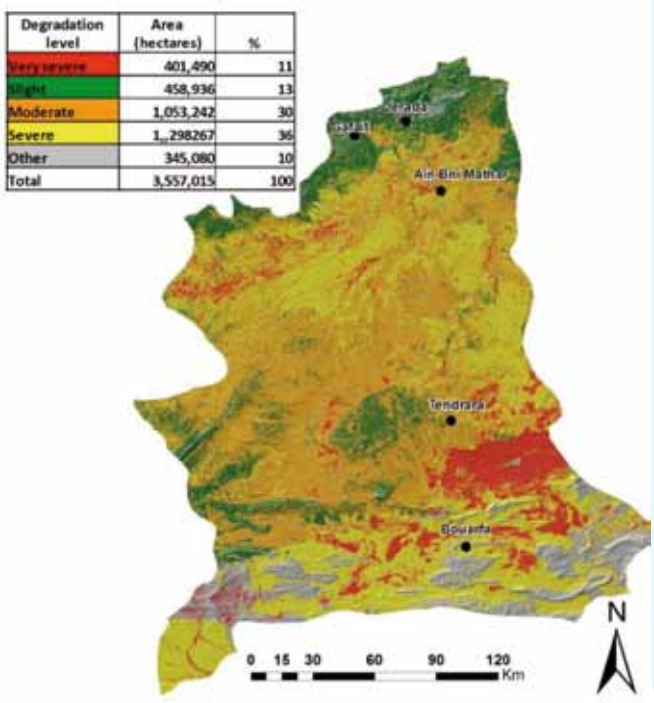


Figure 7 : Estimation de la superficie céréalière par imagerie satellitaire dans les provinces de Settat, Berrechid, Benslimane et Khouribga.

Evaluation de la dégradation des parcours des hauts plateaux du Maroc oriental

L'objectif de cette étude a été d'évaluer l'étendue spatiale et la gravité de la dégradation des terres de parcours dans les hauts plateaux de l'Oriental, sur la base de la télédétection combinée à des données auxiliaires, grâce à une «approche expert». Cette dernière repose sur la contribution de divers ensembles de données provenant des images satellitaires Landsat TM, des enquêtes de terrain, de la lithologie et de données phytogéographiques. Les différents niveaux de dégradation des terres de parcours ont été évalués au moyen d'indicateurs, tels que les paramètres de végétation, les niveaux de pâturage et l'intensité de la culture des terres de parcours. Cette approche fournit un haut niveau de précision pour la cartographie et le suivi de la dégradation des terres de parcours arides. Les résultats ont montré que le total des parcours dégradés dans les hauts plateaux de l'Est du Maroc s'élève à environ 17.000 km^2, soit 47% dans la zone étudiée.



Degradation level	Area (hectares)	%
Very severe	401,490	11
Slight	458,936	13
Moderate	1,053,242	30
Severe	1,,298267	36
Other	345,080	10
Total	3,557,015	100

Figure 8 : Carte de dégradation des terres de parcours de l'Oriental

Alerte à la sécheresse par la télédétection spatiale dans les parcours des hauts plateaux de l'Oriental

L'Indice de Végétation par Différence Normalisée (NDVI), dérivé des images satellitaires MODIS-TERRA (250 m), a été corrélé aux précipitations, sur la période 2000-2012. La prévision des sécheresses à l'aide de la télédétection spatiale est

possible en utilisant le NDVI. Les résultats montrent en effet des corrélations significatives de la moyenne de l'indice NDVI, moyenne entre janvier et février, est très corrélée à la pluviométrie totale de septembre à mars (R2 = 0,66). La classification des saisons étudiées en terme de sécheresse par la méthode de «data mining» a permis de répartir les années en trois niveaux d'état de sécheresse selon les valeurs des indices NDVI suivants :

- Les valeurs de NDVI inférieures à 0,31 sont révélatrices de l'occurrence d'une sécheresse.
- Les valeurs de NDVI entre 0,31 et 0,35 indiquent des conditions météorologiques moyennes.
- Les valeurs supérieures à 0,35 correspondent à des conditions humides.

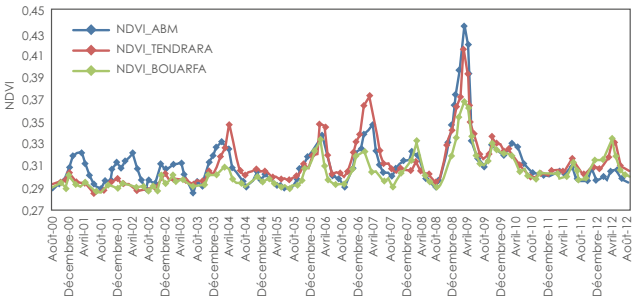


Figure 9 : Profil mensuel de NDVI entre 2000 et 2012 d'Ain Beni Mathar (ABM), Tendrara et Bouarfa

Estimation des températures moyennes et maximales de l'air des zones agricoles de la région de l'Oriental à partir des images satellites

L'objectif de ce travail a été d'estimer les températures moyennes et maximales de l'air dans les zones agricoles de la région de l'Oriental à partir des températures de surface mesurées par le capteur NOAA-AVHRR pour palier la faible couverture de la zone en stations météorologiques. Les données de températures moyennes journalières des zones agricoles issues de la Direction de la Météorologie Nationale ainsi qu'une série de 357 images décadaires de températures de surfaces mesurées par le capteur NOAA-AVHRR ont été utilisées sur la période 1995-2012 sur la région. Les résultats obtenus montrent l'existence de très bonnes corrélations entre les températures maximales et moyennes de l'air et la température de surface obtenues à partir des données de télédétection spatiale.

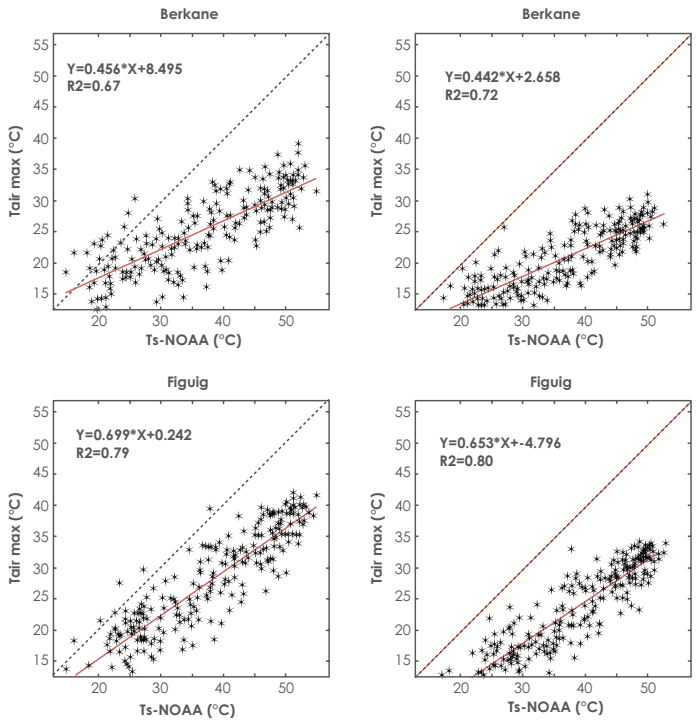


Figure 10 : Comparaison entre les températures maximale et moyenne de l'air et la température de surface mesurée par le capteur AVHRR, dans les zones agricoles des deux provinces de Berkane et de Figuig.

Tableau 1. Coefficients de corrélation linéaires entre les températures maximale et moyenne de l'air et les températures de surfaces mesurées par NOAA-AVHRR pour les six provinces de la région de l'Oriental.

Province	A		b		R^2	
	T max / Ts	T moy /Ts	T max / Ts	T moy/ Ts	T max / Ts	T moy / Ts
Berkane	0.456	0.442	8.495	2.658	0.67	0.72
Figuig	0.699	0.653	0.242	-4.796	0.79	0.80
Jerada	0.488	0.428	5.137	0.573	0.71	0.73
Nador	0.403	0.406	9.526	3.842	0.64	0.69
Oujda	0.460	0.413	6.966	1.703	0.69	0.72
Taourirt	0.519	0.458	4.953	0.534	0.74	0.76

Arganier

Les résultats de l'évaluation d'une collection d'arganier du Maroc ont permis une stratification des pools génétiques pour identifier les génotypes élites à multiplier et à considérer dans le programme d'amélioration génétique de l'arganeraie marocaine.

La caractérisation génétique de la collection avec les descripteurs a permis de constituer 13 500 données phénotypiques liées au phénotype des arbres échantillonnés. Cette collection engendre une grande variabilité morphologique, confirmée par les analyses des caractères descriptifs.

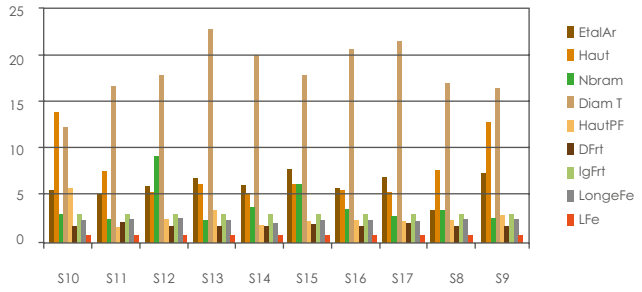


Figure 11 : Comparaison des moyennes des principaux caractères morphologiques analysés pour 10 sites échantillonnés à travers l'arganeraie marocaine.

Les résultats des analyses moléculaires sont portés dans les figures 12a et 12b.

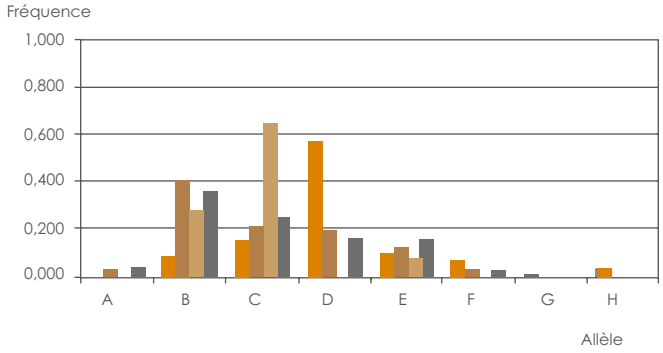


Figure 12 a : Fréquences alléliques révélées par 6 marqueurs.

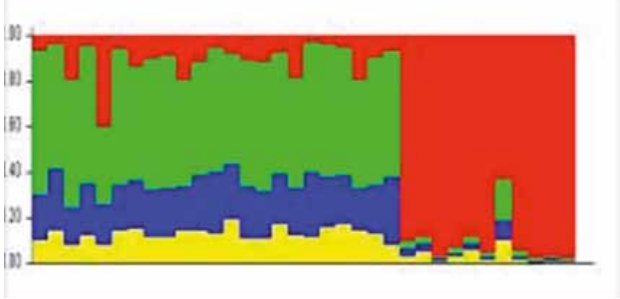


Figure 12b : Diagramme en barres montrant la comparaison de locus par arganier.

L'analyse descriptive des résultats du génotypage déterminés par 6 marqueurs moléculaires a montré des fréquences alléliques variables entre les populations d'arganier, confirmant ainsi une diversité indépendante de l'environnement et révélatrice d'une différence génétique entre les échantillons étudiés (Figures 12a et 12b). Une analyse approfondie pour la comparaison des génotypes à une échelle génomique montre le polymorphisme à l'échelle individuelle des arbres, par la répartition des probabilités d'appartenance au même pool génétique. Pour chaque arganier analysé le résultat est exprimé par la répartition des couleurs sur les barres verticales.

Blé dur

Le pourcentage de protéine, la vitrosité et la couleur jaune sont des composantes de la qualité les plus recherchées du blé dur. Dans ce sens, une collection de 19 lignées issues des différentes zones montagneuses du Haut Atlas et du Rif a été comparée à 12 variétés commerciales actuellement cultivées. Les résultats obtenus ont montré que les landraces originaires du Haut Atlas Oriental offrent un polymorphisme important pour tous les critères de qualité évalués.

Elles ont montré une supériorité apparente par rapport aux variétés modernes particulièrement pour le taux de pigments jaunes et le taux de gluten. Ces variétés locales seront croisées pour créer de nouvelles variétés améliorées. Au niveau local, la production de ces variétés servira à la labellisation des produits de terroir.

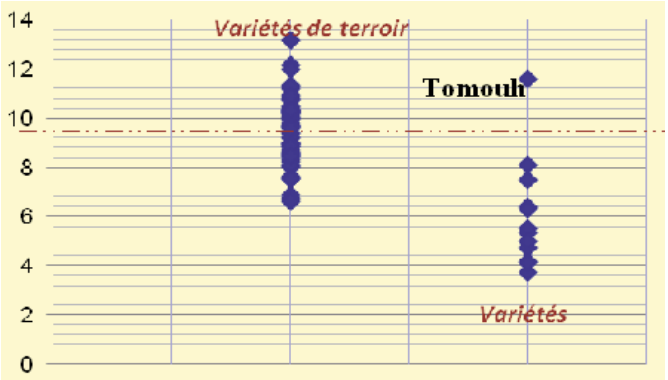


Figure 13 : Analyse de la variable du taux de caroténoïdes en ppm en nuage de points

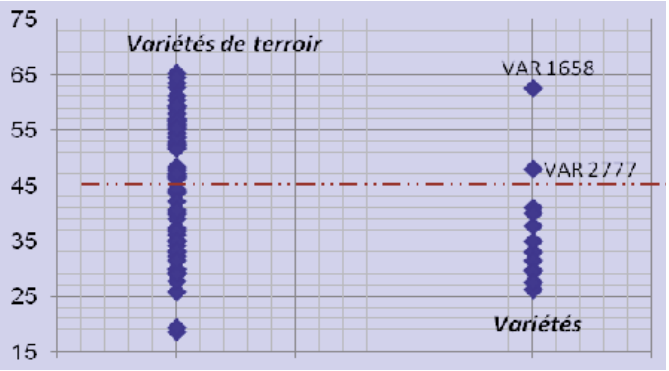


Figure 14 : Analyse de la variable Gluten en % en nuage de points

Par ailleurs, dix accessions issues d'espèces apparentées au blé *(Triticum monococcum, T. dicoccum, T. spelta, T. carthlium)* ont fait l'objet d'une analyse de la composition en protéines de réserve. Ces lignées ont montré un grand polymorphisme et des marqueurs protéiques de qualité de type LMW2 pouvant être exploités dans le programme d'amélioration génétique du blé dur.

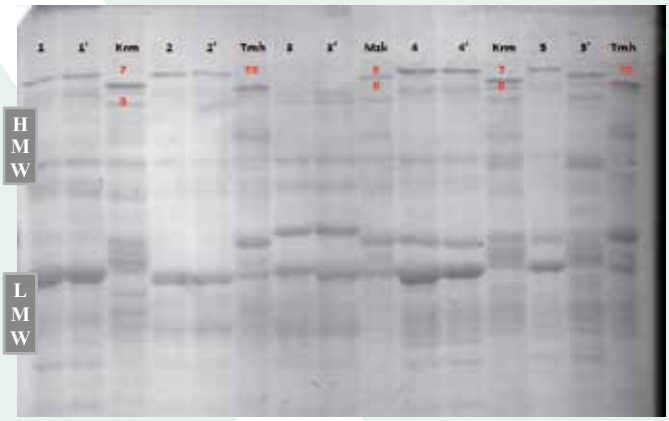


Figure 15 : Profils électrophorétiques des gluténines de dix accessions de blé dur apparentées. Espèces sauvages : (1), (1')-Triticum monococcumIC500238; (2), (2')-Triticum monococcumIC500241; (3), (3')-Triticum monococcumG1560; (4), (4') Triticum monococcum531 ; (5), (5')-Triticum Elias. Témoins : variétés (krm (Karim), Mzk (Marzak), Tmh(Tomouh)).

Palmier dattier

Le programme de production de souches de palmier dattier a atteint plus de 15 500 souches en 2012-2013. Les principales variétés multipliées sont Mejhoul, Boufegous, Nejda et Clone 16-Bis. La répartition de la production par variété et par laboratoire de multiplication est donnée dans le Tableau 2.

Tableau 2. Situation des livraisons de souches durant la compagne 2013.

Laboratoires \ génotypes	Boufegous	Najda	Clone 16-bis	Mejhoul	Total
Domaines Agricoles	3216	1008	96	308	4628
Issemghy Biotechnologie	3600	1053	288	432	5373
Palmagro	3564	1488	0	528	5580
Total	10380	3549	384	1268	15581

Olivier

La comparaison du nombre d'allèles divergents entre la variété Picholine marocaine et l'ensemble des 76 génotypes de la collection mondiale montre des différences de 7 à 32 allèles dissimilaires. Ces génotypes sont affiliés au pool génétique de l'ouest et sont originaires soit du Maroc ou de la péninsule ibérique. Le génotype le plus proche de la Picholine Marocaine est la variété «Negrillo de manuel estepa» originaire d'Espagne, et qui diffère de la Picholine Marocaine par 7 allèles seulement.

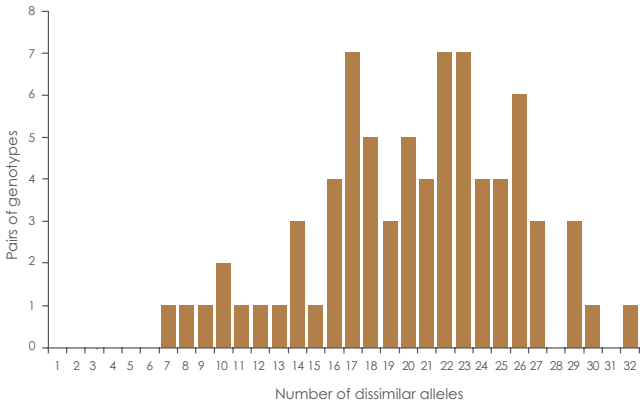


Figure 16 : Distribution des fréquences du nombre d'allèles divergents pour toutes les comparaisons deux à deux entre la Picholine Marocaine et les 76 génotypes affiliés au pool génétique de l'ouest (probabilité ≥ 0.8).

Agrumes

Un groupe de 15 porte-greffes d'agrumes sélectionnés ont été analysés pour leur tolérance à la salinité. Les porte-greffes tolérants au sel accumulent plus de sucre qui est efficace dans le maintien de la turgescence en diminuant le potentiel osmotique et montrent un ajustement osmotique plus important.

Dans la présente étude, les sucres solubles ont augmenté avec l'augmentation de la salinité chez les porte-greffes Citrange Troyer B2 31655 (F9), Citrumélo 4475 B2G3 (F11) et Citrumélo 4475 A B6A4 (F13).

Photo 1 : Plants tolérants et sensibles à la salinité.

Plantes Aromatiques et Médicinales

Origan

L'évaluation de la composition chimique des échantillons collectés dans différentes régions a permis de caractériser le profil chimique des peuplements d'origan. 39 constituants ont été identifiés dans ces différentes essences. Le carvacrol, le thymol, le p-cymène et le gamma-

terpinène sont les constituants majoritaires, leur teneur varie dans des proportions considérables d'une HE à l'autre. La teneur varie de 4 - 97% pour le carvacrol, 0 – 77% pour le thymol, 1 – 54 % pour le p-cymène et de 0 – 36 % pour le gamma-terpinène.

Les teneurs en huile essentielle varient plus entre génotypes que par site. Le génotype G32 se démarque largement avec des teneurs dépassant 1.5% à Annoceur et 2% à Larache. Il pourrait être sujet à la domestication pour la culture d'origan.

Les rendements en biomasse varient entre les génotypes et entre les sites. Les génotypes G20 et G32 sont les plus productifs, particulièrement ce dernier qui par sa teneur en huiles essentielles que par sa productivité.

Camomille bleue *(Tanacetum annuum)*

L'étude de la composition chimique d'une trentaine d'accessions de camomille bleue collectées dans le Rif occidental a montré une variabilité quantitative et qualitative de la composition chimique de leurs huiles essentielles. La teneur en chamazulène, la composante chimique la plus recherchée dans la camomille bleue varie de 8.9 à 29.89.

La biomasse varie entre 18.5 et 25 T/ha. Ces valeurs soutiennent la mise en culture de ces populations d'autant plus que leur teneur en huiles essentielles varie entre 1 et 2%.

Banque de gènes

La banque de gènes de l'INRA a procédé à l'introduction de nouvelles espèces de différents organismes internationaux.

Ainsi, 8 accessions de *Bituminaria bituminosa* ont été introduites des Etats Unis d'Amérique, 522 échantillons de blé tendre (core collection) ont été introduits du CIMMYT, 100 accessions d'orge sauvage, 400 échantillons de pois chiche, et 398 accessions de lentilles, ont été introduites de l'ICARDA. Le total d'accessions conservées dans cette banque a atteint plus de 5200.

Référentiel pour la détermination de la salinité des sols de la région de khémisset

La recherche a porté sur la relation entre la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée (méthode de référence relativement lente) et la conductivité électrique d'un extrait dilué à l/5 pour différents types de sol de la région de Khémisset. Les résultats montrent que les sols de cette région ne sont pas salins et sont généralement de classe 1 ou 2. La corrélation trouvée est comprise entre 53% et 91% selon la nature des sols. Ainsi, le classement des meilleures corrélations entre les deux méthodes obtenues est comme suit : Lithosols > Sols peu évolués d'apport > Vertisols > Sols brunifiés > Sols hydromorphes > Rendzines > Sols isohumiques > sols fersialliques > Sols bruns calcaires. La différence entre les différentes corrélations trouvées a été principalement attribuée à la nature des sols qui se différencient entre eux par leur teneur en argile et en calcaire.

Gestion de l'irrigation au niveau du périmètre irrigué du Tadla par l'utilisation combinée de la télédétection radar et optique et de la modélisation agro-climatique

L'objectif de cette recherche est de déterminer dans quelle mesure la cohérence interférométrique peut être utilisée en complément à l'imagerie VIS / NIR traditionnelle pour assurer un suivi et une gestion des apports en eau d'irrigation dans le périmètre irrigué du Tadla sur 16 parcelles.

Les cartes de cohérence interférométrique sont générées sur la zone d'étude (Périmètre irrigué du Tadla) en se basant sur des archives des images complexes ERS1, ERS-1/2 Tandem. Les indicateurs de l'irrigation sont détectés par croisement avec des archives locales et des données sur le terrain. Trois séries d'images Radar tandem ERS ½ prises en 1995/1996, ERS1 en 2008 et ERS1 en 2011 ont été utilisées. Deux indices spectraux, NDWI et MS, ont été tirées de cinq images satellitaires SPOT5, qui ont été très corrélées aux teneurs en humidité du blé et du sol. En particulier le NDWI a montré un potentiel important pour améliorer l'irrigation de surveillance et de gestion du stress de blé au champ et au niveau régional.

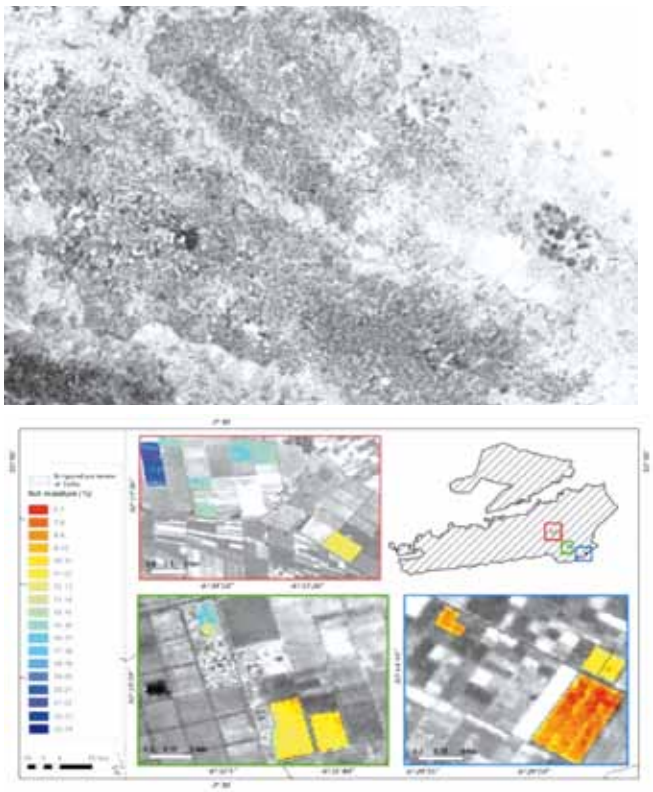


Figure 17 : Changement d'état de surface détecté par analyse de cohérence d'image ERS (à gauche) et estimation de l'humidité de surface par les images SPOT5 sur le périmètre du Tadla.

Détermination des besoins en éléments minéraux N, P et K chez le colza

Les essais ont été réalisés dans deux sites caractérisés par des conditions pédoclimatiques variées, Marchouch et El Koudia. Les observations et mesures ont porté sur les paramètres végétatifs et analytiques aux six stades de la culture. Le matériel végétal utilisé est la variété de colza « Narjisse ». Les résultats préliminaires montrent que les besoins de la culture de colza sont élevés en potassium, modérés en azote et faibles en phosphore.

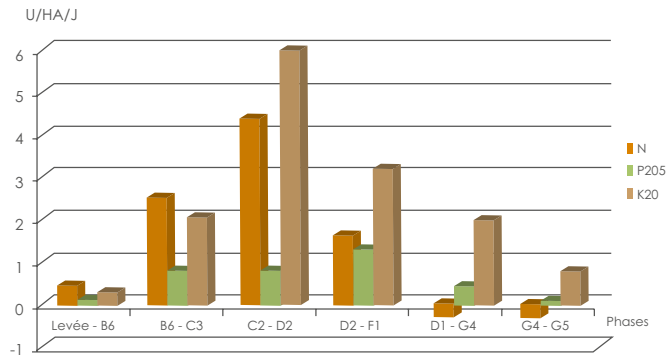


Figure 18 : Rythme d'accumulation des éléments nutritifs (N, P, K) par phase de croissance du colza

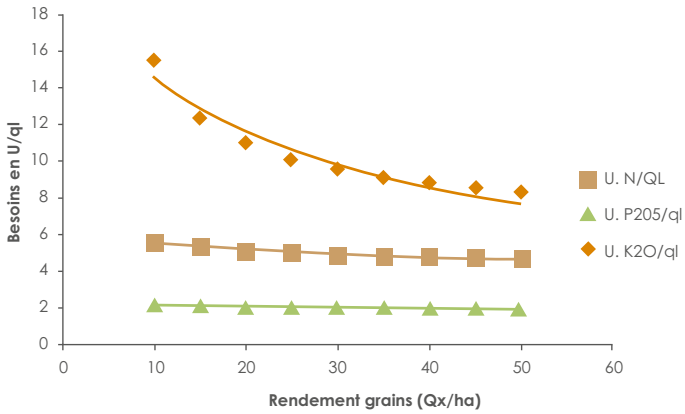


Figure 19 : Relation entre rendement et besoins en N, P et K du colza

Optimisation du compostage des déchets horticoles et enrichissement du compost avec des microorganismes

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet des différents niveaux de rapport C/N sur les paramètres physico-chimiques du processus de compostage (température, humidité relative, pH, EC, etc.), et sur la qualité du compost fini. L'effet de chaque compost sur le sol est aussi étudié en fin de l'essai. Les différents travaux d'expérimentation ont été menés dans la plate-forme du compostage du Centre du Transfert de Technologie (APEFEL/ORMVA SM), situé dans la région du Souss-Massa. Les différentes matières premières (déchets de tomate, fumier ovin, grignons d'olives et déchets du melon) ont été mélangées en différentes proportions pour avoir les différents rapports C/N. Un rapport C/N=35 a permis un bon comportement pendant le processus de compostage et a abouti à la meilleure valeur agronomique grâce à des tests de qualité. D'autre part, le rapport C/N=25 a donné un résultat optimal en ce qui concerne le test biologique. Enfin, le rapport C/N=40 a pu enrichir le sol avec plus de matière organique. La qualité du compost produit dépend largement du niveau de rapport de démarrage C/N et aussi de la qualité des constituants de ce mélange.

Amélioration de la qualité des sols sablonneux dans le Souss-Massa par la fertilisation organique

L'analyse de l'ensemble des paramètres étudiés nous a permis de conclure que la fertilité du sol a été importante à l'horizon

amendé (0-30cm). Elle diminue avec la profondeur et cette diminution est surtout observée à l'horizon 70-90cm. Le taux de la matière organique (MO) la plus forte (1,20%) a été enregistré pour la dose 25T/ha. La CEC a été importante pour les doses 15 et 25T/ha respectivement à l'horizon arable 0-30cm, par conséquence, on a constaté une amélioration des cations échangeables : le magnésium et le potassium qui augmentent à leur tour en fonction de la dose apportée. La teneur du sol en phosphore assimilable a été améliorée pour toutes les doses notamment la teneur la plus élevée (0,434‰) est enregistrée par la dose 25T/ha à la profondeur 0-30cm.

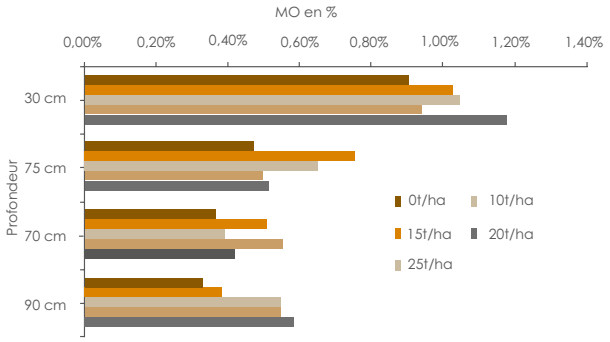


Figure 20 : Evolution de la M.O dans les différentes profondeurs

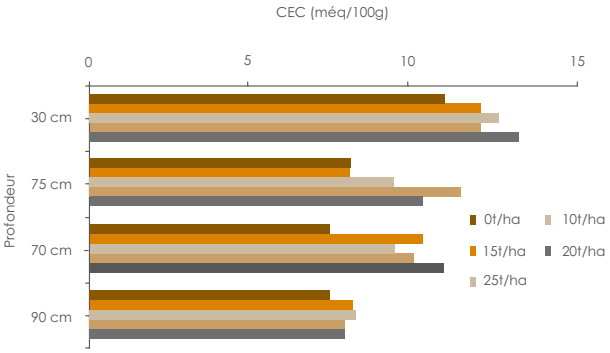


Figure 21 : Evolution de la CEC dans les différentes profondeurs

Evaluation de la résistance de 15 porte-greffes d'agrumes vis-à-vis de la salinité

Ce travail a eu pour objectif d'étudier la réponse au stress salin de 15 porte-greffes différents afin de vérifier leur capacité à tolérer la contrainte saline. Les résultats obtenus ont montré que la sévérité des symptômes de la salinité est plus importante chez le porte-greffe Citrumélo 4475 B B6A5 (F12) comparé aux autres porte-greffes étudiés. Le stress salin réduit significativement le rendement de la biomasse dans tous les porte-greffes testés mais les porte-greffes comme Citrumélo swingle 74-1 (4) et Citrumélo 4475 A B6A4 (F13) ont été moins touchés à tous les niveaux de salinité. Par contre les porte-greffes Citrumélo 57-98-506 (3), Citrumélo swingle 74-1(4) et C. Volkamériana B2 28613 (F25), ont maintenu la hauteur des plantes supérieure et d'autres paramètres de croissance dans des conditions salines. Les porte-greffes des agrumes diffèrent dans leur aptitude à exclure le Cl– et le Na+. La concentration foliaire en Cl– reste un bon critère pour l'évaluation des dommages de la salinité, et peut être utilisée pour la classification des porte-greffes des agrumes quant à leur tolérance au NaCl. Le citrange troyer a montré le degré d'accumulation le plus élevé. Les porte-greffes et C. Volkamériana B2 28613 (F25) et Citrange Troyer (F33) ont parvenu à maintenir les niveaux les plus élevés en proline par rapport aux autres. La présente étude confirme également que l'accumulation de proline varie selon les porte-greffes d'agrumes. Il semble que les porte-greffes C. Volkamériana B2 28613 (F25)

et Citrange Troyer (F33) maintiennent une accumulation de proline supérieure sous différents niveaux de salinité. Les porte-greffes tolérants au sel accumulent plus de sucre qui est efficace dans le maintien de la turgescence en diminuant le potentiel osmotique et montre un ajustement osmotique plus important. Dans la présente étude, les sucres solubles ont augmenté avec l'augmentation de la salinité chez les porte-greffes Citrange Troyer B2 31655 (F9), Citrumélo 4475 B2G3 (F11) et Citrumélo 4475 A B6A4 (F13).

Photo 2 : Evaluation de la résistance de porte-greffes d'agrumes vis-à-vis de la salinité

Effet du porte-greffe sur la qualité du jus de la Valencia Late dans la région du Gharb

L'objectif de cette étude a été d'étudier l'effet de 14 porte-greffes d'agrumes, sur la richesse du jus de la valencia late, sur la qualité nutritionnelle notamment en la richesse en ces deux composantes de qualité. Les résultats obtenus ont montré : Mandarine Cléopâtre X Poncirus trifoliata donne des oranges riches en jus dont la valeur maximale est de 55,88% alors que Citrumélo 1452 donne des oranges à 39,62% de jus seulement. Les oranges de Citrange Carrizo qui contiennent un taux maximal de citrate arrivant à 1,47% alors que celles de Citrus Macrophylla restent pauvres en citrate dont la valeur minimale est de 0,95%. Citrumélo 1452 donne des oranges très matures avec une valeur maximale de l'indice de maturité arrivant à 9,44 alors que Poncirus trifoliata B6 CZ 24 donne des oranges ayant 7,02 comme valeur minimale de E/A. les oranges de Bigaradier en contenant une valeur de Brix de 12, alors que les oranges de Citrus Macrophylla sont les moins sucrés dont la valeur minimale de Brix est de 8,6. Les oranges de Citrange Carrizo sont caractérisées par leur contenu maximal en vitamine C arrivant à 33,6mg/100ml de jus alors que celles de Citrus Macrophylla ne contiennent que 24,66mg/100ml de jus comme valeur minimale de vitamine C. En fin, le Citrumélo 1452 donne des oranges riches en caroténoïdes dont la valeur maximale est de 0,134mg/l alors que les oranges de Citrange Carrizo contiennent une faible quantité de caroténoïdes dont la valeur minimale est de 0,026mg/l.

Fertilisation de la pelouse graminéenne de Motazli dans la commune rurale d'Imilchil

Des essais ont été conduits à Imilchil où la pratique de la fertilisation des pelouses est inexistante. Les résultats montrent

Photo 3 : Opération de fertilisation de pelouse graminéenne

que l'apport d'engrais peut doubler la production en matière sèche par hectare.

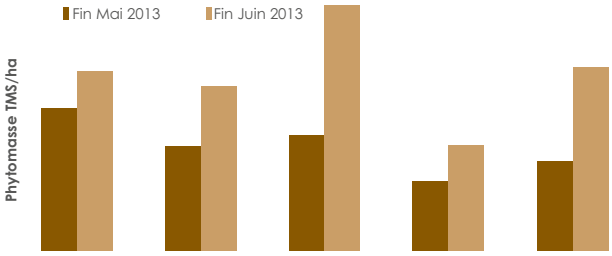


Figure 22 : Phytomasse de la pelouse dans les cinq parcelles d'essai durant deux périodes

Effet de la restriction hydrique et azotée sur le niveau d'infestation du puceron vert du pêcher

L'objectif de cette recherche est d'étudier l'effet combiné du déficit hydrique et azoté sur l'infestation des populations de pucerons *Myzus persicae* ainsi que l'évolution de la faune auxiliaire et son impact sur la population des pucerons pour deux régimes de fertigation. Un essai a été conduit dans un domaine privé de la région du Sais en appliquant deux régimes de fertigation l'un répondant aux besoins de la plante (T1) et l'autre déficitaire de 25% (T2). Le premier régime de fertigation T1 étant favorable au développement normal des arbres fruitiers puisqu'il renferme des quantités suffisantes (100%) de l'eau et des éléments nutritifs (notamment l'azote) apportées moyennant deux goutteurs chacun avec un débit de 4 litres par heure, alors que le deuxième régime (T2) est rendu déficitaire en ces éléments (75%) suite à une restriction des quantités d'eau et d'azote apportées tout en changeant l'un des goutteurs de 4 litres/heure au niveau de la gaine par un autre goutteur d'un débit de 2 litres/heure afin de réduire les ressources d'eau et d'azote apportées aux arbres de 25%. La recherche a montré l'existence d'une forte dépendance de l'espèce *Myzus persicae* vis-à-vis des ressources hydriques et azotées. Le régime de fertigation déficitaire en eau et en azote (T2) a induit un niveau d'infestation des aptères moins important que le régime (T1).

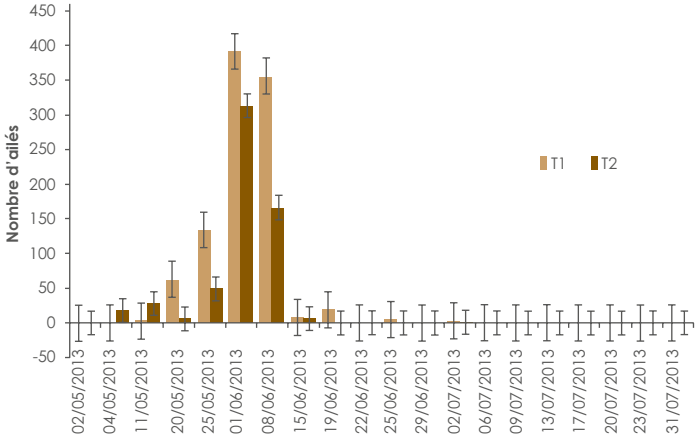


Figure 23 : Relation entre le nombre d'ailés de Myzus persicae et l'indice d'infestation des aptères.

Optimisation de l'irrigation déficitaire des rosacées fruitières à noyaux

L'objectif de cette recherche est de tester deux niveaux de restriction hydrique sur le pêcher *(Prunus persica,* cv, JH-Hall), le prunier (*Prunus domestica,* cv, Stanley) et l'amandier (*Prunus*

dulcis, cv, Tuono) pendant les périodes de ralentissement de la croissance du fruit correspondant au stade phénologique II pour le pêcher et le prunier et aux stades II et III pour l'amandier. Trois régimes hydriques, correspondant à trois fractions de l'évapotranspiration de la culture (50% ETc, 75% ETc et 100% ETc) ont été testés pendant les phases de durcissement des noyaux des trois rosacées. Chez l'amandier et le prunier, l'application d'une restriction hydrique jusqu'à 50% ETc pendant ces périodes n'a pas induit de réductions significatives des niveaux de rendement avec une amélioration de l'efficience d'utilisation de l'eau d'une même ampleur, de 58%. Cependant, chez le pêcher une restriction hydrique de 50% ETc a réduit d'une manière significative le niveau de rendement de 19 à 25% durant les trois années de l'expérimentation. Alors qu'une restriction de 25% ETc n'a pas eu d'effet significatif sur le niveau de rendement de cette espèce avec une amélioration de l'EUE de 36%. La diminution du rendement du pêcher sous une restriction hydrique de 50% ETc a été liée en grande partie à une réduction du calibre du fruit puisque les restrictions ont été imposées après la nouaison.

Impact à long-terme du semis direct en comparaison avec le travail du sol conventionnel sur la productivité du blé tendre

Les résultats montrent que le choix de la rotation culturale est indispensable pour améliorer la productivité du blé tendre aussi bien dans les systèmes de l'agriculture de conservation que dans les systèmes de travail du sol conventionnel. Dans le cas de la monoculture du blé, la baisse de la productivité est considérable.

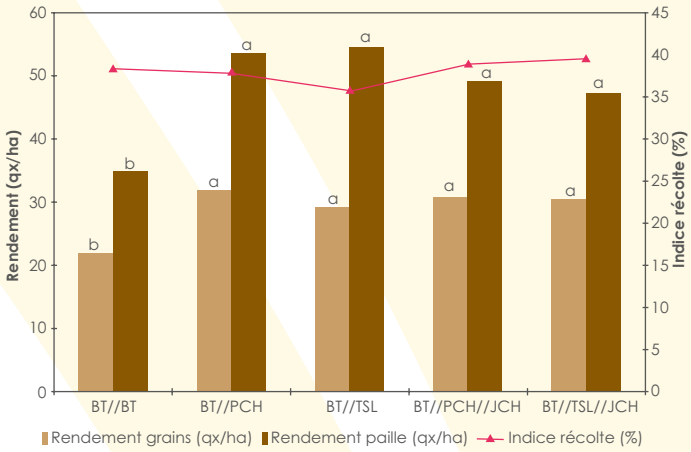


Figure 24 : Rendement en grains (qx/ha), rendement en paille (qx/ha) et indice de récolte du blé tendre sous semis direct et selon les rotations culturales à Douyet en 2012-2013

Etendue d'interaction entre l'olivier et les cultures intercalaires céréalières (blé dur et blé tendre) et légumineuses (lentille et féverole)

Deux céréales (blé dur et blé tendre) et deux légumineuses (lentille et féverole), ont été semées séparément, entre les rangées d'oliviers plantés à un écartement de 10 x 10 m. Les résultats montrent que l'éloignement du tronc de l'arbre de l'olivier d'environ 2,5m pour l'installation des cultures annuelles serait adéquat pour une production optimale de l'association en place. Les légumineuses restent les moins compétitivités vis-à-vis de l'olivier et les moins influencées par la strate arborée comparativement aux céréales.

Céréales et légumineuses alimentaires

Situation des maladies des blés et de l'orge

Les prospections réalisées sur les maladies des blés et orge ont mis en évidence la prévalence sur les blés des maladies de types septoriose, rouille brune, rouille jaune et pourritures racinaires. La rouille noire et l'oïdium ont été moins prévalentes et ont été détectées sur les deux espèces de blé, alors que la carie a été observée sur quelques champs de blé tendre. L'ergot (Claviceps purpurea) a été détecté pour la première fois au Maroc au niveau d'un champ de blé tendre à Zaër.

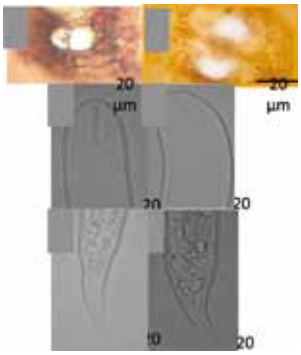
Les maladies les plus prévalentes sur orge sont la rayure réticulée, le charbon couvert, la rouille brune, les pourritures racinaires, le charbon nu et de façon moindre la maladie striée de l'orge, la rhynchosporiose et l'oïdium. La rayure réticulée a été la plus dévastatrice avec la manifestation des deux types (spot-type et net-type) parfois même sur la même feuille mais avec une dominance du spot-type à Taza et moyen Atlas.

Nuisibilité des pourritures racinaires

Une perte de rendement de 38% de la variété du blé dur Karim a été notée dans les conditions de la serre sous stress biotique induit par le *Bipolaris sorokiniana* par l'effet de la défoliation au stade épiaison. Par ailleurs, un effet significatif de la défoliation sur le rendement causant une réduction de l'ordre de 37% est enregistré à partir de la perte des deux feuilles supérieures. En général, aucune interaction significative n'a été enregistrée entre l'inoculation et la défoliation sur le rendement et ses composantes.

Les nématodes associés aux céréales, des ennemis à prendre au sérieux

Les prospections nématologiques menées dans les principales régions céréalières ont montré une forte attaque des cultures céréalières par les nématodes à kyste des céréales (*Heterodera avenae*) et les nématodes des lésions racinaires (*Pratylenchus spp.*) dans la plupart des localités visitées. L'espèce H. *latipons* a été observée d'une façon localisée au Sais et Aïn Jmâa. Quatre espèces de *Pratylenchus,* ont été identifiées morphologiquement. Il s'agit de *P. penetrans, P. thorne, P. pseudocoffeae et P. pinguicaudatus.* Les deux premières espèces étant les plus abondantes, les deux dernières espèces sont rapportées sur céréales pour la première fois au Maroc. Ces résultats ont été confirmés avec des outils moléculaires notamment les amorces spécifiques aux deux espèces *P. penetrans* et *P. thornei et* aussi avec le séquençage de la région D2D3 (les segments d'expansion D2D3 du gène 28S rARN.



Photos 4 : Caractères morphologiques de certaines populations marocaines du groupe Heterodera avenae: A) cône vulvaire d'Heterodera avenae, B) cône vulvaire de Heterodera latipons C) Stylet et les boutons basales des juvéniles d'H. avenae D) Stylet et les boutons basales des juvéniles d'H. latipons E) la queue des juvéniles d'H. avenae F) la queue des juvéniles d'H. latipons

Figure 25 : Amplification de la région ITS des populations marocaines du groupe Heterodera avenae. L'amorce spécifique à H. avenae a produit un fragment unique d'environ 109 bp, contrairement H. latipons (204bp)

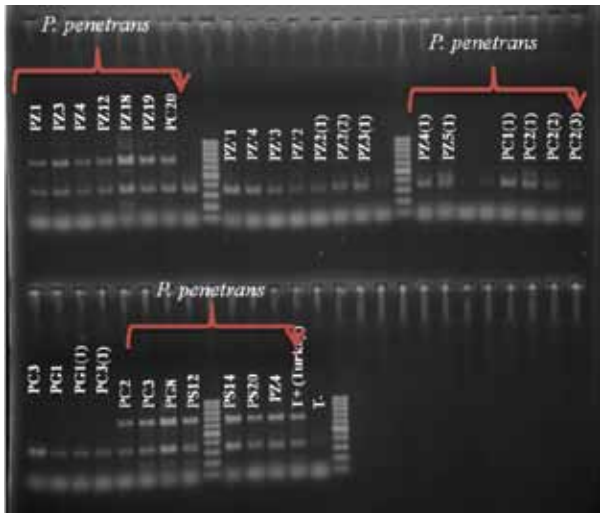


Figure 26 : Amplification de la région D2D3 des Pratylenchus penetrans avec des amorces spécifiques (Duplex) à l'espèce Pratylenchus penetrans produit deux fragments

Les ravageurs des céréales et légumineuses alimentaires

Les niveaux d'attaques de la cécidomyie sur céréales enregistrés durant cette campagne ont été relativement élevés dans la région d'Abda, qui a souffert de la sècheresse, par contre ils étaient faible à moyen dans les régions de Doukkala, Sais, Taza et moyen Atlas. Le puceron russe a été particulièrement important au niveau de cette dernière région.

Dans le cas des légumineuses alimentaires, la sitone a constitué l'insecte le plus important sur la fève dans les régions de Abda et Doukkala. Par ailleurs, le lixus a été le plus important, dans les régions du Nord, Sais et Taza. La mineuse des feuilles a constitué le principal ravageur du pois chiche dans toutes les régions du pays. Au niveau de la lentille, de très faibles incidences du puceron du petit pois ont été constatées.

Développement de stratégies de lutte contre les ennemis des céréales et légumineuses alimentaires

Efficacité du gène Yr15 de résistance à la rouille jaune

L'évaluation à la rouille jaune d'une série de lignées isogéniques de blé à base d'Avocet dans trois sites (Marchouch, Douyet et CRRA-Meknès) a révélé que le gène Yr15 confère une immunité absolue malgré la forte pression d'inoculum. Par contre, les gènes Yr 1, 5, 10, 17 et YrSp qui conféraient une résistance absolue durant les saisons antérieures ont été moins efficaces durant la saison 2012-13. La lignée portant le gène Yr27 a été complètement détruite à Marchouch. Afin d'assurer une longue efficacité du gène Yr15, sa combinaison avec des gènes mineurs est la meilleure stratégie.

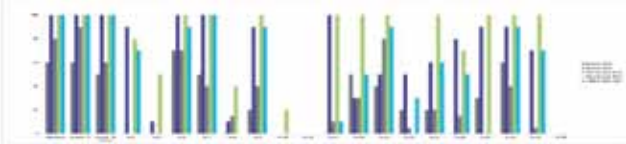


Figure 27 : Efficacité des gènes de résistance à la rouille jaune sous différentes conditions marocaines durant 2012 et 2013.

Résistance des variétés d'orge aux pourritures racinaires

Une méthode efficace pour l'évaluation de la sévérité des pourritures racinaires associées aux blés et orge a été mise au point. Elle consiste à l'inoculation d'un sol naturel avec de la matière organique contenant les agents causaux des pourritures racinaires déposée sur tout le système racinaire ou au niveau du sous-collet et collet au-dessus du lit des semences. Ainsi, l'évaluation d'une série de variétés de blé dur suite à l'inoculation au niveau des racines séminales a mis en évidence la résistance des variétés Carioca, Nassira, Pioneer et Annouar. Les variétés Vitron, Icamor et Marjana se sont montrées tolérantes. Par ailleurs, l'inoculation au niveau du collet a révélé la résistante de Vitron, Sebou, Zeramik et Riad alors que les variétés Isly, Pioneer et Iride ont été tolérantes.

Résistance du blé tendre à la cécidomyie

Quatorze lignées de blé tendre, à haut potentiel de rendement et combinant la résistance à la cécidomyie et d'autres caractères agronomiques, ont été sélectionnées dans la pépinière élites F8 provenant de la pépinière SBW-HF-ON de l'ICARDA. Ces lignées proviennent de croisements spécifiques visant l'incorporation des gènes de résistance à partir de sources connues et des variétés sensibles, mais à large adaptation.

Les biocides, une alternative aux insecticides chimiques de synthèse

L'étude de l'activité aphicide de l'huile essentielle de l'armoise blanche, *Artemisia herba-alba,* contre le puceron des céréales, *Rhopalosiphum padi,* montre une mortalité totale des pucerons après 24h d'exposition pour les deux concentrations d'HE testées, 10µl/l et 20µl/l (Figure 28, photo 5). Notons également que les HE de *Mentha pulegium* et *Rosmarinus officinalis* se sont révélées toxiques pour ce puceron.

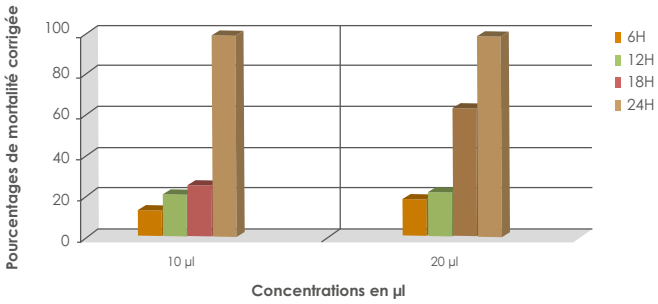


Figure 28 : Pourcentage de mortalité corrigée de R. padi en fonction des durées d'exposition à 10µl/l et 20µl/l de l'huile essentielle de l'armoise blanche

Photos 5 : Attaque de Rhopalosiphum padi sur blé

Sources de résistance aux principales maladies des légumineuses alimentaires

Une vingtaine de génotypes prometteurs de pois chiche précédemment sélectionnés pour leur résistance à l'anthracnose ont confirmé la stabilité de leur réaction dans différents sites expérimentaux sous des conditions sévères d'infestation de la maladie.

Ces sources de résistance pourront être incluses dans le programme national d'amélioration génétique.

L'évaluation d'une collection de 417 génotypes locaux pour la résistance à la tache chocolatée (*Botrytis fabae*) a permis l'identification de 114 génotypes moyennement résistants au niveau du domaine de Sidi El Aidi. Par ailleurs, 40 génotypes ont été identifiés résistants dans deux sites chez les agriculteurs (Had Ait Mimoun et la région de Fès). Parmi ce matériel résistant, 18 génotypes ont été sélectionnés par les agriculteurs pour leurs performances agronomiques.

Développement de technologie d'application à taux variable des formulations pesticides

Le développement d'une version finale d'un prototype de pulvérisateur par injection directe adapté pour le contexte des petites exploitations agricoles a été basé sur l'étude des aspects hydraulique, de régulation électronique et d'assistance électrique pour l'implémentation d'une plateforme de pulvérisateur roulant et de son asservissement pour la gestion de la dose appliquée en fonction de la vitesse d'avancement. En plus de multiples avantages de cette technique, l'opérateur n'a pas besoin de manipuler le produit chimique pour préparer la bouillie et rincer la cuve à la fin du traitement.

Photo 6 : Schéma de pulvérisateur pour dosage automatique à base d'énergie solaire

Photo 7 : châssis de pulvérisateur tri-roue muni de kit d'assistance à la traction électrique

Photo 8 : Démonstration de technologie d'application de pesticides

Caractérisation des populations marocaines d'*Erwinia amylovora*, responsable du feu bactérien sur les rosacées à pépins

La caractérisation d'une série de 177 souches d'*Erwinia amylovora* collectées depuis 2007 dans les différentes régions infestées (Meknès, Azrou, Ifrane, Béni Mellal, Azilal, Marrakech) a mis en évidence une très grande diversité phénotypique et biochimique au sein de cette population au niveau notamment de l'hydrolyse de l'esculine et l'aspect des colonies sur les milieux MM2Cu et CCT. Cette étude montre que les souches ont une tendance à avoir une résistance au cuivre dans notre pays. Il s'est avéré ainsi que 40% des souches sont résistantes au cuivre jusqu'à 500 ppm dont 25% provenant de rameaux de pommier de la région de Béni Mellal, 10% du poirier de Meknès, Azrou et Marrakech, et 5% du cognassier de Béni Mellal, Bensmim, Midelt.

Figure 29 : Répartition du feu bactérien depuis sa première apparition

PCR quantitative en temps réel pour la caractérisation des nématodes

La PCR quantitative en temps réel (qPCR) s'est révélée une très bonne alternative aux méthodes traditionnelles (morphologique et morphométrique) pour la détection des nématodes appartenant aux espèces *P. penetrans, P. thornei, H. latipons* associés aux céréales et *Xiphinema diversicaudatum* sur agrumes. Dans le cas des deux premières espèces, en plus de sa spécificité, cette technique s'est révélée très sensible même pour la caractérisation des populations de *Pratylecnhus* en mélange. La qPCR offre ainsi de nouvelles perspectives au développement des analyses nématologiques basées sur le séquençage.

Lutte contre les ravageurs et maladies de l'olivier

Recherche de résistance aux principaux ennemis de l'olivier

L'étude du comportement de différentes variétés d'olivier originaires du Maroc, Italie, Espagne et Grèce vis-à-vis des principaux ravageurs et maladies (teigne, psylle, Otiorhynque, œil de Paon) au niveau du domaine expérimental de Tassaoute a mis en évidence une variabilité dans la réaction de ce matériel. Ce résultat sera exploité pour la sélection de variétés performantes et résistantes.

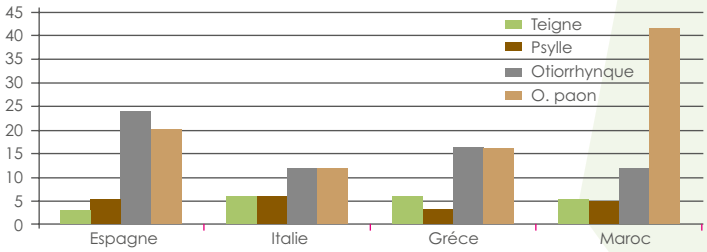


Figure 30: Pourcentage d'infestation par les ennemis de l'olivier en fonction des différentes origines

Toxines du *Verticillium dahliae* pour l'évaluation de la résistance des variétés d'olivier

Différentes études ont été entreprises avec les toxines du *Verticillium dahliae* agent de la verticilliose en vue de développer des essais miniaturisés rapides et fiables. Dans ce cadre, les résultats de l'effet de deux toxines, l'une naturelle (5ug/ml) et l'autre synthétique analogue (2,5ug/ml), sur des feuilles d'olivier d'une série de 20 variétés de 10 pays méditerranéens, ont montré une différence de comportement des variétés à l'égard de 2 toxines. Par ailleurs, la tomate a été utilisée comme plante modèle dans des tests *in vitro* pour la mise au point des concentrations et des méthodes de sélection pour la résistance à la toxine du champignon. Enfin, un test de phytotoxicité a été entrepris avec une nouvelle série de molécules d'ester.

Lutte contre le Bayoud du palmier dattier

Les recherches sur les toxines, ont porté notamment sur les méthodes d'extraction, les tests de toxicité ainsi que la comparaison du pouvoir pathogène et de l'activité toxique des phytotoxines extraites des filtrats de culture de *Fusarium oxysporum* f.sp. albedinis (Foa), agent du Bayoud du palmier dattier et *Fusarium oxysporum* f.sp. *canariensis* (Foc), agent de la fusariose du palmier des Canaries. Les filtrats des différents isolats de ce dernier ont provoqué des effets comparables sur les feuilles détachées des deux espèces du palmier. Des effets similaires ont été notés avec les extraits des filtrats des deux champignons, notamment l'extrait dichlorométhane et le résidu aqueux, sur les feuilles détachées du palmier dattier.

Figure 31 : Test de phytotoxicité du Foa, agent du Bayoud sur les graines du palmier dattier germées et développées in vitro

Effet des microorganismes sur la croissance des plantes : élaboration de nouveaux produits biofertilisants

L'étude de l'effet de trois souches bactériennes (LPB1, LPB2 et LPB3), ayant une activité productrice d'AIA, sur la croissance des plantes a mis en évidence une efficacité de ces isolats pour l'amélioration du taux de germination des graines de blé et du caroubier respectivement de 21 et 12%. L'auxine produite par ces isolats, entre 3,26 µg/ml et 30,70 µg/ml, a également permis une accélération de la croissance des tiges et une augmentation de la taille et la biomasse du système racinaire.

Par ailleurs, les isolats **LPB9** et **LPB10** non productrices de l'hormone ont entrainé une amélioration de la taille et le poids frais des plantules testées sans pour autant atteindre l'effet atteint par les trois autres isolats. Cette amélioration est vraisemblablement due à la capacité de ces isolats de solubiliser le phosphate et rendre l'azote disponible pour la plante.

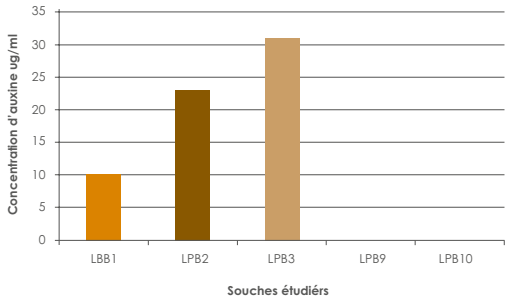


Figure 32 : Production d'auxine

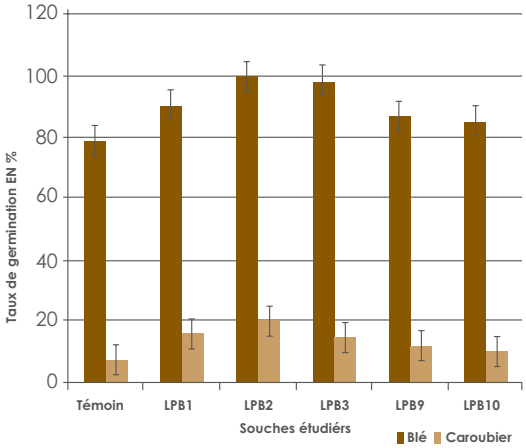


Figure 33 : Effet des souches sur la germination

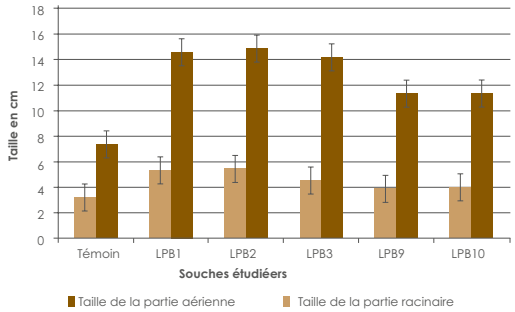


Figure 34 : Effet des souches sur les paramètres de croissance du caroubier

Lutte contre les ennemis des agrumes

Transmissibilité des isolats de la Tristeza par *Aphis gossypii* et *Aphis spiraecola*

Un essai a été réalisé dans les conditions du laboratoire en vue d'étudier la transmission de deux souches locales de la région du Loukkos du virus CTV, l'une sévère (Clem1-Mor) et l'autre modérée (L-Clem2-Mor). Dans le cas de *Aphis gossypii* la transmission a été faible avec le premier isolat (13.33%) et plus efficace avec le second allant jusqu'à 40%. Avec l'espèce *Aphis spireacola* aucune transmission de l'isolat sévère n'a été détectée. Tandis que de faibles niveaux de transmission (6.67%) ont été enregistrés avec l'isolat modéré. Par ailleurs, l'étude comparative des deux isolats avant et après transmission par les pucerons réalisée par SSCP et le séquençage de trois gènes a révélé une similarité dans les profils de migration alors que le séquençage génomique a montré des changements très contenus au niveau de la séquence nucléotidique des trois gènes qui peuvent être très importants dans le temps sous la pression de la transmission.

Extraits naturels pour la lutte contre les maladies de conservation des fruits d'agrumes

L'effet d'une dizaine d'huiles essentielles a été plus prononcé *in vivo* contre les maladies de post-récolte, *Penicillium digitatum* et *Penicillium italicum*, sur des fruits de la variété Valencia Late.

Dans les conditions *in vitro*, les pourcentages d'inhibition n'ont pas dépassé 50% par contre ils ont dépassé 60% notamment dans les cas des huiles essentielles du myrte et du romarin sur *P. italicum*.

Extrait des plantes pour la lutte contre *Tuta absoluta*

L'étude dans les conditions semi-naturelles de l'effet des extraits de plantes sur différents stades de *Tuta absoluta* a mis en évidence une toxicité élevée de l'extrait de *Thymus vulgaris* pour les différents stades de l'insecte.

Par contre, dans le cas de *Tetranychus urticae*, le bio-essai a révélé une toxicité supérieure de l'extrait de *Ricinus communis* par rapport à *Thymus vulgaris*.

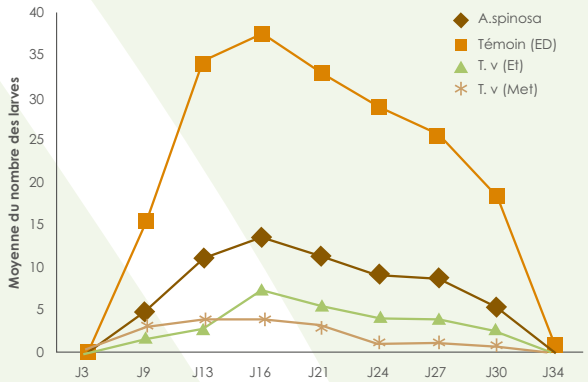


Figure 35 : Evolution des larves de T. absoluta en préventif

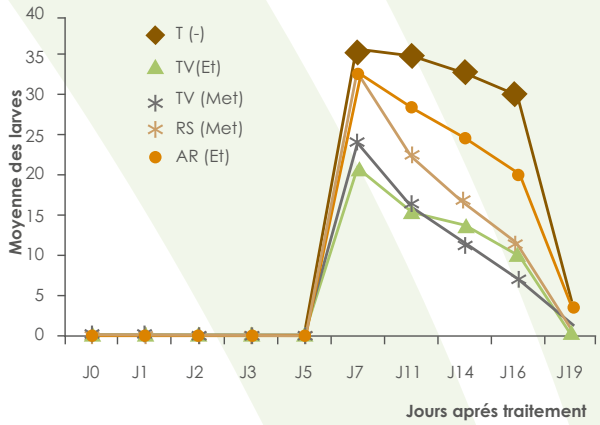


Figure 36 : Evolution des larves de T. absoluta en curatif

L'alimentation et son effet sur les performances des animaux

- La neutralisation de l'action protectrice de TC contre la bio-hydrogénation des acides gras insaturés au niveau du rumen induisant au niveau de la viande une augmentation significative des teneurs en acides gras saturés (25,40 vs 9,01%).
- La diminution significative des teneurs en acides gras insaturés (74,60 vs 90,99%).

Tableau 3. Effet de l'apport de Polyéthylène glycol sur la composition en acides gras de la viande de chevreaux

Apport de Polyéthylène glycol dans la ration (g)			
Acide gras :	**0**	**10**	**20**
désirables	94,52[a]	84,49[b]	85,13[b]
mono-insaturés	57,81[a]	46,49[b]	37,91[b]
polyinsaturés	30,95[ab]	25,02[b]	29,90[a]
insaturés	90,99[a]	74,60[b]	78,30[b]
saturés	9,01[b]	25,40[a]	21,70[a]
désirables/ saturés	10,10[a]	2,94[b]	3,61[b]
w6	10,66	14,38	15,36
w3	18,01[a]	9,08[b]	16,98[a]

a, b et c dans une même ligne : les valeurs suivies des lettres distinctes sont différentes à 5%.

- La substitution de l'orge-fèverole par le lupin-triticale dans des rations des chèvres laitières à des proportions respectives de 50 et 25% de la ration de concentré améliore la teneur du lait en matière grasse d'environ 26% sans affecter négativement la production laitière et les teneurs du lait en matières utiles. De même, les teneurs en acides gras du lait ne sont pas affectés par l'incorporation du lupin-triticale dans la ration des chèvres.

Tableau 4. Production laitière et composition moyenne par type de ration

Lupin – Triticale (%)			
	0-0	**25-50**	**50-25**
Production laitière (g/j)	446,47	416,83	494,97
Production laitière 120 j (kg)	58,60	54,80	65,77
Matière grasse (%)	3,44b	3,00[b]	4,33[a]
Matière protéique (%)	3,87	4,08	4,24
Lactose (%)	4,62	4,62	4,64

a, b et c dans une même ligne : les valeurs suivies des lettres distinctes sont différentes à 5%.

- La valorisation des sous-produits du cactus ;
- L'allongement de la durée de stockage d'un ensilage à base de sous-produits de cactus à 19 mois (E2013) avant son utilisation a été comparé à l'ensilage récent (E2011) durant une période de 105 jours. Les résultats observés ont montré que :

- le changement dans la composition en matière sèche (MS), matières azotées totales (MAT) et en azote ammoniacal (N-NH3) de l'ensilage. La MS a augmenté de 46 à 53%, ce qui a provoqué une perte d'humidité, la teneur en MAT a été réduite de 1,5% durant cette période de conservation et la composition en N-NH3 a été augmentée ;
- le vieillissement de l'ensilage a provoqué une réduction de l'ingestion volontaire due à l'augmentation de la MS et de l'N-NH3 impliquant une réduction du GMQ soit 144 g/j vs 195 g/j de l'ensilage fraichement préparé ;
- l'augmentation significative du coût du gain de poids vif de 15,9 à 18,3 DH/kg.

Tableau 5. Effet de la durée de stockage d'ensilage de cactus sur sa composition chimique et les performances des agneaux

Performances d'engraissement	E2011	E2013
Matière sèche (%)	46[a]	53[b]
Matière minérale (%)	14	12
Matière azotée totale (%)	18,7[a]	17,2[b]
Cellulose brute (%)	25	22
Matière grasse (%)	4,01	3,80
pH	4,51	4,94
Azote ammoniacal (% N total)	3[a]	7[b]
Ingestion MS (g/kg P.V^{0,75})	72	68
Gain moyen quotidien (g/j)	195[a]	144[b]
Coût de production du kg PV (Dh/kg)	15,87[a]	18,35[b]
Poids des carcasses (kg)	19,1	18,7
Rendement en Carcasse (%)	49,3	49,2

** : P<0,05; P.V0,75: poids métabolique des animaux*

- La comparaison des résultats de six rations différentes où l'orge grain a été substituée au concentré de commerce (CC) avec une variation de la part du foin d'avoine ont montré que :

- 68% du CC dans la ration a permis un GMQ élevé (243 g/j, mais son niveau à 30 ou 40% a eu un impact négatif sur le GMQ (-27%) et sur le dépôt de gras dans la carcasse (excès de gras) ;
- 68% d'orge dans la ration a permis les mêmes performances que l'aliment CC avec 30 ou 40%. Mais l'augmentation du fourrage à 30 et 40% dans le concentré avec orge dans la ration a eu des effets négatifs sur le GMQ et le rendement en carcasse mais il a toutefois réduit le dépôt de gras.

Tableau 6. Etude comparée de six rations sur les performances des agneaux

	Types de ration					
	CC68:F10	CC40:F30	CC30:F40	O68:F30	O40:F30	O30:F40
Gain Moyen Quotidien (g/j)	243a	177b	155b	164b	109c	60d
Rendement en carcasse (%)	53,97a	51,45a	51,60a	53,30a	48,78b	48,35b
Dépôt de gras (%)	6,55a	3,64b	4,42ab	5,70ab	4,37ab	5,84ab
Conformation (pts)	4,00	3,08	3,42	3,58	3,17	2,41
Gras interne (pts)	3,90a	2,25c	2,67bc	3,17b	2,58bc	2,08c
Gras Externe (pts)	3,40	2,83	2,75	3,42	3,08	2,42

CC : composé commerce, O : orge, F : foin avoine, a, b et c dans une même ligne : les valeurs suivies des lettres distinctes sont différentes à 5%.

Au niveau des zones arides, l'étude de l'effet de la privation d'eau d'abreuvement sur la production des brebis à l'entretien alimentées par le cactus a montré que :

- La réduction de l'abreuvement à une prise à volonté à une fois/jour a été accompagnée d'une diminution de 52% de la consommation d'eau ;
- La quantité totale de MS ingérée (MSI) a diminué de 20% entre le régime avec eau *ad libitum (T)* et le régime avec restriction d'eau (R) ;
- Une amélioration de la MSI du régime avec cactus (C) par rapport aux régimes (T) et (R) de 14 et 31% respectivement.

L'évaluation de la valeur nutritive des pailles des variétés inscrites et des lignées prometteuses de légumineuses alimentaires a montré que la proportion des résidus dans la MS totale récoltée et la proportion des feuilles et gousses dans les résidus sont supérieures chez cinq variétés (Farihane, 97/114, Arifi, Zahour, Douyet). En effet, la proportion des résidus dans la MS totale récoltée a été de 79,45 et 58,19% respectivement pour Jmâa Shim et Sidi Aidi. Et la proportion des feuilles et gousses dans les résidus a été de 30,51% à Sidi Aidi et 49,04% à Jmâa Shim.

L'évaluation quantitative et qualitative de la végétation pastorale au niveau du parcours de Bouzahri a montré que l'utilisation continue des ressources sylvo-pastorales et l'absence d'un mode de gestion des pâturages, a considérablement réduit la production en phytomasse des espèces fourragères les plus appétibles caractérisées par des teneurs faibles en protéine (1,30 à 2,90 % MS), et des teneurs moins élevée en matière grasse (2,48 à 4,90% MS) pour 50% des espèces. La phytomasse produite a été faible (3428 kg MS/ha), composée à 75% de *Cistus crispus, Inula viscosa, Pistacia lentiscus, Lavandula stoechas* et *Quercus ilex*. De même, la caractérisation des déplacements des caprins au niveau du parcours de Bouzahri par l'utilisation des colliers GPS a montré que la distance journalière moyenne parcourue par le troupeau est de 7,7 km pour une durée de pâturage de 10 heures et que les caprins cherchent principalement la végétation au ras du sol.

La caractérisation phénotypique des races locales

La collecte des données a été réalisée en s'intéressant à différentes caractéristiques qualitatives et quantitatives. Les résultats de comparaison entre les différentes races caprines des oasis ont montré que le caractère présence/absence de cornes ne semble pas avoir un effet significatif sur la prolificité et la production laitière des chèvres. L'association entre la fertilité et l'absence de cornes chez les caprins n'a pas été observée et les anomalies se sont limitées à des malformations au niveau de l'appareil génital mâle sans constater de cas d'hermaphrodisme apparent.

Tableau 7. Prolificité et production laitière des chèvres

Type de chèvres	N	%	Prolificité (agneaux)	Production laitière (kg)
Cornues	186	44	1,43	80
Mottes	237	56	1,52	82

Dans la région du Nord, la caractérisation morphologique et phénotypique des caprins Beni Arrouss, a permis de conclure que la production laitière moyenne de la chèvre Ben Arrouss s'élève à 520 g/jour et les teneurs moyennes du lait en protéines, matières grasses et lactose sont respectivement de 3,9 ; 3,9 et 4,6%. Ces niveaux de production ont montré une grande variabilité selon le système de production.

La caractérisation moléculaire des races locales

L'étude sur l'optimisation de la technique de séquençage, la question de choix de la taille d'échantillon et la stratégie de séquençage à choisir a été abordée par un consortium international en utilisant des données recueillies sur des ovins marocains. Ainsi, plusieurs sous-échantillons ont été générés aléatoirement pour séquencer des populations d'ovins domestiques en utilisant des puces SNPs de tailles: 1K, 10K, 50K, 100K, 500K, 1M et 5M, Boship, exome et ovine Illumina® 50K SNP et WGS. Les résultats ont montré que tous les jeux de données (WGS) impliquent une forte corrélation pour l'hétérozygotie et le coefficient de consanguinité. Cependant les jeux de données avec 1K ont montré des corrélations plus faibles. La diversité nucléotidique a été bien estimée par tous les jeux de données aléatoires entre 10K et 5M. Toutefois, elle a été hautement surestimée par la puce 50K et sous-estimée par la simulation de l'exome capture. Les valeurs Fst de Weir & Cockerham qui différencient entre les races sont toutes négatives, preuve d'une différenciation nulle au niveau génomique entre les races ovines locales du Maroc.

Les jeux de données avec moins de 500K présentent une grande variance de ce paramètre que les jeux de données plus grands (500K, 1M, 5M). Cette variance est plus grande et décroit régulièrement avec le nombre de SNPs. Les jeux de données avec 500K et plus permettent une bonne estimation du déséquilibre de liaison, similaire à celui obtenu par WGS. Il a été conclu que les puces 1K sont insuffisantes pour bien estimer les paramètres de génomique des populations, les puces 10K permettent une bonne estimation de la diversité génétique (hétérozygotie, consanguinité et diversité nucléotidique), et que la puce Illumina® ovine 50K et l'exome capture présentent un fort biais de recrutement dans l'estimation de la diversité nucléotidique et de l'ancestralité dans le contexte des ovins locaux du Maroc.

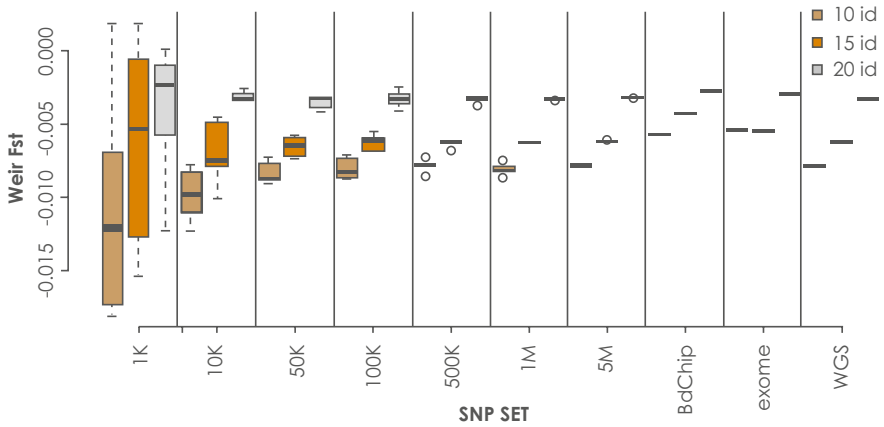


Figure 37 : Distribution de l'index de fixation Fst en fonction du nombre de variants et de la taille d'échantillon

Pour ce qui est de l'étude de la diversité génétique des populations caprines locales au Maroc en relation avec leurs ancêtres sauvages, le séquençage complet avec les puces 50k a montré que les caprins locaux du Maroc présentent une structure génomique différente de leurs ancêtres sauvages, expliquée par la distance génétique séparant les chèv res marocaines de leurs ancêtres sauvages. Cette distance peut être liée à une différenciation génétique acquise au fil des générations depuis la domestication de l'espèce. La position intermédiaire des caprins iraniens peut résulter de l'hybridation plus ou moins récente et par une plus faible différenciation génétique avec les populations sauvages. Ainsi, les populations marocaines ont montré une homogénéité en termes de structure et les individus de la population caprine du Nord présentent un composant spécifique signe d'une introgression différente du génome.

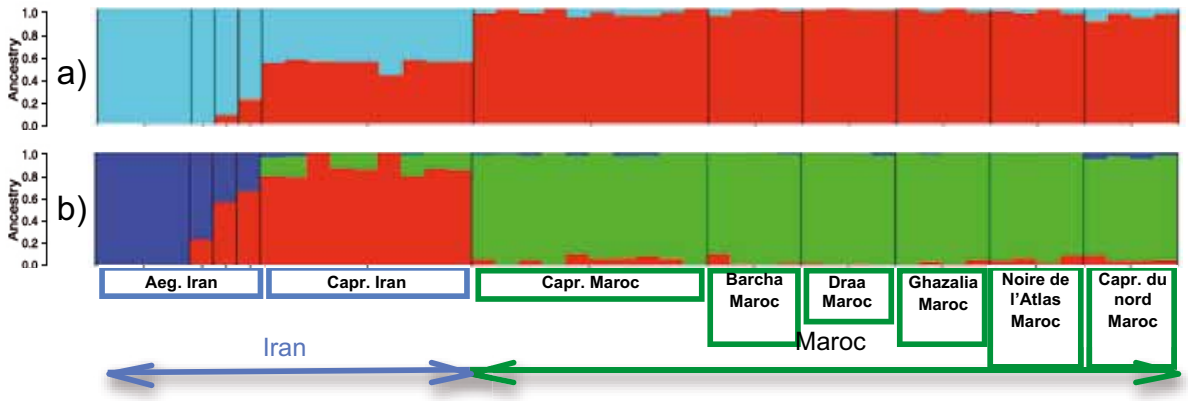


Figure 38 : Estimation de l'ascendance par ADMIXTURE, Aeg.= Aegagres ; Capr.= Caprins domestiques

La maîtrise de la reproduction des ovins

Une étude a été réalisée sur l'effet de différentes concentrations d'huile d'argan comme antioxydant sur la qualité et la durée de conservation de spermes des béliers de races Boujaâd. Les éjaculats collectés ont été dilués dans du Tris-jaune d'œuf et complétés avec 0, 1, 5 et 10% d'huile d'argan.

La motilité individuelle des spermatozoïdes a été évaluée à 0, 8, 24, 48, 72 h de conservation. Les résultats ont montré que l'addition d'huile d'argan comme antioxydant pour la conservation de la semence des béliers à une concentration de 1% améliore la mobilité des spermatozoïdes à 15°C et la prolonge à 3 jours. Alors que, les concentrations élevées en huile d'argan sont toxiques pour les spermatozoïdes.

L'agriculture de conservation, un système dont les bénéfices ne sont plus à démontrer

L'objectif de cette activité est d'évaluer les coûts et les bénéfices de la reconversion vers les systèmes de semis direct au niveau de deux exploitations de la zone des Zaërs pour la rotation blé tendre - Lentille. La première exploitation s'étend sur une superficie de 407 ha et la seconde exploitation sur 137 ha. Les résultats de l'analyse financière montrent, d'une part, que les deux options de gestion des sols (conventionnel et de conservation) sont financièrement rentables et, d'autres part, que l'option du semis direct est toujours supérieure à celle du mode conventionnel.

Tableau 8. Taux de rentabilité interne par exploitation

Types d'analyse	Scénarios	Exploitation 1		Exploitation 2	
		M-C	M-SD	M-C	M-SD
Analyse financière	Situation de référence	29 %	38 %	23%	31%
	Scénario pessimiste	18 %	27 %	11%	19%
	Scénario optimiste	31 %	39 %	25%	33%
Analyse économique	Situation de référence	24 %	33 %	17%	22%
	Scénario pessimiste	14 %	23 %	8%	12%
	Scénario optimiste	26 %	34 %	19%	24%

M-C: Mode conventionnel; M-SD: Mode semis direct

L'intégration des effets du changement climatique, à travers deux scénarii, montre que pour le scénario pessimiste, tous les TRI ont enregistré des tendances à la baisse par rapport à la situation de référence. Ces baisses ont été plus prononcées pour le mode conventionnel. Pour le scénario optimiste, les TRI ont enregistrés des tendances à la hausse, avec des taux d'accroissement variant de 7 à 9% pour le mode conventionnel et de 3 à 6% pour le mode semis direct.

Les simulations qui ont été réalisées sur la levée de la contrainte du plafonnement du montant de la subvention ont montré que la rentabilité des projets de reconversion à l'agriculture de conservation s'accroit à des taux de près de 8% pour l'exploitation 1 et environ 6% pour l'exploitation 2.

Tableau 9. Taux de rentabilité interne selon les scénarii des montants de subvention des semoirs semis direct

Scénarios	Exploitation 1	Exploitation 2
Situation de référence (48000 dh)	38 %	31%
Plafond proposé (150.000 dh)	41 %	33%
Variation	+ 7,89 %	+ 6,45 %

L'analyse SWOT, un outil puissant pour le diagnostic des filières de production

La Tomate représente 27% de la superficie, assure 63% de la production globale et participe à 53 % des exportations de primeurs qui rapportent 1,1 milliard de DH en devises. Par ailleurs, la filière crée en moyenne 9 millions de journées de travail par an. L'analyse SWOT de la filière «Tomate» a permis d'en dégager les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces.

Forces

- Développement technologique de la filière (matériel, équipements, serres, goute à goute…) ;
- Longueur du cycle de production (7 mois, Novembre-Mai) ;
- Variétés résistantes aux maladies et ravageurs ;
- Disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée et compétitive ;
- Proximité des marchés de l'Union européenne, Infrastructures de conditionnement modernes.

Faiblesses

- Règlementation contraignante de l'union européenne ;
- Petits producteurs non organisés ;
- Utilisation excessive des produits chimiques et développement de la résistance à certains produits de traitement phytosanitaire ;
- Importation d'une grande partie des intrants utilisés dans la production de la tomate et dont les prix deviennent de plus en plus élevés.

Opportunités

- Conditions climatiques favorables notamment l'ensoleillement ;
- Diversification des marchés ;
- Possibilité de valorisation du produit par la transformation ;
- Incitations de l'Etat : subventions et exonérations de taxes et impôts.

Menaces

- Changements climatiques : vagues de chaleur, sècheresse et maladies et ravageurs émergents ;
- Risques liés aux ressources naturelles: épuisement des sols et de la nappe phréatique ;
- Marché très concentré (constitué à 90% de l'UE) et concurrence de plus en plus agressive (Espagne, Turquie et Egypte) ;
- Non-respect des normes maximales en matière de résidus.

Figure 39 : Analyse SWOT de la filière «Tomate»

La recherche/action une démarche adaptée pour les innovations institutionnelles

Partant du constat que les tours d'eau d'irrigation, non limités dans le temps, occasionnent un gaspillage énorme et que les plantations (essentiellement du pommier à Talzemt (Boulemane)) ne peuvent résister à un cycle d'eau incertain, une initiative locale avec l'appui de l'INRA a permis le passage à un cycle régulier de 18 jours. La réussite de la phase test de cette expérience de 3 ans a permis l'adoption du nouveau mode de gestion des tours d'eau. Les leçons apprises de cette expérience montrent qu'il est possible de faire adopter des innovations institutionnelles dans le cadre d'une recherche/action participative à condition de :

- Assurer et sécuriser l'accès à l'eau d'irrigation et mobiliser les ayant droits ;
- Agir dans la durée et mener le processus de négociation et de concertation de manière participative et consensuelle ;
- Réussir la phase test de l'expérience.

L'irrigation déficitaire, une technique aux multiples bénéfices

Les résultats d'une étude sur l'évaluation des technologies relatives à l'utilisation efficiente de l'eau dans la région du Tadla ont montré la supériorité du paquet de l'INRA, composé de deux nouvelles variétés Salama pour le Blé tendre et Carioca pour le blé dur, la date et la densité de semis, la gestion des engrais et pesticides et surtout l'irrigation de complément déficitaire.

Globalement, les coûts de production du paquet INRA sont supérieurs à ceux des agriculteurs de 12% alors que le coût de l'irrigation est inférieur de 33% pour le paquet INRA.

Tableau 10. Variation du rendement moyen et des bénéfices nets pour le blé tendre entre les pratiques des agriculteurs et le paquet proposé par l'INRA

Désignation	Pratiques des agriculteurs	Paquet proposé par l'INRA	Variation
Rendement moyen en T/Ha	5,2	6,6	+27%
Marge brute MAD /Ha	15600	19800	+27%
Coût de production MAD/Ha	5217	5859	+12%
Bénéfice net MAD/Ha	10383	13941	+34%

En outre, le bénéfice net obtenu pour le paquet INRA est supérieur de 34% aux pratiques traditionnelles de l'agriculteur. Par conséquent, le taux de rendement marginal (TRM), défini comme le taux de rendement par unité, est égal à 554%, ce qui signifie que pour chaque dirham investi, l'agriculteur recevra 5,54 dirhams en retour.

Concernant l'adoption, celle-ci ne doit pas être considérée en termes dichotomiques adoption / non adoption, mais comme un processus. En effet, certaines composantes du paquet ont été légèrement modifiées par les agriculteurs, notamment la densité de plantation (200 kg ha-1 au lieu de 180 kg ha-1) et le taux d'irrigation déficitaire (80% au lieu de 70%).

Tableau 11. Adoption du paquet INRA pour les agriculteurs ayant hébergé ou participé aux essais de démonstrations

Indicateur	Variété	Date et densité optimales de semis	Taux optimal de l'azote	Gestion améliorée des mauvaises herbes	Gestion améliorée des maladies	Irrigation déficitaire
Taux d'adoption	100	92	89	78	75	100
Degré d'adoption	82	78	87	56	56	96

Les résultats montrent que les agriculteurs ayant hébergé ou participé aux essais de démonstration ont adopté les nouvelles variétés à 100% et cultivent ces variétés sur 82% de la superficie réservée au blé. Le taux et le degré d'adoption de la gestion améliorée des maladies étaient relativement plus bas que ceux relatifs aux autres éléments du paquet technologique à cause de la préférence des agriculteurs à l'application des produits chimiques après l'apparition de la maladie et non de façon préventive. L'adoption de la composante clé du paquet, l'irrigation déficitaire, est de 100% sur environ 96% de la superficie de blé.

Tableau 12. Adoption du paquet INRA pour les agriculteurs ayant participé aux journées d'information sur les essais de démonstration

Indicateur	Variété	Date et densité optimales de semis	Taux optimal de l'azote	Gestion améliorée des mauvaises herbes	Gestion améliorée des maladies	Irrigation déficitaire
Taux d'adoption	32	23	25	19	12	21
Degré d'adoption	66	50	46	50	56	86

Concernant l'intérêt et l'impact de l'adoption de l'irrigation déficitaire pour le blé, le nombre d'irrigation et le nombre d'heures y afférent ont diminué. Ainsi, 1172 m³ d'eau par hectare ont été économisés et la productivité économique de l'eau a augmenté de 3,92 DH/m³ à 9,50Dh/m³, soit 142%. Cette augmentation induit une amélioration des revenus des agriculteurs.

Tableau 13. Evaluation de l'impact de l'adoption du paquet INRA

Désignation	Pratiques des agriculteurs	Paquet proposé par l'INRA
Nombre d'irrigation	3,5	2,9
Nombre d'heures / irrigation	10,55	7,21
Volume total de l'irrigation en m³/Ha	2648	1476
Productivité économique de l'eau DH/m³	3,92	9,50
Volume d'eau économisé m³/Ha		1172

Par ailleurs, les résultats de l'étude visant l'optimisation de l'assolement, de l'utilisation de l'eau et la maximisation du revenu des exploitations agricoles dans le Tadla, en utilisant un modèle non linéaire, ont montré l'évolution de l'assolement optimal en fonction de la capacité de l'eau pour une exploitation moyenne dont la superficie irrigable est de 10Ha. Ainsi, pour une capacité d'eau de 100% (capacité qui maximise le rendement), l'assolement optimal est constitué de 2.4 ha pour la betterave à sucre, 2.4 ha pour l'oignon, 1.6 ha pour la luzerne, 2.36 ha pour le sésame et 2 ha pour le maïs fourrager.

Le modèle considère le blé comme culture à conduire en pluvial et sa superficie maximale est de 1.6 ha.

Lorsque la capacité d'approvisionnement en eau diminue à 90%, la betterave à sucre, l'oignon, la luzerne et le sésame sont toujours les cultures dominantes et le modèle a éliminé le maïs fourrager et a introduit le poivron rouge. Pour le niveau de 80%, le modèle a éliminé le sésame. Il n'y avait pas de différences dans le système de culture pour les capacités de 80% et 70%. Par contre, avec une capacité de 40%, le modèle a réintroduit le sésame et le haricot dans le système de culture.

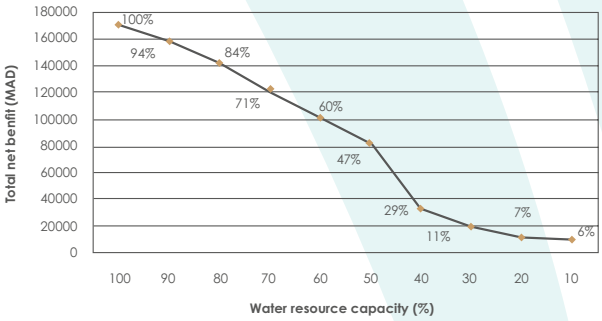


Figure 40 : Evolution du revenu agricole en fonction de la capacité d'eau d'irrigation

L'évolution du revenu agricole en fonction de la capacité d'eau pour une exploitation moyenne montre que jusqu'au niveau de 60%, la baisse du revenu agricole est presque proportionnelle à la diminution de la capacité d'eau. Globalement, quand la capacité est passée de 100 à 40%, le taux de diminution du revenu agricole est élevé. Par contre, quand la capacité de ressources en eau est passée de 40 à 10%, la diminution du revenu agricole a été relativement faible et atteint 6% par rapport à des conditions optimales.

Tableau 14. Assolement optimal selon la capacité d'eau d'irrigation

Cultures, superficie et irrigation		Différentes alternatives de capacités d'offre en eau									
		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
Betterave à sucre	Ha	2,40	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	0,15
	mm	662,0	517,3	618,8	547,1	495,6	380,0	380,0	380,0	380,0	380,0
Poivron rouge	Ha	-	2,40	2,40	2,40	1,90	1,60	0,69	-	-	-
	mm	-	860,0	860,0	785,1	669,5	616,1	344,0	-	-	-
Oignon	Ha	2,40	2,40	2,20	2,10	1,60	1,60	1,60	1,40	0,16	-
	mm	662,0	509,0	509,0	509,0	509,0	509,0	300,0	300,0	300,0	-
Luzerne	Ha	1,60	2,40	1,60	1,60	1,60	1,60	2,75	1,60	1,60	1,60
	mm	894,0	586,6	539,5	357,0	542,4	414,0	357,0	357,0	357,0	357,0
Sésame	Ha	2,36	0,42	-	-	-	-	0,46	-	-	-
	mm	520,0	324,9	-	-	-	-	208,0	-	-	-
Haricot	Ha	-	-	-	-	-	-	0,46	-	-	-
	mm	-	-	-	-	-	-	250,0	-	-	-
Maïs fourrager	Ha	2,00	-	-	-	-	-	-	1,40	0,16	-
	mm	405,0	-	-	-	-	-	-	190,0	190,0	-
Blé tendre	Ha	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,40	1,16	-
	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Revenu Net de l'Exploitation		170795	159768	142899	121208	101625	80491	33635	19357	11186	9676

La tarification de l'eau, une mesure à raisonner en fonction des comportements des agriculteurs

Les résultats d'une étude de l'impact d'une éventuelle augmentation de la redevance payée à l'eau d'irrigation sur le comportement des usagers dans le Tadla, moyennant des simulations avec un modèle d'optimisation non linéaire décrit ci-dessous, ont montré que le passage au prix de 0.40 MAD/m³, augmenterait le prix économique de l'eau par rapport à la situation de base pour atteindre 1.34 MAD/m³ en moyenne.

Tableau 15. Prix économique de l'eau au Tadla par zone agricole et par mode d'accès à l'eau

	Mode d'accès à l'eau d'irrigation					
	Grande hydraulique (GH)		Pompage privé (IP)		Grande hydraulique + Pompage privé (GHIP)	
	Absolue (DH/m3)	Variation /l'année de base en %	Absolue (DH/m3)	Variation /l'année de base en %	Absolue (DH/m3)	Variation /l'année de base en %
Béni Amir	1.73	+5.48	2.21	0	1.71	+11.76
Béni Moussa	1.31	+3.97	1.62	0	0.76	+7.04
Périmètre irrigué	1.45	+3.57	1.91	0	1.15	+10.5

Tableau 16. Taux de diminution de la marge nette par hectare selon le mode d'accès à l'eau d'irrigation

	Mode d'accès à l'eau d'irrigation							
	Grande hydraulique (GH)		Pompage privé (PP)		Grande hydraulique + Pompage privé (GHPP)		Bour	
	Absolue (MAD/ Ha)	Variation/ l'année de base en %	Absolue (MAD/Ha)	variation/ l'année de base en %	Absolue (MAD/ Ha)	variation/ l'année de base en %	Absolue (MAD/ Ha)	variation/ l'année de base en %
Marge nette au niveau du périmètre irrigué	9774.9	-14.49	13369.72	0	14428.57	-7.29	1709.63	0

Cette augmentation tarifaire a induit une diminution de 31.52% de l'utilisation de l'eau de surface et, par conséquent, la diminution des superficies allouées aux cultures irriguées.

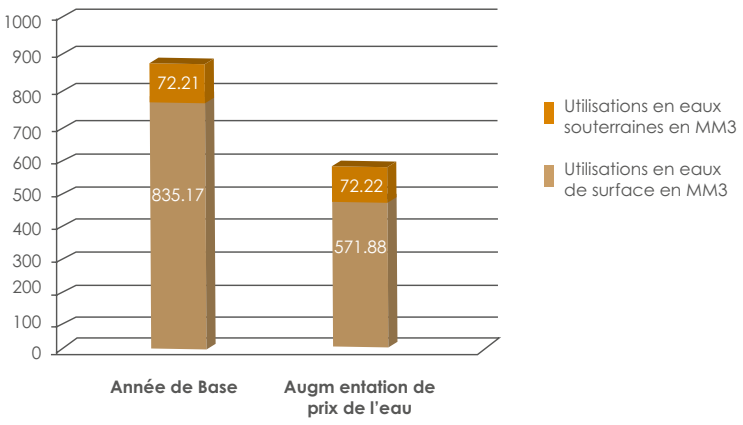


Figure 41: Effet de l'augmentation du tarif de l'eau d'irrigation sur le volume utilisé

Concernant le profit agricole, les résultats montrent une diminution de l'ordre de 9,67% de la marge nette totale qui est passée au niveau du périmètre irrigué de 1370.09 Millions de Dirhams réalisée en année de référence à 1237.51 Millions de DH.

En conclusion, l'augmentation du tarif de l'eau d'irrigation risque de fragiliser les terres conduites en mode de Grande Hydraulique (GH) puisqu'elles dépendent directement des eaux de surface. Les terres conduites en mode Grande hydraulique + Pompage privé (GHPP) viennent en second lieu et sont moins affectées puisqu'elles combinent entre l'utilisation des eaux de surface et les eaux souterraines. Par conséquent, toute augmentation du tarif de l'eau d'irrigation doit être raisonnée pour éviter les effets négatifs à tous les niveaux.

Les Céréales : Le développement de la filière pour la sécurité alimentaire du pays

Diffusion de nouvelles technologies dans la région de Chaouia et Tadla

Les plateformes réalisées chez les agriculteurs dans les régions de Chaouia et Tadla pour l'introduction d'un paquet technologique amélioré a permis des gains de rendement de 34 et de 30% respectivement dans les conditions d'irrigation supplémentaire et du pluvial par rapport aux différents témoins.

Tableau 17. Rendements réalisés dans les essais d'introduction de paquet technologique dans les régions de Chaouia et Tadla

Système de Production	Irrigation supplément	Régime pluvial
Agriculteurs Participants	6.7	3.9
Moyenne Régionale	5.0	3.0
Accroissement moyen	34%	30%
Rendement Maximum	8.4	6.9

Photo 9 : Discussion autour de l'essai d'introduction de paquet technologique

« Essais +1 » dans la région du Gharb

Pour démontrer l'impact de l'amélioration du train technique des blés, un essai appelé « essai +1 » a été installé pour la troisième année consécutive au Domaine Expérimental de Sidi Allal Tazi. Il s'agit d'une technique qui permet aux agriculteurs de s'adapter à leurs niveaux financiers. La mise en œuvre d'un itinéraire technique raisonné au niveau de la zone du Gharb peut assurer un gain économique supplémentaire de plus de 9000 DH/ha par comparaison au témoin représentant l'itinéraire technique le plus suivi au niveau de la région.

Tableau 18. Résultats techniques et économiques de l'essai + 1 dans la région du Gharb

Désignation	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Rendement (q)	11	17	21	30	42	53
Charges (DH)	2870	2870	3450	4690	5560	6230
Charges additionnelles (DH)		0	580	1240	870	670
Bénéfices additionnels (DH)		1800	620	1460	2730	2630
Cumul des charges (DH)		0	580	1820	2690	3360
Cumul des gains (DH)		1800	2420	3880	6610	9240

Des plateformes vitrines de variétés de céréales

Afin de sensibiliser les agriculteurs sur l'impact du choix de la variété sur les rendements, des plateformes de différentes variétés de céréales ont été installées au niveau des domaines expérimentaux de l'INRA.

Photo 10 : Plateforme de variétés de céréales au niveau du domaine expérimental de Sidi Allal Tazi.

Les Cultures fourragères : De nouvelles espèces et variétés pour le développement de l'élevage

Des plateformes pour la sensibilisation des agriculteurs sur les nouvelles variétés de cultures fourragères et la conduite technique des cultures ont été réalisées chez les agriculteurs à Had Laghoualem et aux domaines expérimentaux d'El Koudia et Merchouch. Des biomasses de l'ordre de 16 t/ha de matière verte et des rendements grains de 40 qx/ha ont été obtenus pour les variétés d'orge Amellal et Oussama respectivement.

Les Légumineuses alimentaires: Améliorer la rentabilité des légumineuses pour une plus grande intégration dans les assolements

Les rendements de la fève ont été multipliés par 7 dans des essais d'introduction de paquet technologique amélioré dans la région de Chaouia.

Tableau 19. Rendements réalisés dans les essais d'introduction de paquet technologique amélioré dans la région de Chaouia

	Rendement(t/ha)
Agriculteurs Participants	2.45
Moyenne Régionale	0.3
Accroissement moyen (%)	700

Photo 10 : Discussion autour de la plateforme de Laghoualem

Tableau 20. Rendement de quelques variétés et espèces fourragères dans 3 plateformes dans la région de Zaër

Espèce/ Variété / Site	Rendement en vert t/ha			Rendement en grain Qx/ha		
	El Koudia	Marchouch	Ghoualem	El Koudia	Marchouch	Ghoualem
Avoine Abjaou	11,05	13,23	1,92	18,13	27,55	18,13
Avoine Amlal	16,23	–	–	30,43	27,55	–
Orge Oussama	10,80	11,09	1,52	39,20	30,82	39,2
Orge Acsad 176	12,31	9,21	–	31,55	23,47	–
Orge Amira	12,89	10,55	–	24,65	28,57	–
Triticale juanillo	15,40	10,45	6,45	27,35	28,57	27,35
Pois/triticale (Naima/ juanillo)	13,39	4,55	4,87	24,30	22,45	24,3
Vesce/triticale (Yamama/ juanillo)	11,70	4,73	4,11	18,26	–	18,26
Pois/orge (Naima/ Oussama)	11,22	4,17	2,86	26,62	26,53	26,62
Vesce/Avoine (Yamama/ Abjaou)	11,44	4,69	8,45	19,02	9,18	19,02

L'Arboriculture fruitière : Capitalisation des acquis de recherche pour la réhabilitation des vergers

Des essais chez les agriculteurs au niveau de différentes zones de la région de Meknès ont permis de montrer l'importance de la maîtrise des techniques agricoles pour l'amélioration de la productivité des arbres fruitiers. Les principaux résultats ont montré :

- L'amélioration des performances de l'amandier à Aknoul par la maîtrise des techniques de taille, de fertilisation et de protection phytosanitaire.
- L'amélioration des performances de l'olivier à Beni Ouardane (CR Oued Amlil) et Boumlal (CR de Tahla) par l'application d'une fertilisation raisonnée, le travail du sol, la confection d'impluviums, la taille des arbres et l'application de techniques de récolte adéquates.

Photo 12 : Démonstration de réhabilitation de verger à Meknès

Le Palmier dattier : Un engagement dans le programme national de développement de la filière phoénicicole

La reconnaissance de l'Indication Géographique «Dattes Bouittob de Tata» par le Ministère de l'Agriculture et des Pêches Maritimes, a été obtenue en avril 2013. Cette reconnaissance a été le fruit de la collaboration entre la coopérative partenaire de Tata et l'INRA.

Le Pommier

Formation des agriculteurs et des jeunes agriculteurs du Haut Atlas occidental sur les bonnes pratiques agricoles pour la conduite du pommier telles que la taille et l'utilisation raisonnée des pesticides, ce qui leur a permis d'améliorer leur revenu.

Tableau 21. Résultats des FFS sur pommier au haut Atlas occidental

	Témoin	FFS
Rendement (Kg/arbre)	85	100
Prix de vente (DH/kg)	3	5
Valeur de production (DH/arbre)	255	500
Charges de production (DH/arbre)	40	75
Revenu (DH/arbre)	215	425

Photo 13 : Formation des agriculteurs du Haut Atlas occidental

De nouvelles approches pour le transfert de technologie aux agriculteurs

L'approche « Agriculteurs satellites » ou « Cluster farmers » a été utilisée dans le projet « Amélioration de la sécurité alimentaires » au niveau des régions de Chaouia et Tadla. Cette approche a permis de créer une dynamique de diffusion d'agriculteur à agriculteur. L'adoption des techniques transférées par les agriculteurs clusters a été améliorée.

L'Animation de journées de formation et de démonstration

Afin d'assurer la diffusion des technologies, l'INRA a organisé des journées portes ouvertes et des journées de sensibilisation et de démonstration seul ou en partenariat avec les partenaires régionaux. Un total de 80 journées a été organisé au profit d'environ 4000 agriculteurs et agents de développement à travers les différentes régions du pays.

Le changement climatique : Diffusion de technologies pour réduire son impact

Plusieurs techniques ont été vérifiées en milieu réel pour réduire l'effet du changement climatique sur les revenus des agriculteurs et sur la durabilité des systèmes de production.

- Utilisation des raquettes de cactus complémentées avec les feuilles d'Atriplex ou d'urée pour améliorer la productivité du cheptel dans les zones arides, réduire la dépendance des éleveurs vis à vis du marché concernant l'achat d'aliments de bétail, soulager et protéger les parcours contre la surexploitation et l'érosion ;
- Ensilage à base de rebuts de fruits de cactus préparée traditionnellement dans la région des Rhamna. Cette technique a permis de réduire le coût de production et d'améliorer la qualité gustative de la viande produite.
- Introduction des mélanges fourragers en rotation avec le maïs dans la région du Souss Massa pour améliorer la fertilité des sols, les rendements du maïs et la teneur en azote des feuilles ;
- Appui technique pour l'introduction du semis direct pour les céréales, légumineuses et cultures fourragères dans les régions de Zaër et Chaouia ;
- Irrigation déficitaire dans la région de Tadla, et qui a consisté à réduire de 30 % la quantité d'eau habituellement appliquée. Cette technique a confirmé son impact positif sur l'économie d'eau d'irrigation et sur la productivité de l'eau.

Tableau 22. Résultats obtenus dans les essais d'introduction de l'irrigation déficitaire dans le Tadla.

	Rendement grain (T/ha)	Productivité de l'eau (Kg/m3)
Irrigation conventionnelle	7.5	1.7
Irrigation déficitaire	7.4	2.0

Communication et documentation

Coopération

Ressources humaines et financières

Communication et documentation

Principales éditions scientifiques, techniques et institutionnelles

Guideduphoéniciculteur en arabe :

C'est un précis sur les techniques culturales du palmier dattier, destiné aux conseillers agricoles et aux investisseurs.

Atlas du palmier dattier au Maroc :

Au vu de la forte demande et de l'intérêt suscité par cet Atlas auprès de la communauté des utilisateurs des acquis de la recherche agronomique, l'INRA a procédé à la réédition de cet ouvrage rassemblant l'essentiel des acquis de la recherche nationale sur la filière phoénicicole marocaine.

Auto-évaluation du Programme de Recherche à Moyen terme 2009-2012 :

C'est une présentation du bilan des principaux résultats des activités de recherche à l'INRA.

Rapport d'activités INRA 2012 dans ses trois versions arabe, française et anglaise relate les faits marquants de l'année et met en avant les principales réalisations de l'institut.

Agenda 2014 :

articulée autour de la célébration du centenaire de la Recherche Agricole marocaine 1914-2014.

Divers supports de communication (dépliants, affiches, chemises, brochures, posters, etc.) ont été édités pour accompagner les différentes manifestations scientifiques et techniques organisées par l'INRA durant l'année 2013.

Manifestations scientifiques et techniques : une centaine d'activités pour la promotion et la diffusion de l'information

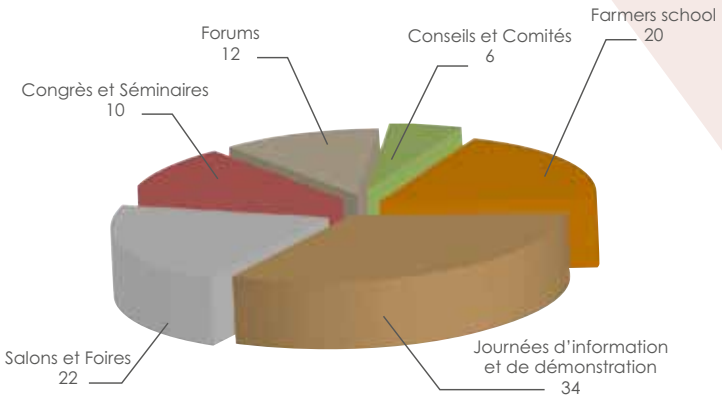


Figure 42 : Répartition des manifestations Scientifiques et Techniques INRA

Photo 14 : Quelques evenements grand public auxquel l'INRA a participé

Gestion Documentaire

Acquisition et Traitement de la Documentation scientifique

Le fonds documentaire de la bibliothèque centrale INRA a été enrichi d'environ 247 ouvrages.

Prestations offertes aux utilisateurs de la Bibliothèque Centrale

S'appuyant sur les outils de recherche d'information : services de signalement rapide « les Alertes », les files RSS, les bases de données, les bulletins d'actualités. Le bulletin de veille est à son 156ème numéro, avec deux spéciaux Inra annuellement.

Bases de Données Locales :

Consultable via le Web (http://webagris.inra.org.ma:120/agris) ou le web central à partir de la rubrique IST / Documentation / Base de données documentaires.

Base de données Agridoc consultable via l'adresse Web http://doc.inra.org.ma/agrido.

Compilée sur la base des références de publications communiquées par les chercheurs pour la période 2005 – 2012. Elle est consultable sur : http://doc.inra.org.ma/inra

Consultation de documents à la Bibliothèque

Plus de 50 documents ont été prêtés aux chercheurs de l'INRA, dans le cadre de leurs projets de recherches. D'autre part une assistance et un encadrement en matière de recherche bibliographique ont été assurés aux chercheurs de l'Inra pour la réalisation de leurs projets de recherche de leur formation diplômante.

Bilbiotheque Virtuelle :

Ressources Locales :

Mise à jour de la Collection de plus de 200 titres de périodiques accessibles sur 11 sites (2 centraux et 9 régionaux)

Ressources en Ligne :

Possibilité de consulter et exploiter plusieurs bases de données internationales, en l'occurrence :

Base de données

Agora : www.aginternetwork.org,

CAB Direct : www.cabdirect.org,

Biosis : http://www.ebscohost.com/academic/biological-agricultural-index-plus,

FSTA : http://www.ebscohost.com/academic/food-science-source

Revues électroniques :

Souscription en ligne à trois revues agricoles :

1- Agronomy Journal

2- Crop Science

3- Soil Science Society Of America Journal

Archives Ouvertes :

Al Awamia :

Intégration à la base de données des derniers articles des numéros 125, 126 et 127. **http://webagris.inra.org.ma:120/agris .**

Collection Technique :

Actualisation de la collection technique d'ouvrages par les nouvelles parutions de l'année 2013. **http://webagris.inra.org.ma:120/agris.**

Articles des chercheurs de l'INRA dans les revues internationales :

Référencement de **35** articles des chercheurs INRA publiés au niveau international **http://webagris.inra.org.ma:120/agris**

Sites Web Scientifiques de l'INRA :

Site Web CGMS-MAROC : www.cgms-maroc.ma

Pour le suivi de l'état météorologique de la campagne agricole.

Site Web Environnement www.inra.org.ma/environ

Dédié aux aspects d'environnement (prévision des récoltes, changement climatique, atlas agro-climatique, carte de fertilité des soles et carte de vocation agricole).

Site Web Fertilité des sols www.fertimap.ma

consacré à la carte de fertilité des sols cultivés au Maroc.

Convention de Partenariat Scientifique

www.inra.org.ma/gipppmaroc

Ce site concerne un projet intitulé l'**Etude de la contribution du Partenariat Public-Privé dans la gestion durable et la valorisation de l'eau d'irrigation dans le périmètre délégué d'El Guerdane** financé par le Centre de Recherche et de Développement international du Canada.

Site Central et sites Régionaux :

www.inra.org.ma

Actualisation du site central notamment les rubriques, News, Agenda, Web-actualités et vient de paraître) et actualisation et maintenance des sites régionaux de Rabat, Meknès, Kenitra et Marrakech.

www.inra.org.ma/meknes

www.inra.org.ma/Rabat

www.inra.org.ma/kenitra

www.inra.org.ma/marrakech

www.inra.org.ma/agadir

Taux de fréquentation/consultation du Site Web INRA:

- 33.000 visiteurs en 2013 à partir de 134 pays (source Google), dont 76,00% de visites via les moteurs de recherche.

Coopération

- Accueil de stagiaires des instituts de formation universitaire, technique et professionnelle marocaine.
- Echange de la documentation avec des institutions agricoles de 30 pays et des organisations internationales : FAO et AARINENA...
- Intégration du Réseau International de Recherche et de l'Innovation pour la Sécurité Alimentaire : alimentation en connaissances CIHEAM de Bari et l'Université de Milan / Italie. Ce réseau permet à travers la plateforme www.feedingknowledge.net aux chercheurs, enseignants, agents de développement et les décideurs d'échanger leurs connaissances dans les différents thèmes traitant de la sécurité alimentaire.

Des activités de coopération avec :

Institutions scientifiques	Domaine de collaboration
Faculté des Sciences de Rabat	Contribution au développement et au management de la qualité sanitaire et hors sanitaire des produits agro-alimentaires
Faculté des Sciences et Techniques de Fès	
Faculté des Sciences d'Oujda	Evaluation de l'impact des aménagements pastoraux sur la restauration des pâturages dégradés du couloir Taourirt-Taforalt (Maroc Oriental)
IAVHII	Portée biotechnologique sur la valorisation du couple microorganismes et produits agricoles d'intérêt en « alimentation santé » et « Economie agricole »
Académie Hassan II des Sciences et Techniques	Projet : « Modélisation intégrée de la gestion économique de l'eau »

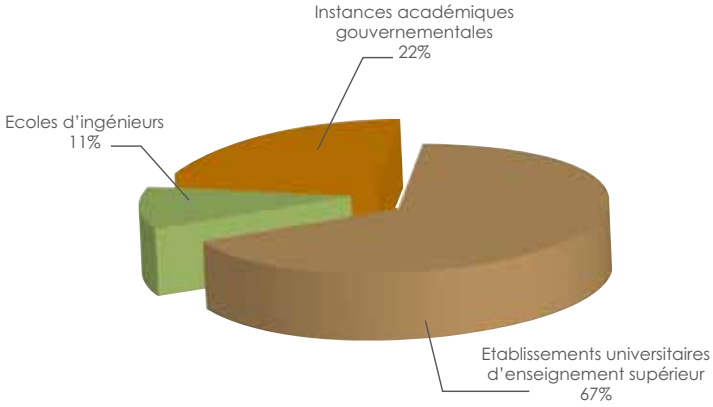


Figure 43 : Répartition des institutions scientifiques partenaires de l'INRA au cours de l'année 2013

Avec le secteur privé :

Société	Domaine de collaboration
OCP	Cartes de vocation et de fertilité des sols, les engrais phosphatés et la valorisation du cactus pour l'alimentation animale
SOFRANCOMA	Amélioration génétique du blé
LESAFFRE	Evaluation des sous-produits de l'industrie de levure dans la fertilisation des cultures annuelles arboricoles
Domaines Kabbage	Projet « Sélection et création de variétés d'agrumes performantes »
Lafarge Ciment	Projet « Réhabilitation de la carrière de Bouskoura avec des plants d'arganier »
AMABIO	Projets de développement de l'agriculture biologique

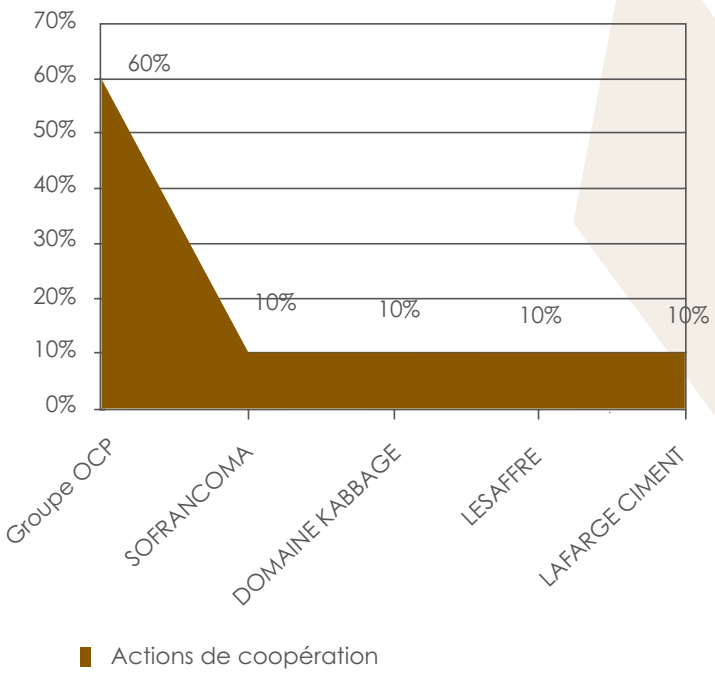


Figure 44 : Répartition des actions de coopération avec les partenaires privés de l'INRA au cours de l'année 2013

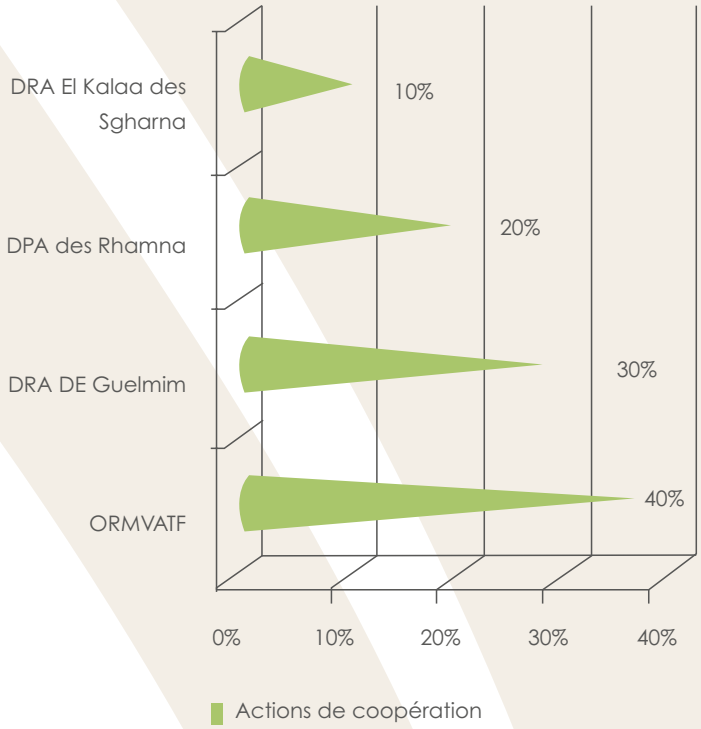


Figure 45 : Répartition des actions de coopération avec les partenaires régionaux de l'INRA au niveau national au cours de l'année 2013

Au niveau national :

Relations de coopération avec des organismes nationaux :

Organisme	Domaine de collaboration
DRA Guelmim	- Valorisation du cactus, assistance scientifique et technique. - Evaluation de la qualité des huiles d'olives. - Assistance technique des agriculteurs.
DRA El Kalaa des Sraghna	- Valorisation du cactus pour l'alimentation animale.
DPA Rhamna	- Essais comparatifs de variétés de cactus de la Province.
ORMVATF	- Conventions de Recherche-développement sur les bonnes pratiques de réhabilitation des parcours, fertilisation de la pelouse graminéenne de Motazli, et les légumineuses alimentaires.

Partenaires gouvernementaux :

Partenaire	Domaine de collaboration
MESRSFC	- Dans le cadre du septième programme Cadre de recherche européen ARIMNET 2012-2015.
DEFR	- Projets MCRDV 2013-2015.
ADA	- Projet PICCPMV « Intensification des céréales (blé tendre) dans la région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaërs ».

Relations internationales :

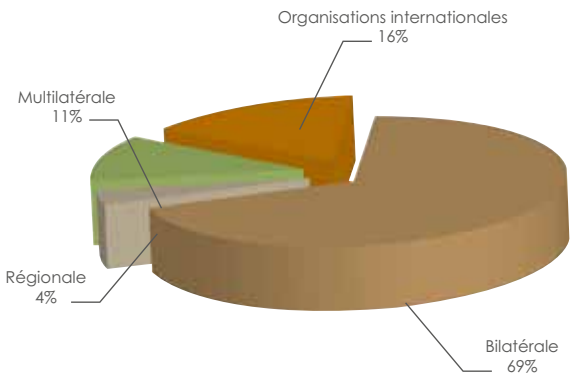


Figure 46 : Répartition des projets par type de coopération.

Type de coopération	Nombre de projets
Coopération bilatérale	31
Coopération avec les organisations internationales	07
Coopération multilatérale	05
Coopération régionale	02

Coopération bilatérale :

Pays	Nombre de projets
Projets avec les pays d'Europe, principalement l'Espagne, la France, et la Belgique	19
Avec les Etats Unis d'Amérique et le Canada	08
Avec les pays d'Afrique	03
Avec l'Asie représentée par la Corée du Sud	01

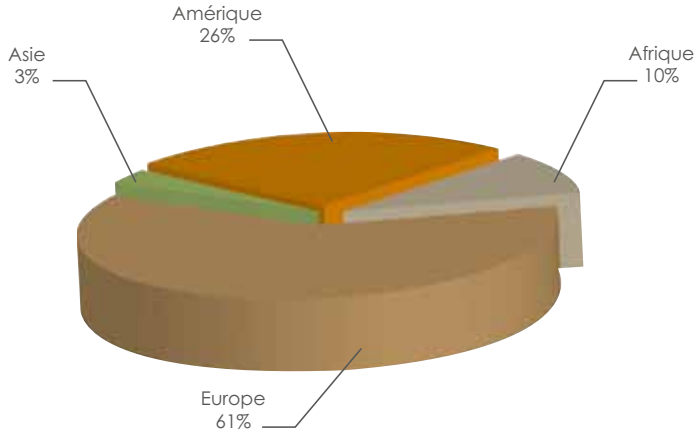


Figure 47 : Répartition du pourcentage des projets menés dans le cadre de la coopération bilatérale par continent.

Coopération régionale :

- Deux projets NEXTGEN et Seventh Framework Programme E-Agri financés par l'Union Européenne.

Organisations internationales :

Organisme international	Nombre de projets/Intitulé
ICARDA	04
CIMMYT	Projets de sélection variétale d'avoine fourragère et de l'orge.
Pépinières Internationales Quarker	
CIHEAM Bari	Développement de nouvelles méthodes de lutte contre les principaux parasites associés aux agrumes au Maroc.

Coopération multilatérale :

Trois principaux projets :

1- Projet Country Based Domestic Animal Genetic Resource Information System (C-DAGRIS) « Développement d'une base de données sur les ressources génétiques animales locales au niveau de chacun des 18 pays membres du KAFACI.

2- Projet ARIMNET « Effet du régime hydrique sur la structure des populations des pucerons et les paramètres de croissance végétative et physiologique du nectarinier.

3- ACLIMAS « Adaptation aux changements climatiques des systèmes de culture dans le bassin méditerranéen » en collaboration avec l'Algérie, la Tunisie, le Liban, et l'Egypte.

Ressources humaines et financières

Ressources humaines

Effectif budgétaire

L'effectif budgétaire du personnel de l'exercice 2012 a été de **1027** agents, duquel il a été retranché 57 postes (46 départs à la retraite par limite d'âge, 1 décès, et 10 autres vacances de poste), ce qui a porté l'effectif budgétaire à **970 agents pour l'exercice 2013.**

Les promotions du personnel

L'effectif des promus, au titre de l'exercice 2013, était de **128** agents, soit environ **13%** de l'effectif total du personnel de l'INRA. L'incidence financière y afférente s'est élevée à **6 123 636,00Dhs.**

Ces promotions ont concerné **112 agents** appartenant aux trois filières et exécutées conformément au statut du personnel de l'INRA.

Il y a eu également la promotion de **16 agents** détachés qui ont bénéficié d'un reclassement dans leur cadre d'origine.

Amendement du statut du personnel

Au cours de cet exercice, deux projets d'amendement du statut du personnel ont été proposés. Le premier concerne les modalités et les conditions de nomination des responsables au sein de l'INRA. Le deuxième se rapporte au détachement des fonctionnaires et des employés des établissements publics pour occuper des postes de responsabilités à l'INRA et vice versa, et ce conformément à la circulaire du Chef de gouvernement n°7/2013 du 29 avril 2013 relative à la nomination des responsables au sein des établissements publics.

Climat social

Les revendications de l'UNAM et les syndicats ont généré deux grèves durant l'année 2013.

Bilan des réalisations en matière de formation

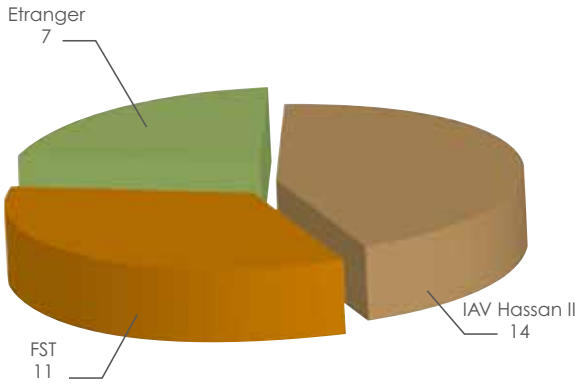
1. Formations et missions

1.1. Réalisations de formation en 2013

En 2013, les formations se répartissent en formations diplômantes, stages et en sessions de perfectionnement.

1.1.1. Les formations diplômantes

Au cours de l'année 2013, **32 agents** ont suivi des formations diplômantes dont 6 nouvellement inscrits.



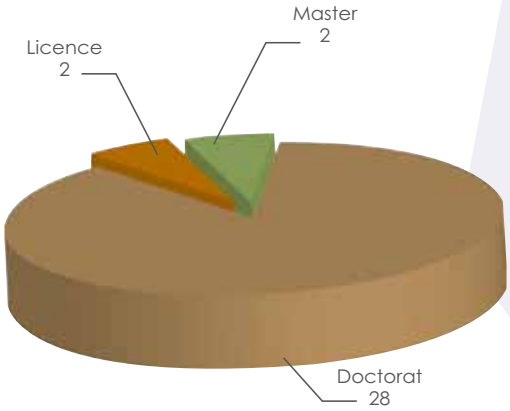


Figure 48 : Répartition des formations diplômantes en 2013

1.1.2. Les stages à l'étranger

Au total, **49 stages** ont été réalisés au profit de 50 agents. Ces stages ont été réalisés en Asie 36,73%, en Europe 32,65%, en Afrique 26,53% et en Amérique 4,08%. Lesdits stages sont financés dans le cadre de projets de coopération bilatérale ou à travers la coopération multilatérale.

Ces stages se répartissent en fonction des pays d'accueil comme indiqué ci-dessous:

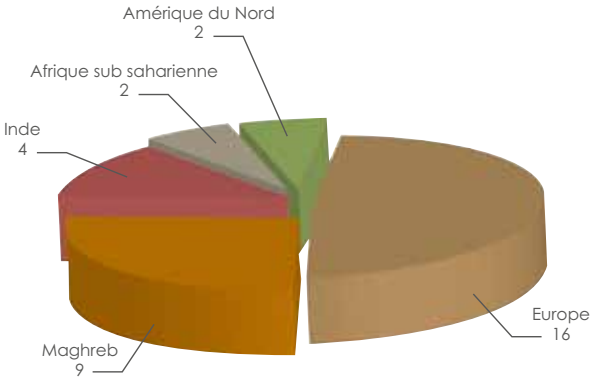


Figure 49 : Répartition des stages par région

1.1.3. Les sessions de perfectionnement

La formation cible les différentes catégories de personnel. Elle a porté sur des thématiques comme gestion de projet, mise en place d'une comptabilité analytique, l'audit des marchés, le contrôle de gestion, le contrôle interne, la nouvelle réglementation des marchés publics, etc.

La formation pour le développement des compétences des agents en langues étrangères continuent à être assurée à l'instar des années précédentes.

1.2. Réalisations de missions à l'étranger

Au total, **129 missions** à l'étranger ont été réalisées par des managers et des chercheurs à destination de 39 pays. Elles ont permis la participation à des réunions et à des ateliers relatifs à des projets de coopération, à des conférences et manifestations internationales et régionales touchant des thématiques présentant un intérêt pour l'INRA. Elles constituent également un moyen très important pour la prospection et la concrétisation de différents liens de partenariat et de coopération.

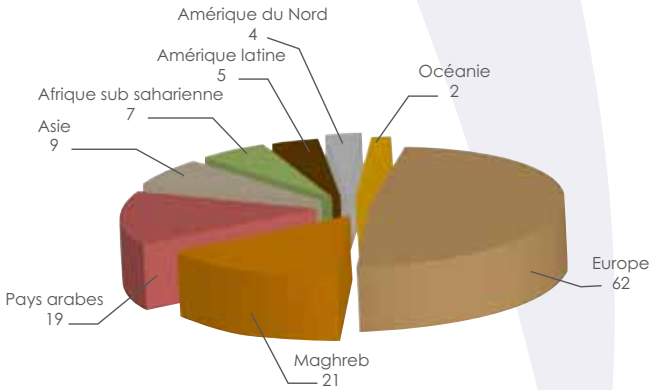


Figure 50 : Répartition des missions par destination

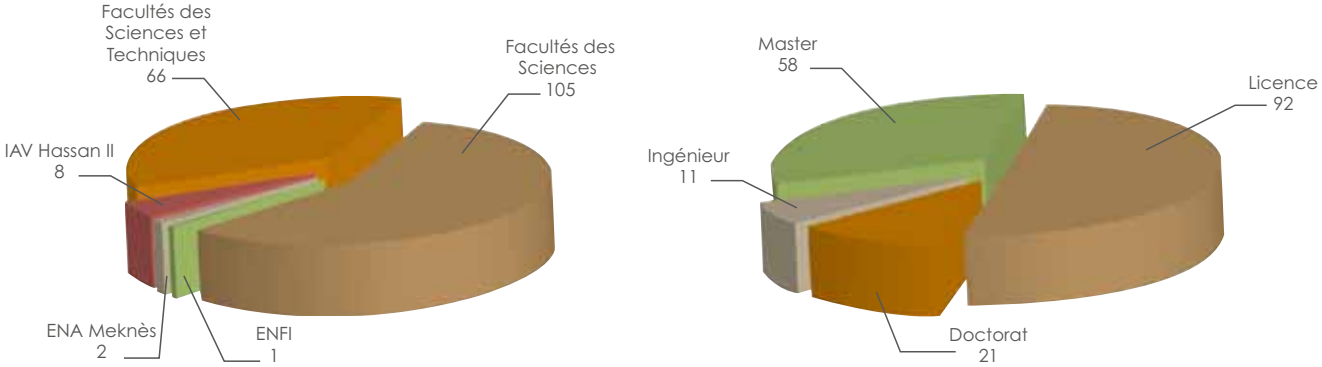


Figure 51 : Acceuil des stagiaires par provenance et par nature de formation

2. Accueil et encadrement de stagiaires

En 2013, un effectif total de 396 jeunes étudiants ont été accueillis au niveau des différentes structures aussi bien centrales que régionales. Les chercheurs de l'INRA ont contribué à l'encadrement de 182 travaux de recherche touchant différentes spécialités, et provenant de divers établissements d'enseignement supérieur à travers le pays.

Par ailleurs, afin de leur permettre de confronter les connaissances théoriques avec la pratique sur le terrain ou bien encore dans le cadre de la formation alternée, l'INRA a accueilli 214 étudiants issus des établissements d'enseignement supérieur et professionnel, aussi bien publics que privés, nationaux et étrangers.

Ressources Financières

L'enveloppe budgétaire de fonctionnement accordée à l'INRA au titre de l'exercice 2013 s'élève à **182.762.535,00 Dh** dont 98% est destinée aux dépenses du personnel.

L'enveloppe budgétaire d'investissement s'élève à **114.860.000,00 Dh** et elle est répartie comme suit :

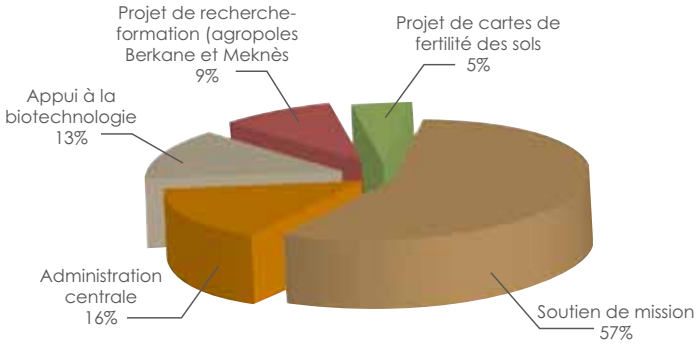


Figure 52 : Répartition du budget d'investissement

Acronymes

AAAID	: Arab Authority for Agricultural Investment and Development
ACSAD	: Arab Centre for the Studies of Arid Zones and Drylands
AFC	: Analyse Factorielle des Correspondances
AIEA	: Agence Internationale de l'Energie Atomique
ANDZOA	: Agence Nationale pour le Développement des Zones Oasiennes et de l'Arganier
AVHRR	: Advanced Very High Resolution Radiometer
BID	: Banque Islamique de Développement
CEC	: Capacité d'Échange Cationique
CGMS_MA	: Crop Growth Monitoring System - Maroc
CIMMYT	: Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo
CIRAD	: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
C/N	: Rapport Carbone-Azote
COI	: Conseil Oléicole International
CPG	: Chromatographie en Phase Gazeuse
CRP2	: Centre de Ressources du Pilier II du PMV
CRRA	: Centre Régional de la Recherche Agronomique
DCO	: Demande Chimique en Oxygène
DEFR	: Direction de l'Enseignement de la Formation et de la Recherche
DMN	: Direction de la Météorologie Nationale
DSS	: Direction de la Stratégie et des Statistiques
ELISA	: Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
ENAM	: Ecole Nationale de l'Agriculture de Meknès
ENFI	: Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs
ETC	: Crop Evapotranspiration
FAO	: Food and Agricultural Organization
FEM	: Fonds pour l'Environnement Mondial
FFS	: Field Farm School
FGA	: Fibrinogen Alpha Chain protein
GPS	: Global Positionning System
IAV	: Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II
ICARDA	: International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas
INRA	: Institut National de la Recherche Agronomique

ISSR : Information System Security Representative
IST : Information Scientifique et Technique
MLVA : Multiple Loci VNTR Analysis (ou Analyse de plusieurs locus)
MO : Matière Organique
MS : Matière Sèche
NDF : Neutral Detergent Fiber
NDVI : Normalized Difference Vegetation Index
NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration
OADA : Organisation Arabe pour le Développement Agricole
OCP : Office Chérifien des Phosphates
ONSSA : Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires
ORMVA : Office Régional de Mise en Valeur Agricole
PAG : Protéines Associées à la Gestation
PAM : Plantes Aromatiques et Médicinales
PCR : Polymerase Chain Reaction
PCRD : Programme-cadre de Recherche et de Développement
PDGES : Plan de Gestion Écosystémique
PEG : Polyethylene Glycol
PH : Potentiel Hydrogène
PICCPMV : Projet d'Intégration du Changement Climatique dans la Mise en œuvre du Plan Maroc Vert
PLPCDRP-HPO : Projet de Lutte Participative Contre la Désertification et la Réduction de la Pauvreté dans les Écosystèmes Arides et Semi Arides des Hauts Plateaux du Maroc Oriental
PMV : Plan Maroc Vert
PMSG : Pregnant Mare Serum Gonadotropin
PRAD : Projets de Recherche Agronomique pour le Développement
PWM : Pulse Width Modulation (ou Modulation de Largeur d'Impulsions)
RMN : Résonance Magnétique Nucléaire
SIAM : Salon International de l'Agriculture au Maroc
SID : Salon International des Dattes à Erfoud
SIG : Système d'Information Géographique
SNP : Single-Nucleotide Polymorphism
RSS : Really Simple Syndication
TRI : Taux de Rentabilité Interne

Division de l'Information et de la Communication
INRA - Editions 2014

N° dépôt légal : 2014 MO 1757
Conception et suivi de fabrication :
Nuances & Stratégies - Rabat
Impression : Imprimat - 2014

مئوية البحث الزراعي بالمغرب

ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵏ ⵓⵙⵎⵓⵜⵜⴳ ⴰⵖⵔⵓⵎⵉ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ

Le Centenaire de la Recherche Agronomique au Maroc

1914 - 2014

100 سنة *ans*

في خدمة التنمية المستدامة للفلاحة بالمغرب

ⵖ ⵜⵉⵎⵙⵍⵉⵏ ⵏ ⵓⵙⵎⵓⵜⵜⴳ ⵏ ⵓⵙⵉⵎⵍⴰⵏ ⵏ ⵓⵙⵎⵓⵜⵜⴳ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ

AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'AGRICULTURE MAROCAINE

المعهد الوطني للبحث الزراعي

Institut National de la Recherche Agronomique

Avenue de la Victoire,
BP. 415 Rabat Principal - Maroc

Tél.: 00 212 537 770 955 / 772 642
Fax: 00 212 537 770 049 / 777 355

www.inra.org.ma