Royaume du Maroc

RAPPORT D'AUTO-EVALUATION

du Programme de Recherche à Moyen Terme de l'INRA

PRMT 2013-2016

المعهد الوطني للبحث الزراعي

ⴰⵙⵉⵏⴰⴳ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔ ⵏ ⵓⵔⵣⵣⵓ ⵏ ⵜⵙⵏⴼⵍⴰⵃⵜ

Institut National de la Recherche Agronomique

Sa Majesté le Roi Mohamed VI que Dieu l'Assiste

RAPPORT D'AUTO-EVALUATION

du Programme de Recherche à Moyen Terme de l'INRA

PRMT 2013-2016

Division Scientifique

Sommaire

Mot du Directeur 6

Missions, Mobilisation des ressources et Partenariat 9

Mise en oeuvre du PRMT et auto-évaluation 31

Bilan des réalisations scientifiques et techniques 43

Bilan des performances 83

Analyse générale et perspectives 89

Conclusion 107

Mot du Directeur

Prof. Mohamed BADRAOUI

Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique

Depuis sa dernière restructuration en 2003, l'INRA a toujours été animé par le souci de la performance qui l'a propulsé dans une expérience stimulante et enrichissante, façonnant en grande partie les aspects de son activité de recherche. Cette expérience a été basée sur des réflexions internes, ainsi que sur des demandes, orientations et recommandations externes, issues des professionnels et des administrations de tutelle.

Nombreux sont les enseignements tirés de la mise en œuvre d'un programme de recherche de quatre années. Au-delà du bilan des réalisations qui constituera le cœur de ce rapport, des orientations sont présentées pour permettre à l'INRA de se conformer au contexte actuel de son activité, en cohérence avec la Stratégie cible du Système National de la Formation et la Recherche Agricole adoptée en 2013.

A terme de cette auto-évaluation du PRMT 2013-16, les scientifiques de l'INRA, sont de plus en plus persuadés de la nécessité d'une recherche transdisciplinaire et systémique plus solide pour soutenir les filières de production agricoles, surtout celles qui sont prioritaires au Plan Maroc Vert. Il y a lieu également d'assurer la transition vers une agriculture durable qui reconnaît que les systèmes agricoles peuvent produire mieux, tout en fournissant

des services écologiques aux sociétés et leurs terroirs. En conséquence, l'adaptation au changement climatique, l'agroécologie, la protection de l'environnement, la conservation de la biodiversité, la sécurité alimentaire et nutritionnelle, ainsi que la santé des aliments, la productivité et la rentabilité des exploitations agricoles sont considérées comme des objectifs stratégiques de la recherche pour le futur PRMT 2017-20.

Notre souhait est que les leçons apprises des PRMT précédents soutiendront davantage la formation d'équipes de recherches mixtes et épanouies, qui conjuguent la créativité et la volonté du développement des connaissances, tout en restant solidaires et ouvertes sur le partenariat. La formation d'un écosystème d'innovation fort à l'INRA constitue une priorité.

Je considère que veiller sur le bon déroulement du projet scientifique commence d'abord par son évaluation qualitative qui tient compte, non seulement de sa qualité scientifique, mais aussi de la pertinence de ses objectifs par rapport aux contextes socio-économiques et politiques de notre pays. Le contexte favorisé par le Plan Maroc Vert et l'émergence d'interprofessions autour de filières de plus en plus organisées, constituent une opportunité qui confirmera la recherche comme levier incontournable de développement économique et social.

Conscient que la recherche agronomique se trouve confrontée à des attentes de plus en plus pressantes de la part des pouvoirs publics, et bien que l'INRA soit concerné par les indicateurs bibliométriques de la production scientifique, c'est le partage des connaissances et des technologies et leur intégration dans les plans de développement qui priment. Ceci me renvoie à une mobilisation des chercheurs dans le sens de favoriser leur interaction avec les utilisateurs de la recherche et le transfert des technologies et des connaissances.

Reconnaissant le grand potentiel de contribution de la recherche agronomique à la résolution des défis qui pèseront sur notre agriculture dans le contexte du changement global, je souhaite que ce document suscite une collaboration stimulante et fructueuse entre les chercheurs de l'INRA, et entre l'INRA et ses partenaires pour un meilleur positionnement de la recherche face aux problématiques actuelles et émergentes. Dans ce sens, pour le prochain PRMT, l'INRA abritera des pôles de compétences et des plateformes scientifiques et technologies qui permettront de gagner le pari de l'excellence.

En dernier mot, l'INRA restera toujours au service de l'excellence de la recherche marocaine et à assurer le partage de la connaissance scientifique pour les défis actuels et de demain.

Missions, Mobilisation des Ressources et Partenariat

L'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) est un établissement public à caractère scientifique et technologique, son autorité de tutelle est le Ministère de l'agriculture et de la pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts (MAPMDREF). L'INRA, sous sa forme actuelle, a été fondé en 1980, mais son existence effective remonte à 1914 avec plusieurs phases d'extension et de développement. Tout au long de son histoire, et afin de contribuer à la sécurité alimentaire et à la gestion durable des ressources naturelles, l'INRA aspire d'être un institut modèle de production de connaissances et d'innovations pour renforcer le développement agricole et rural.

Les missions de l'INRA

Le Dahir du 08 avril 1981 fixe les prérogatives en matière des interventions que l'INRA doit effectuer. Les missions génériques sont données dans l'encadré 1.

Encadré 1

1. Procéder aux recherches scientifiques, techniques, économiques et sociologiques ayant pour objet le développement de l'agriculture et de l'élevage ;

2. Effectuer les études prospectives, en particulier celles qui portent sur le milieu naturel ou qui ont trait à l'amélioration des productions végétales ou animales ;

3. Entreprendre, soit de sa propre initiative, soit à la demande des particuliers, des essais sur les cultures à améliorer ainsi que sur la production animale et, d'une façon générale, de mener toutes les actions expérimentales à caractère agricole ou celles concernant la mise au point de procédés de transformation et d'utilisation des produits végétaux et animaux ;

4. Assurer, dans le cadre de ses compétences, le contrôle des recherches, études ou travaux effectués pour le compte des personnes publiques ;

5. Assurer la diffusion de la documentation relative tant à ses propres recherches qu'à celles effectuées à l'étranger ;

6. Étudier et déterminer scientifiquement les modalités pratiques de l'application des résultats de ses recherches et, dans ce cadre, de conseiller les organismes de vulgarisation agricole et les agriculteurs ;

7. Commercialiser les résultats de ses recherches, études et travaux.

Les missions assignées à l'INRA en référence à la loi n°40-80 cadrent la nature des actions à mener. Elles concernent les recherches en appui aux politiques publiques de développement agricole et les recherches prospectives qui devraient pourvoir la pérennité des systèmes de production. Le champ disciplinaire s'articule autour des sciences qui s'intéressent au végétal, à l'animal, à l'environnement physique et socio-économique ainsi qu'aux technologies qui visent l'amélioration de la production agricole, dont les procédés de transformation des produits et leurs utilisations. En plus de la recherche, l'INRA est mandaté à effectuer de l'expertise, du contrôle des recherches, de la diffusion de l'information et du transfert de technologies.

Organisation générale

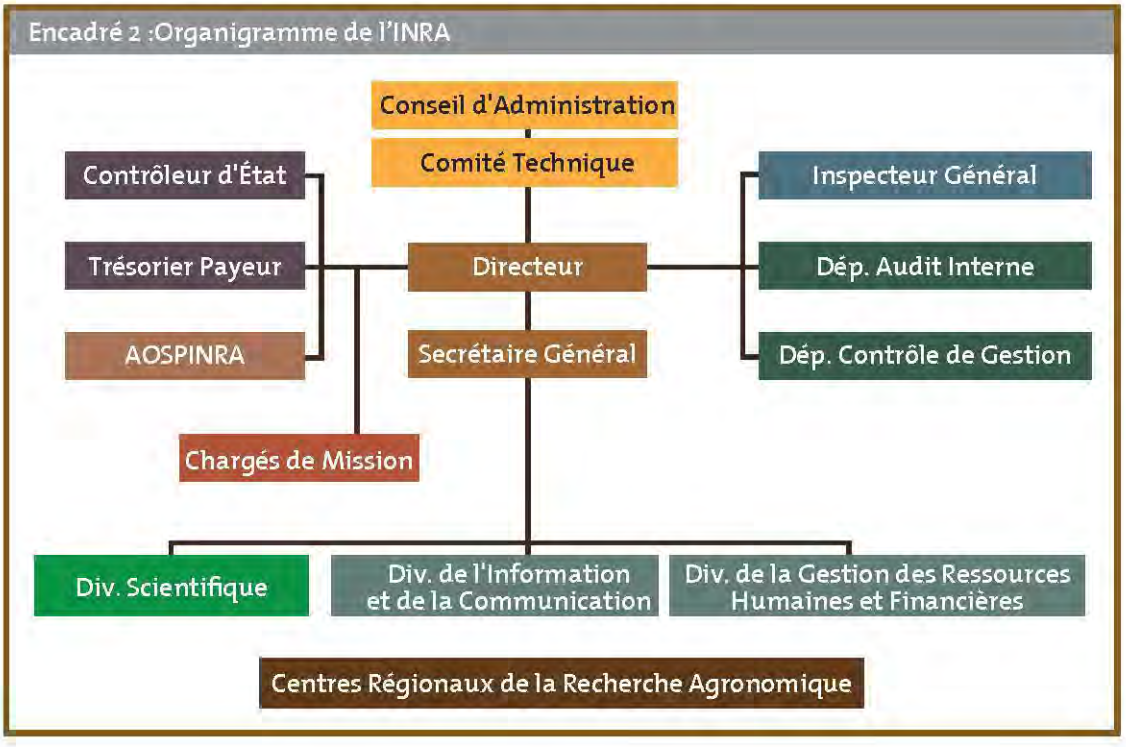
Le **Conseil d'Administration** (CA), tenu deux fois par an et présidé par Monsieur le Chef de Gouvernement, est investi de tous les pouvoirs et attributions nécessaires à l'administration de l'INRA. Il décide de la stratégie globale qui détermine son activité et veille à sa bonne application. Il est l'espace décisionnel où se confrontent les attentes de la tutelle et des partenaires aux réalisations de l'INRA, tant sur les plans de fonctionnement, de gestion des ressources, qu'aux résultats des activités de recherche.

Le **Comité Technique** est chargé de régler les questions pour lesquelles il aura reçu délégation du CA. Il est présidé par le Directeur de l'Enseignement, de la Formation et de la Recherche du Département de l'Agriculture. Le Directeur de l'INRA en assure le Secrétariat.

La **Direction** est l'organe exécutif de l'INRA. Le Directeur exécute les décisions du CA, représente l'Institut, le gère et agit en son nom. Pour accomplir ses missions, le Directeur s'appuie sur une équipe de management qui met en œuvre les actions d'administration, de coordination de la recherche, et d'appui à la recherche (Cf. Organigramme de l'INRA).

Le métier de l'INRA est structuré selon trois axes. Le premier axe est scientifique, conçu en huit Départements disciplinaires composant la Division Scientifique. Quant au deuxième axe, il est d'ordre territorial, conçu en dix Centres Régionaux de la Recherche agronomique (CRRA), répartis sur l'ensemble du territoire national. Le troisième axe est conçu en programmes de recherche à moyen terme Filière de production et Domaine transverse.

Encadré 2 :Organigramme de l'INRA



Organisation Scientifique

Selon l'article 4 de l'arrêté ministériel du 14 avril 2003 portant sur l'organisation de l'INRA, la **Division Scientifique** doit remplir les missions données dans l'encadré 3.

Encadré 3

1. Définir, dans le cadre des orientations stratégiques arrêtées par le CA, la politique de recherche et fixer les objectifs opérationnels en s'appuyant sur une analyse prospective des besoins de recherche à l'échelle nationale et régionale

2. Assurer la planification et l'allocation des ressources disponibles entre les CRRA, en fonction de l'adéquation entre les programmes qu'ils proposent et les objectifs arrêtés

3. Suivre la mise en œuvre de la politique de recherche et de veiller à l'évaluation scientifique des activités de recherche et des chercheurs

4. Proposer et coordonner toute action de coopération à l'échelle régionale, nationale et internationale.

La Division Scientifique est composée de huit Départements : Amélioration et Conservation des Ressources Génétiques ; Environnement et Ressources Naturelles ; Agronomie et Machinisme Agricole ; Protection des Plantes ; Production Animale ; Agro-alimentaire et Qualité ; Économie et Sociologie Rurales ; Recherche et développement.

Les Départements Scientifiques sont chargés de l'orientation, la planification, la coordination et le suivi-évaluation des recherches couvrant leurs domaines disciplinaires. Ils participent à toute action de planification, étude et synthèse intersectorielles et interdisciplinaires menées au sein de cette Division. Les Départements sont appuyés par deux Services, et encadrent scientifiquement 176 chercheurs (chiffre de 2016) organisés en 24 **Unités de Recherche** (UR) (Encadré 4) et 10 **Services de recherche développement** (SRD) (Encadré 5). Ces derniers sont supervisés par le Département de Recherche-Développement et sont considérés comme l'interface entre l'INRA dans les régions et les partenaires socio-économiques constitués principalement des utilisateurs immédiats des résultats de la recherche, à savoir les agriculteurs.

Les UR et les SRD, en plus d'un Service administratif sont sous la responsabilité du **Chef du Centre Régional de la Recherche Agronomique** (CRRA). Ce dernier représente le Directeur dans la région et conduit la politique générale de l'INRA dans sa zone d'action. Du côté du management scientifique, il assure l'animation et le fonctionnement de la recherche ainsi que sa promotion à travers le développement de l'infrastructure scientifique, le développement du partenariat au profit de la planification de la recherche, le soutien de la recherche et la création de réseau et la diffusion des technologies et des connaissances. Le Chef du CRRA est appelé également à assurer la bonne gestion des domaines expérimentaux dans sa région et renforcer leurs rôles.

Encadré 4 : Les Unités de Recherche

Au sein d'un même CRRA, l'UR est l'environnement immédiat où les chercheurs et ingénieurs de l'INRA travaillent sur des problématiques voisines et interagissent. L'UR peut être organisée autour d'une discipline (ME_PP), d'un écosystème (TD_SPI), ou autour d'une filière (RA_PAMPT). Elle réunit entre 3 et 12 chercheurs qui peuvent se partager les mêmes infrastructures scientifiques voire les mêmes activités. Cela n'empêche que les chercheurs appartenant à différentes UR peuvent être réunis autour d'un seul projet de recherche. L'UR accueille souvent des stagiaires, notamment des étudiants qui préparent un Mastère ou un Doctorat. L'INRA compte potentiellement 30 UR. Le bon fonctionnement de l'UR repose sur l'existence de stratégie/objectif, d'organigramme fonctionnel et de chartes à même de stimuler l'interaction, l'animation scientifique et la cohérence du groupe.

Nom de l'unité de recherche	CRRA	Sigle	Nombre de chercheurs
Ressources naturelles et produits de terroir	Agadir	AG_RNPT	5
Production Intégrée des Cultures	Agadir	AG_PIC	6
Systèmes Oasiens	Errachidia	ER_SO	6
Amélioration et Conservation des Ressources Phytogénétiques	Kénitra	KE_ACRP	7
Protection des Plantes	Kénitra	KE_PP	5
Amélioration des Plantes et Qualité	Marrakech	MA_APQ	7
Protection des Plantes	Marrakech	MA_PP	3
Agro-Biotechnologie	Marrakech	MA-AB	5
Agronomie et Physiologie Végétale	Meknès	ME_APV	5
Protection des Plantes	Meknès	ME_PP	4
Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phytogénétiques	Meknès	ME_APCRP	8
Gestion Durable des Ressources Naturelles et Economie-Sociologie Rurales	Meknès	ME_GDRNES	5
Gestion durable des ressources agropastorales	Oujda	OU_GDRP	4
Amélioration Génétique, Biotechnologie (et protection des plantes)	Settat	SE_AGB	12
Environnement et Gestion Durable des Ressources Naturelles	Settat	SE_EGDRN	6
Système de Production	Settat	SE_SP	5
Environnement et Conservation des Ressources Naturelles	Rabat	RA_ECRN	8
Production Animale et Fourrages	Rabat	RA_PAF	5
Biotechnologie	Rabat	RA_BT	7
Amélioration des Plantes, Conservation et Valorisation des Ressources Phytogénétiques	Rabat	RA_APCVRP	7
Plantes Aromatiques et Médicinales et Produits de Terroir	Rabat	RA_PAM	3
Systèmes de Production en Irrigué	Tadla	TD_SPI	7
Production Animale	Tanger	TN_PA	5
Techniques Nucléaires, Environnement et Qualité	Tanger	TN_TNEQ	8

Encadré 4 : Les Services de Recherche-Développement

Partant d'un diagnostic effectué au début des années 90 qui a révélé une faiblesse de liens entre la recherche et la vulgarisation ainsi qu'un faible impact de ces derniers sur la production agricole, l'INRA, en concertation avec la DVRA a convenu l'adoption de l'approche Recherche-développement comme cadre de liaison entre la recherche et la vulgarisation. L'approche est basée sur le diagnostic du terrain pour orienter le programme de recherche, la vérification des résultats de recherche auprès des utilisateurs, la diffusion de ces résultats et le suivi et évaluation de l'impact. Ainsi, des SRD ont été créés et rattachés aux CRRA pour jouer le rôle de coordination régionale des activités de recherche-développement avec l'implication de l'ensemble des chercheurs du CRRA.

Infrastructure de recherche

Les enjeux de la recherche agronomiques posent le défi d'élever les capacités de recherche à la pointe des nouvelles attentes. L'INRA est engagé à se doter d'infrastructures de recherche innovantes et modernes au service des équipes de recherche qui y trouvent les outils nécessaires à leurs travaux et leur valorisation.

Les Domaines expérimentaux

Les domaines expérimentaux de l'INRA sont des lieux pour mener des recherches scientifiques par l'expérimentation *in situ*. Les principales recherches menées sur les végétaux concernent la sélection génétique, l'agronomie et la protection des plantes. D'autres recherches comme les essais de comportement et d'adaptation et les essais catalogues multi-sites y sont réalisés. Certains domaines disposent de bergeries pour mener des recherches sur la génétique, la reproduction et l'alimentation des animaux. Et quand ces domaines sont impliqués dans la production des semences de pré-base, ils sont dotés pour ce fait d'infrastructure de conditionnement.

L'INRA dispose de 23 domaines expérimentaux équipés de matériel agricole et dotés de stations météorologiques. Ils sont répartis sur l'ensemble des écosystèmes marocains (Figure 1). En plus de leur rôle de plate-forme de recherches, certains domaines renferment des collections de patrimoine génétique unique. C'est le cas par exemple du Domaine de Tassaout où la collection mondiale d'olivier est installée et qui est la troisième du genre en bassin méditerranéen.

La diffusion des résultats de recherche est l'une des principales missions des domaines expérimentaux à travers les plates-formes de démonstrations, et constituent ainsi la vitrine des technologies développées par l'INRA. En collaboration avec les SRD, le plan d'action des domaines expérimentaux prévoient l'organisation de manifestations au profit des agriculteurs et agents de développement des zones environnantes. Ces manifestations peuvent prendre la forme de journées portes-ouvertes ou de journées de démonstration à petite ou à grande échelle.

Figure 1 : Les domaines expérimentaux de l'INRA

Emplacement du domaine expérimental

Photo générale du domaine expérimental Marchouche. On y voit les champs d'expérimentations et le complexe de bâtiments qui comprend les locaux administratifs, les magasins de stockage et les locaux de conditionnement des semences

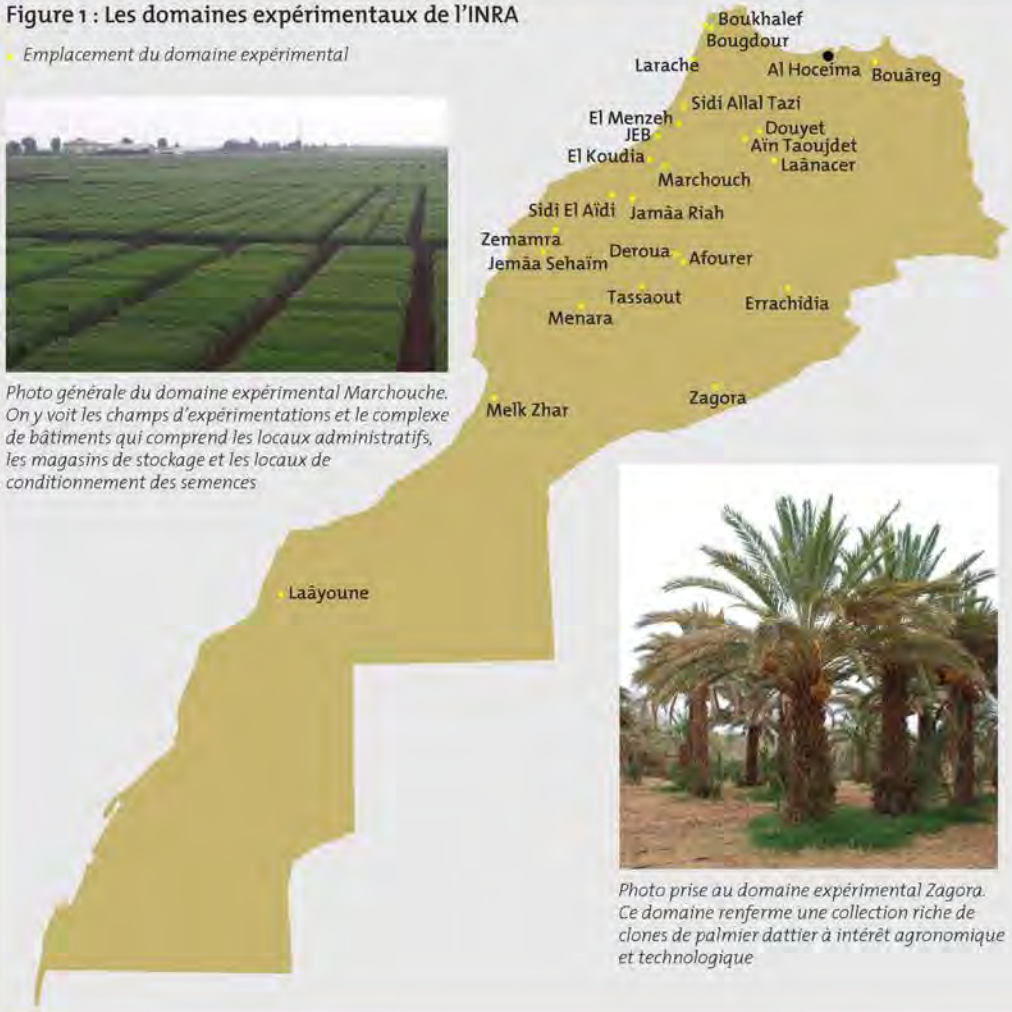


Photo prise au domaine expérimental Zagora. Ce domaine renferme une collection riche de clones de palmier dattier à intérêt agronomique et technologique

Laboratoires et autres plates-formes de recherche

L'INRA dispose dans chaque CRRA de **laboratoires** couvrant toutes les disciplines en relation avec la recherche agronomique menée dans les régions. Certains de ces laboratoires se trouvent dans les agropoles qui sont des pôles industriels régionaux développés autour des secteurs à fort potentiel, notamment le secteur agroalimentaire. La présence de l'INRA est d'ores et déjà effective dans trois qualipôles (Meknès, Berkane, Tadla) et est en préparation dans trois autres (Gharb, Souss et Haouz).

La mission principale des laboratoires de l'INRA est de développer des technologies (Culture de tissus, machinerie, technologies alimentaires ...) et d'effectuer les analyses sur le milieu physique et le monde vivant (Analyses du sol et du végétal, Séquençage du génome ...). Certains de ces laboratoires peuvent effectuer des prestations de services au profit des partenaires socio-économiques et des agriculteurs.

La **Banque de gènes** de l'INRA à Settat est un dispositif de conservation de ressources génétiques végétales *ex situ*. Elle est constituée principalement de graines conservées dans le froid. En 2016, la banque de gènes a une capacité de conserver 60.000 accessions. L'effort de collecte concerne principalement les espèces endémiques au Maroc et celles utiles pour l'agriculture en zones arides et semi-arides.

La **Station d'Ionisation** de l'INRA à Tanger est un dispositif permettant d'appliquer les techniques nucléaires dans les recherches concernant l'ionisation pour la conservation des produits agricoles, l'induction de mutation pour l'amélioration des plantes, et d'autres applications dans les domaines de la fertilisation et le suivi des résidus de pesticides.

En plus de ces plates formes, l'INRA dispose dans les CRRA de plusieurs serres expérimentales à environnement réglables, chambres de croissance, chambres froides et d'autres locaux techniques.

Le dispositif de l'IST

Le paysage de l'information scientifique et technique (IST) à l'INRA piloté par la Division de l'Information et de la Communication, recentre l'ensemble des politiques institutionnelles en matière d'appui à la recherche à travers la gestion de documentaire et la communication. L'objectif étant de doter l'INRA de moyens à même de développer l'accès à l'IST et la mise en réseau des chercheurs, de valoriser la production scientifique et technique de l'INRA à travers l'édition et l'événementiel, et de maîtriser l'information pour la veille.

Accès à l'IST et mise en réseau des chercheurs

La mise en place d'une plate-forme de partage de la documentation et de l'information scientifique et la promotion l'inter-opérationnalité des accès trouvent leur ampleur dans les services offerts aux chercheurs de l'INRA à travers :

•Le développement de **Bases de données INRA** accessibles via son interface Web (http://webagris.inra.org.ma:120/agris), avec plus de 2500 publications INRA référencées, indexées et exploitable en texte intégral. Dans ce sens, la revue Al Awamia avec ses 945 articles des 127 numéros édités est accessible via la rubrique qui lui est consacrée.

•L'abonnement **à cinq Bases de données Internationales** :

teeal	*(429 000 articles de 324 revues agricoles spécialisées)*
AGORA	*(1 900 revues spécialisées)*
BIOSIS	*(11 millions de références)*
CABI	*(Plus de 380 revues spécialisées)*
FSTA	*(Plus de 2 200 sources en texte intégral)*

L'accès à ces ressources (Bases de données internationales et revues en ligne) est exclusivement réservé aux chercheurs INRA via un **Serveur proxy** mis en place depuis 2012 et permettant à tous les chercheurs un accès personnalisé et authentifié via une adresse URL sécurisé avec un accès authentifié par adresse IP.

Pour offrir aux chercheurs une ouverture sur le monde de la découverte et de l'actualité scientifique de leurs disciplines, l'INRA a souscrit aux **principales revues spécialisées dans le domaine agricole**, toutes disciplines confondues (avec 24 titres de revues internationales en accès en ligne).

Pour enrichir son patrimoine documentaire et offrir aux chercheurs au niveau central et régional les sources d'information nécessaires à leurs recherches, l'INRA procède à l'**achat d'une centaine de titres d'ouvrage et livre** par année.

Pour la mise en réseau des chercheurs et le renforcement de la communication entre le personnel, l'INRA maintient plusieurs listes de diffusion électronique.

Communication et valorisation de l'IST

A travers sa **plate-forme électronique** (Site central, Sites régionaux, Sites thématiques et scientifiques) , l'INRA projette et médiatise, à large échelle, le message scientifique, technique et institutionnel pour s'ouvrir sur la société et les partenaires. Une action complétée par le recours systématique aux réseaux sociaux : Facebook, Twitter, Flickr, et Youtube entre autres.

L'**édition** reste le plus efficace des canaux de diffusion du message scientifique et technique aussi bien aux pairs qu'à son public multiple. Une panoplie de supports de communication allant des plus élaborés et codifiés : Articles scientifiques, Revues, Ouvrages, Livres (...), jusqu'aux supports de communication de masse : Brochures, Dépliants, Prospectus (...) en passant par les supports techniques et institutionnels (Rapports d'activités, Fiches et bulletins techniques (...) sont publiés. Leur **diffusion** à l'ensemble de ses partenaires (institutionnels, tutelle, bailleurs de fonds,...) constitue le meilleur vecteur de partage et de mutualisation des liens de partenariats et de coopération au niveau national et supra-national.

La participation ou l'organisation des **événements** scientifiques de grande envergure pour faire connaître les acquis de la recherche agronomique constituent de véritables vitrines de transfert de technologie et de promotion de l'image de l'INRA. C'est le cas des Salons comme le SIAM et le SID, ou autres Foires, Colloques, et Journées portes ouvertes...

Pour élargir la palette des destinataires de son message, l'INRA fait un recours systématique aux **médias** et entretient des relations privilégiés avec la presse écrite, radiophonique et audio-visuelle, et ce par la rédaction et la diffusion de communiqués de presse, organisation d'interviews, insertions promotionnelles et publicitaires...

Les ressources humaines

Effectifs et évolutions

En fin 2016, l'INRA a compté 754 employés. Ce chiffre a été de 920 en fin de l'année 2013 (Figure 2). L'évolution en baisse des ressources humaines a concerné particulièrement le personnel de support (-107 employés). Concernant le personnel dédié à la recherche, à l'appui et à la gestion de la recherche, l'évolution en baisse a concerné particulièrement les techniciens de laboratoires et de domaines expérimentaux (-53) (Figure 3)

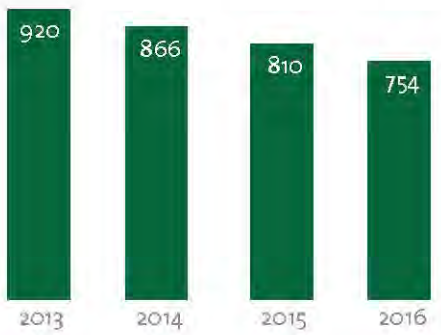


Figure 2 : Évolution des ressources humaines de l'INRA durant la période 2013-2016

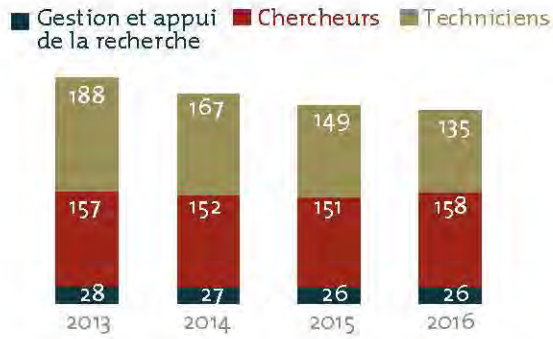


Figure 3 : Évolution du personnel dédié à la recherche, à l'appui et à la gestion de la recherche durant la période 2013-2016

Durant la période 2013-2016, l'effort de recrutement du personnel dédié à la recherche a concerné plus les chercheurs, et surtout pendant l'année 2016 avec le recrutement de 11 Ingénieurs d'état et chargés de recherche, ce qui a permis de réduire le gap de la période 2013-2016 à moins un (Figure 4). Ces ressources humaines ont été surtout affectées aux nouveaux locaux de l'INRA dans le Sous-centre Al Hoceima et aux qualipôles.

Figure 4 : Évolution du personnel dédié à la recherche durant la période 2013-2016

Pour les quatre prochaines années, le nombre de personnel dédié à la recherche, à l'appui et la gestion de la recherche qui atteindront l'âge de la retraite (60 ans) seront de 74 dont 27 ingénieurs et chercheurs et 47 techniciens (Figure 5).

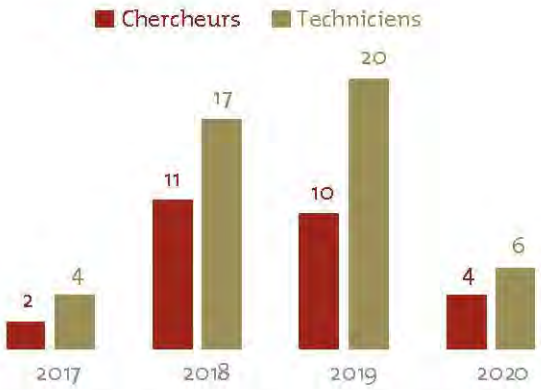


Figure 5 : Départs à la retraite du personnel dédié à la recherche, à l'appui et la gestion de la recherche durant la période 2017-2020

Profils et répartitions

Le ratio homme/femmes des chercheurs et ingénieurs de l'INRA en fin de la période 2013-2016 est de 67%. Les chercheurs seniors (Directeurs de recherche et Ingénieurs en chefs) constituent 68% du total de ce profil de ressources humaines. Ces chercheurs appartiennent en majorité à la filière technique, régie par le statut interministériel des ingénieurs, avec un taux de 59% (Figure 6). Le corps scientifique auquel appartiennent 38% des chercheurs a connu un amendement qui est entré en vigueur en janvier 2016.

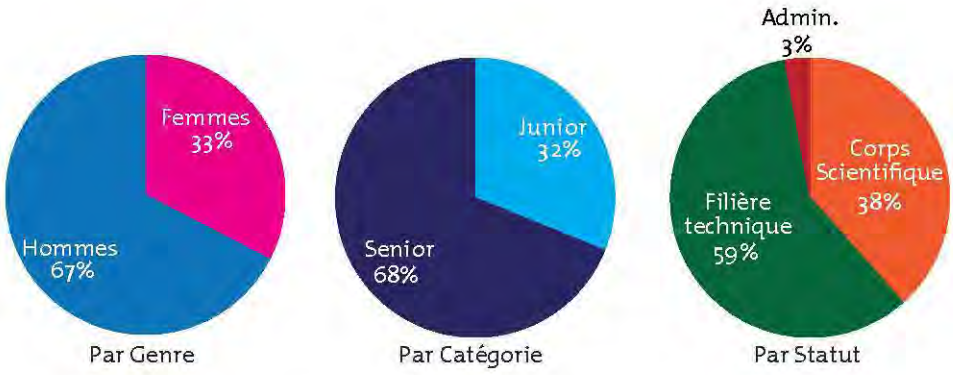


Figure 6 : Profils et répartitions de chercheurs en 2016

Les CRRA de Rabat, Meknès et Settat abritent plus que 20 chercheurs chacun et représentent à eux seuls presque 50% de l'ensemble des chercheurs de l'INRA. Les CRRA de Marrakech, Kénitra, Tanger et Agadir abritent entre 10 et 20 chercheurs. Tandis que les CRRA de Tadla, Errachidia et Oujda, ils abritent moins de 10 chercheurs chacun. Sur la figure 7, le nombre de chercheurs est représenté par l'importance de la circonférence du cercle.

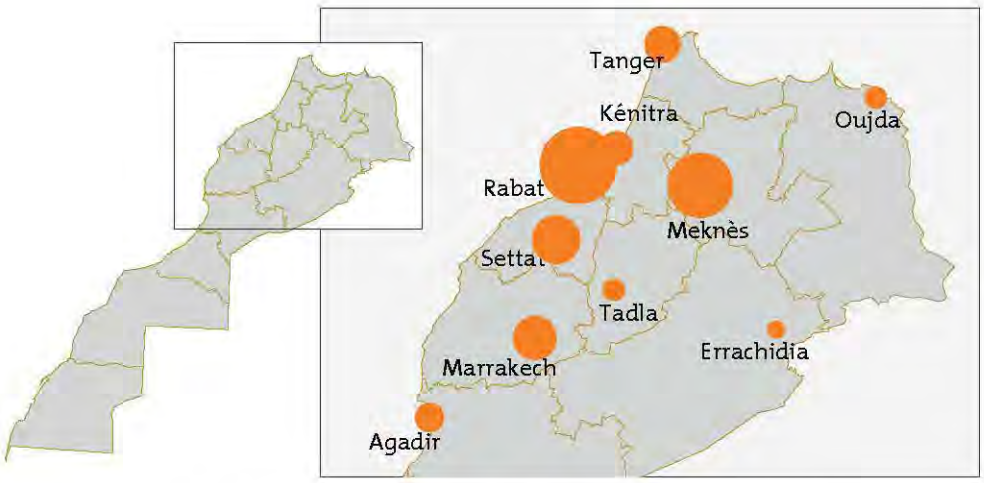


Figure 7 : Répartition des chercheurs sur les dix CRRA en 2016

La répartition de chercheurs par département scientifique reflète la taille des effectifs dans les différents champs thématiques. En effet, les chercheurs en biotechnologies et amélioration génétique des plantes représentent 29% des profils, suivis des chercheurs en protection des plantes (Figure 8).

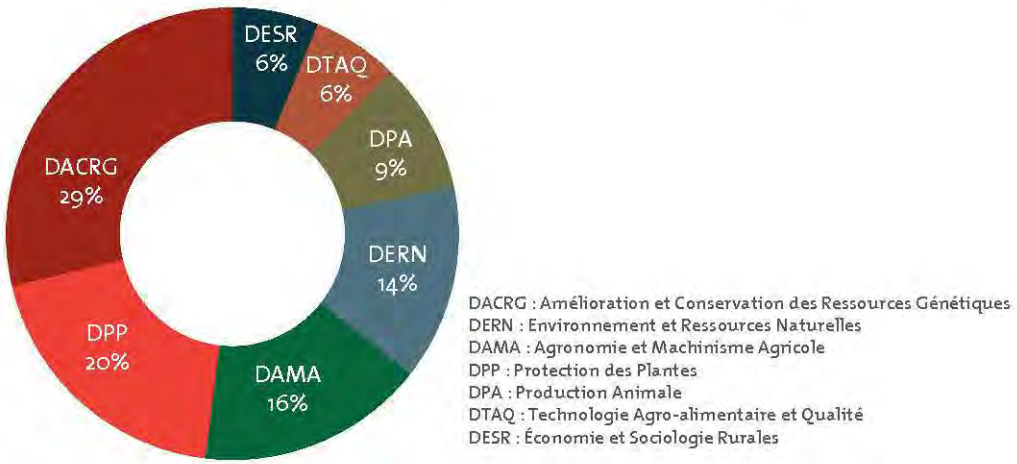


Figure 8 : Répartition des chercheurs par Département Scientifique en 2016

Une enquête a été menée au niveau de la Division Scientifique sur la répartition du temps du chercheur de l'INRA. L'objectif principal a été d'inviter le chercheur à surveiller qualitativement son plan de charge et à réfléchir sur une distribution optimale des tâches. Les principaux résultats de cette enquête ont montré que La recherche et les rédactions scientifiques qui englobent la rédaction des projets et la gestion des données sont les tâches auxquels le chercheur affecte le plus de temps avec 68%. La veille scientifique et la formation est d'autant plus

importante que le chercheur est nouvellement recruté. Quant à l'expertise, le renforcement des capacités, le conseil, l'encadrement des stagiaires et les activités pédagogiques, le temps qui leurs est consacré est de l'ordre de 16%. Cette part du temps réservée aux services augmente suivant les années d'expérience du chercheur (Figure 9).

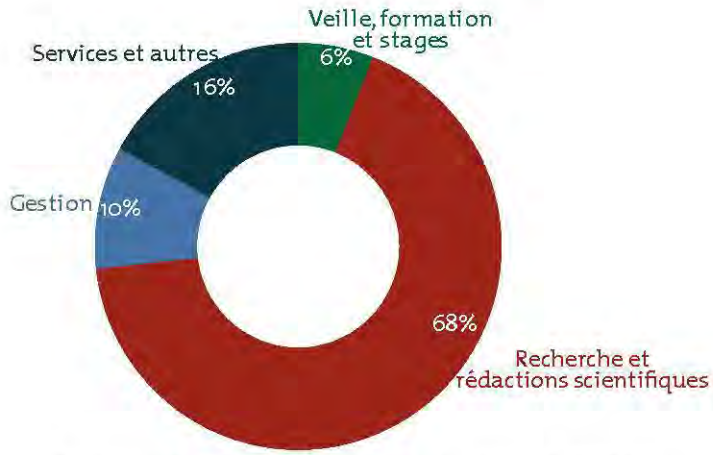


Figure 9 : Répartition du temps du chercheur de l'INRA

L'accueil des stagiaires à l'INRA

Les laboratoires de l'INRA ont accueilli des différents établissements du SNFRA et des Universités marocaines plus que 1500 étudiants pendant la période 2013-2016, dont 186 nouveaux thésards, 262 étudiants en Mastère et 270 étudiants en Licence. Leur accueil est régi par la note directoriale 106/INRA/DS du 15 février 2016. Ces étudiants qui profitent de la formation par la recherche, des infrastructures et des financements de l'INRA, sont étroitement associés à la production scientifique. Leur nombre a augmenté de deux tiers par rapport à la période 2009-2012 (Figure 10).

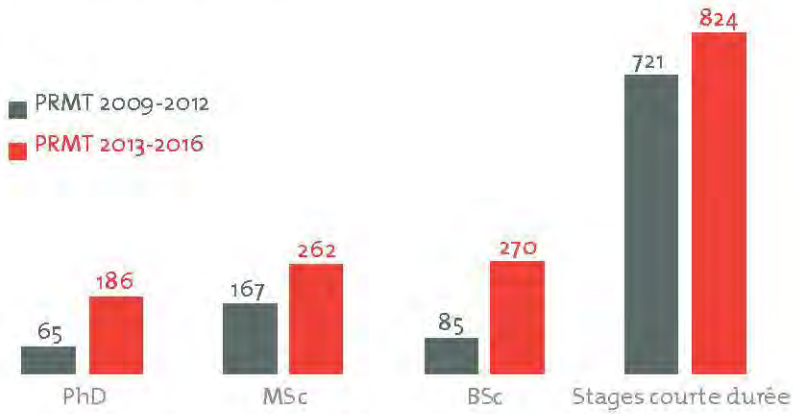


Figure 10 : Accueil des stagiaires par catégories entre le PRMT 2009-20012 et le PRMT 2013-2016

Formation du personnel concerné par la recherche

Dans l'objectif de renforcer les compétences de l'INRA, un total de 40 agents a suivi des formations diplômantes durant la période 2013-2016, soit 4 licences, 10 Mastères et 30 Doctorats. Ce personnel est dédié aussi bien à la recherche (Chercheurs, ingénieurs, techniciens) qu'à la gestion et l'appui de la recherche.

En plus de l'INRA, ces formations ont été financées grâce à la participation d'organismes internatiobnaux : La BID, la CTB, le CIHEAM-IAMZ, Le CRDI, l'AIEA, l'ICARDA ou dans le cadre de projets (NEXGEN, PIC, PRD). La figure 11 renseigne sur le nombre de PhD financé ou cofinancé par un partenaire externe.

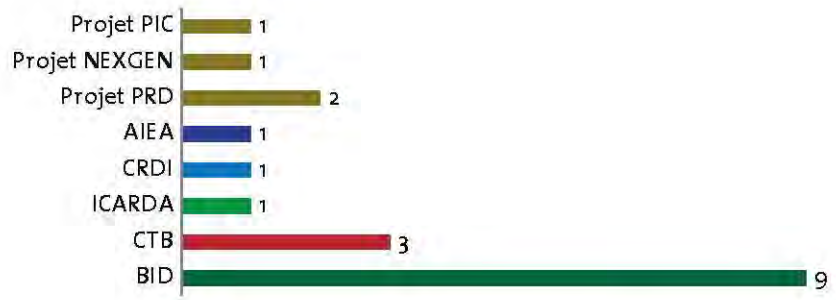


Figure 11 : Financement ou co-financement des PhD par des partenaires externes durant la période 2013-2016

Concernant les stages et les séjours scientifiques, ils ont atteint le nombre de 150, effectués en majorité dans les établissements de formation et de recherche en Europe et en Asie.

Les ressources budgetaires

Le budget annuel alloué à l'INRA lors du PRMT 2013-2016 a été en moyenne d'environ 310,5 millions de dirhams, soit une augmentation d'environ 76 millions de dirham par rapport à la moyenne du PRMT 2009-2012 (Figure 12). L'INRA a profité de l'augmentation du budget du département de l'agriculture qui est passé de 3 milliards de dirhams en 2008 à 11 milliards de dirhams en 2016.

Figure 12 : Evolution de la moyenne du budget de l'INRA entre les périodes 2009-2012 et 2013-2016

L'évolution des budgets entre 2013 et 2016 a été presque stable les trois premières années avant d'accroître de 13,3% la quatrième année (Figure 13). Cette élévation est due principalement au budget de fonctionnement qui a augmenté de 23,5% par rapport au trois premières années. Généralement, le budget de fonctionnement varie selon dépenses du personnel qui le constituent quasiment. Mais cette augmentation est expliquée aussi par le paiement des arriérés de la TVA. Quant au budget d'investissement, son augmentation en 2015 de 23,4% par rapport à 2014 est expliquée par l'adoption de la nouvelle vision du Système National de Formation et Recherche Agricole qui a prévu l'injection de budgets additionnels aux CRRA pour améliorer leur performance à isopérimètre, la mise à niveau et montée en puissance de la filière céréales, et la mise à niveau et montée en puissance des domaines transverses.

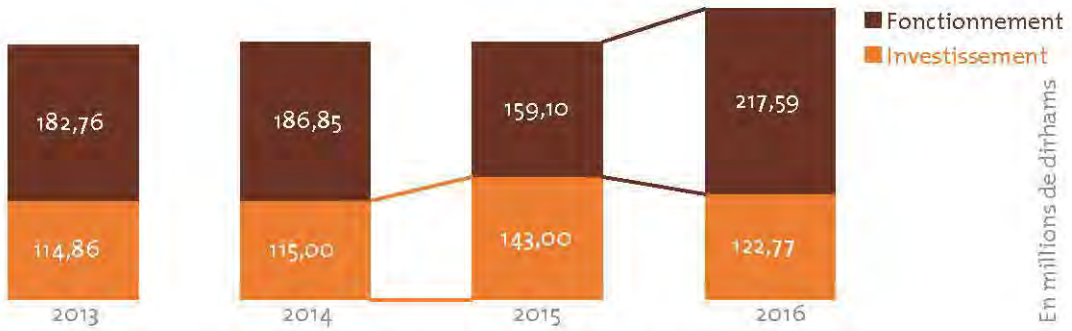


Figure 13 : Évolution des budgets entre 2013 et 2016

A titre indicatif, le zoom effectué sur quelques lignes budgétaires, représentant pour ce PRMT 2013-2016 en moyenne 27% du budget d'investissement, révèle l'importance du financement des activités de la recherche scientifique (Figure 14). Les constructions et aménagements de bâtiments dans les CRRA a augmenté de 41 % entre les PRMT 2009-2012 et 2016-2016. De même, l'achat de matériel scientifique et technique a augmenté de 65%. Et enfin, l'achat de matériel agricole a augmenté de 28%.

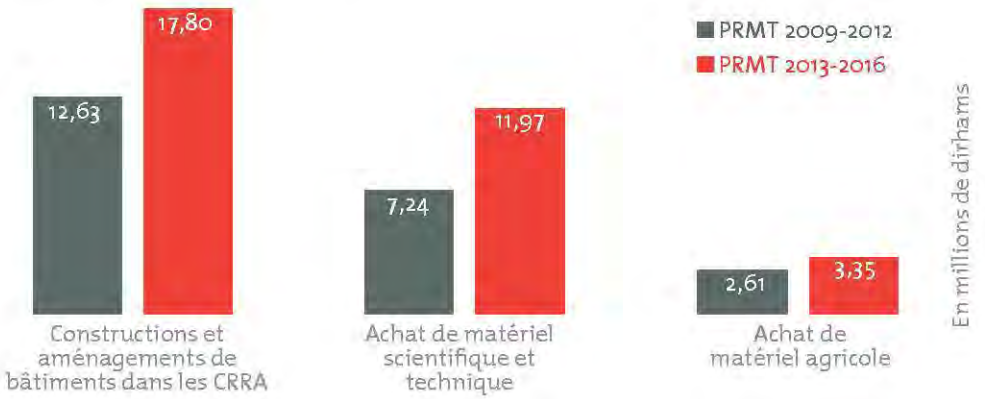


Figure 14 : Comparaison de moyennes de budgets injectés dans l'activité scientifiques entre le PRMT 2009-2012 et le PRMT 2013-2016

Les recettes propres à l'INRA sont constituées principalement de royalties, tandis que le Compte hors budget est alimenté de fonds mobilisés à travers les programmes de recherche contractuels. La somme des deux montants s'est élevés en 2016 à 40,9 millions DH, et peut atteindre potentiellement 58,7 si l'on rajoute le reste des recettes à recouvrer (Figure 15).

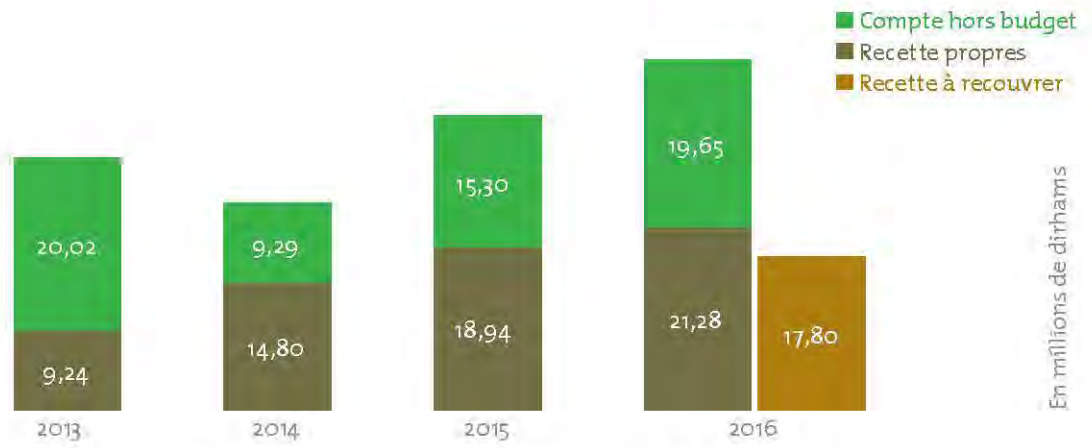


Figure 15 : Les recette propres à l'INRA la période 2013-2016

La notification des budgets par Filière de production et Domaine transverse a été adoptée en 2015 conformément à la stratégie SNFRA, qui a comme objectif de Définir un plan national de recherche agronomique basé sur l'approche filières / domaines du Plan Maroc Vert. Cette opération a permis l'INRA de planifier l'allocation des ressources en fonction des priorités dictées dans cette stratégie. Son exécution quant à elle, a connu certaines difficultés dues à la programmation en 2013 qui n'a pas prévu cette approche.

La politique partenariale

La politique partenariale à l'INRA repose sur l'ambition de participer activement à la production des connaissances, des innovations et leur transfert. Le partenariat est un cadre qui permet à l'INRA de soutenir les programmes de recherche en cours en s'investissant dans une plus large visibilité et en créant des opportunités à travers la mutualisation des ressources et le développement relationnel. L'INRA s'engage dans de nombreux partenariats qui concrétisent son attachement à soutenir les acteurs nationaux concernés par les enjeux de l'agriculture du pays. Ces mêmes enjeux, qui ont souvent une dimension planétaire, engagent l'INRA également dans des partenariats avec des acteurs étrangers.

En termes d'accords de coopération conclus entre 2013 et 2016, l'INRA a passé 83 accords, dont plus des deux tiers avec les partenaires nationaux. Le reste des accords est passé dans des cadres de coopération internationale et bilatérale (Figure 16). Ces accords ont concerné des mémorandums d'entente ou des accords-cadres, ainsi que l'appui et l'assistance de mise en œuvre de projet de recherche ou de recherche-développement (Figure 17).

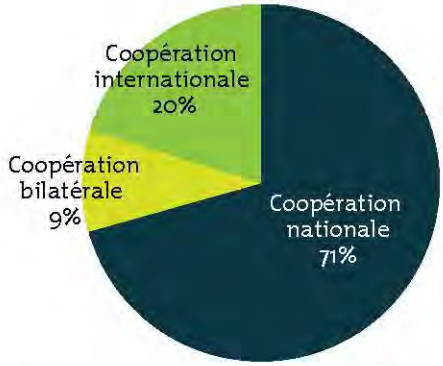


Figure 16 : Répartition des accords de coopération conclus entre 2013 et 2016

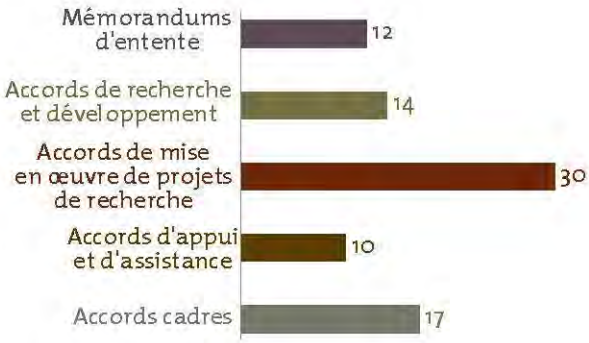


Figure 17 : Répartition et typologie des accords signés entre 2013 et 2016

Les partenaires nationaux de l'INRA

Le nombre des partenaires nationaux avec qui l'INRA a entretenu des relations de coopération durant la période 2013-2016 est de l'ordre 135. Les acteurs gouvernementaux, tant au niveau central que régional, représentent 47% de ces partenaires. Quant au tissu socio-économique qui englobe les sociétés privées, l'interprofession, les associations et coopératives, ils représentent 41% des partenaires. Les établissements d'enseignement supérieur représentent 12% (Figure 18).

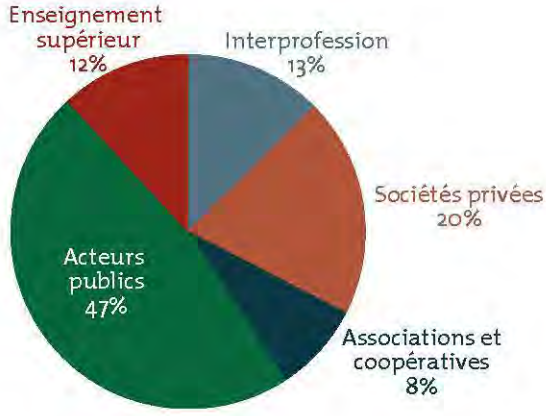


Figure 18 : Répartition des partenaires nationaux de l'INRA - PRMT 2013-2016

Tableau 1 : Les partenariats nationaux de l'INRA entre 2013 et 2016

	Objets	Principaux partenaires	Nombre de projets
Acteurs gouvernementaux	Programmes de recherche, Fonds compétitifs	DEFR, MESRSFC, CNRST	118
	Analyses et expertises, transfert de technologies	ANDZOA, ADA, ONICL, EACCE, DRA, DPA, ORMVA, ONCA, ONCF, LOARC, FDA	
Interprofession et associations professionnelles	Contrats spécifiques de recherche développement et appui par la recherche	AMABIO, ANOC, ASPAM, FéDAM,FIFEL, FIMARGANE, FIMASAFRAN, FOLEA, MAROC CITRUS, SUNABEL/APPSG, FNM, l'ANPVR, FEDERATION CACTUS RHAMNA, FEDERATION SARDI RHAMNA, FIMAP, AMMS, APEFEL.	31
Entreprises privés	Cartes de vocation agricole des terres et de fertilité des sols	OCP	28
	Cession de variétés de semences	SONACOS	
	Sélection variétale, développement socio-économique, valorisation des technologies et des connaissances	Domaines Brahim Zniber, les Domaine s Agricoles Meknès, les Domaines kabbage, le Fonds Mohammed VI pour la sauvegarde de l'arganier, la Fondation OCP, Phosboucraa, Lesaffre maroc, Lesieur -cristal, Magheb oxygène, Oasis Tafilalet, SEO, SAOAS, COSUMAR, Biofert, Lafarge, Autoroutes du Maroc,	
	Transfert de technologie en culture in vitro du palmier dattier	In Vitro Palm Biotechnologie, Issemghy Biotechnologies, Laboratoire Date Palm, Laboratoire El Bassatine, Laboratoire Maghreb Palm, Laboratoire Palmagro.	
Enseignement supérieur	Accueil des étudiants et projets commun de recherche	ENA de Meknès, ENFI, l'IAV HASSAN II Univ. Abdelmalek Essaadi, Univ. Mohamed Ben Abdellah, Univ. Cadi Ayyad, Univ. Chouaib Doukkal, Univ. Ibn Tofail, Univ . Ibn Zohr, Univ. Hassan I, Univ. Hassan II, Univ. Mohammed I, Univ. Mohammed V, Univ. Moulay Ismail, Univ. Sultan Moulay Sliman.	127
Associations et coopératives	Développement socio - économique et transfert de technologie	Asso. Ait Baha, Asso. Moulblad, Asso. N'Chtouka, Asso. Sakia Hamra, Asso. Tanalt, Asso. Targa, Coop. Bladi, Coop. El Brouj Chaouia, Coop. Oued Eddahab, Dar Zaafrane, Al Okhoua (ONG).	11

La coopération dans un cadre bilatéral

Le partenariat dans ce cadre concerne différents domaines de programmes communs entre le Royaume du Maroc et une vingtaine de pays à travers le monde. En terme de Projets de recherche, les européens sont les plus important partenaires de l'INRA, en particulier la France, la Belgique et l'Espagne.

Tableau 2 : Coopération bilatérale par continent

Continent	Pays	Organisations	Nombre de projets
Europe (35% des partenaires)	Belgique	CTB, Univ. Liège, Univ. Namur, UCL, Univ. Gent, Univ. Gembloux	13
	Espagne	Consultoria, Investigacion y Technologia Para IBERO AERICA	
	France	CIRAD, AFD,FFEM, INRAF, CRBM, Sophia Antipolis, AF, Univ. Reims, AgrSup Dijon, SOCIETE SUN'AGRI	12
	Italie	Univ. de Bologne, Univ. Pisie, IAM Bari, ASSAM	6
	Pays-Bas	Wageningen Uni versity	1
	Royaume-Uni	Department of International Development	2
	Suisse	GreenWord Solutions, ETH	3
Afrique (30% des partenaires)	Algérie, Egypte, Ethiopie, Niger, Ouganda, Tunisie, Zambie, ...		7
Asie (22% des partenaires)	Arabie Saoudite		1
	Chine	Biotechnology Research Institute (CAAS)	1
	Inde	Bangor University, Fondation, Swaminattan	1
	Iran, Japon, ...		
Amérique (13% des partenaires)	Canada	CRDI	
	USA	(MCC, Cornell Univ., Bill&Melinda Gates Foundation, World Food Preservation)	
	Mexique	Université de Sonora	

Coopération au niveau international

Au niveau international, l'INRA entretient des relations de coopération avec les centres internationaux de recherche, les banques internationales, les organisations multilatérales, les instances régionales, les instances des Nations Unies et des agences internationales. La répartition de l'ensemble de ces partenaires par catégories est représentée dans la Figure 19. Le nombre de projet par instance est représenté dans la figure 20.

Parmi les projets promu dans ce type de coopération, on note notamment le projets ARIMnet, Nextgen, UE-IFAD et OSCAR. Les actions de coopération avec les pays arabes est matérialisée à travers le projet Appui à la sécurité alimentaire dans les pays arabes. En Afrique du Nord, le projet CANA fédère l'INRA avec les organismes de ces pays avec un financement australien.

Figure 19 : Les partenaires internationaux par catégorie - PRMT 2013-2016

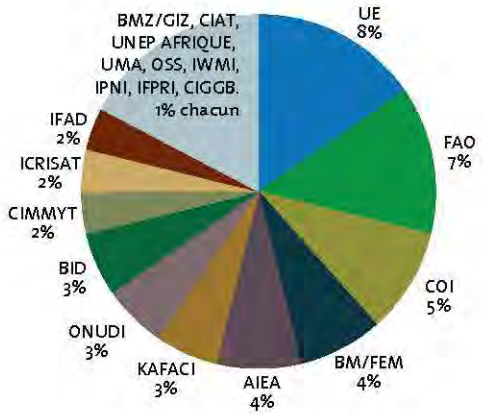


Figure 20 : Projet par instance internationale - PRMT 2013-2016

Le partenariat est l'une des principales composantes de la promotion et la valorisation de la recherche. Les projets de recherche collaborative, de recherche contractuelle ou de prestation de service fait bénéficier les partenaires de l'expertise et de l'INRA et ouvre de nouvelles perspectives de recherche et de valorisation des résultats aux chercheurs. De ce fait, l'INRA a tout intérêt à le développer et le soutenir. Cependant, et pour une bonne efficacité de la recherche partenariale, l'INRA doit encore se pencher sur les lacunes qui limitent certains avantages relatifs aux capacités de capitalisation des expériences et de valorisation des résultats.

Pour ce qui relève de l'objectif de la stratégie SNFRA de développer une recherche collaborative efficiente au service de l'agriculture marocaine, l'INRA est conforme à tous les niveaux de collaboration, sauf pour le niveau élevé qui nécessite la mise en place d'un cadre formel pour la création et l'accréditation d'Unités Mixtes de Recherche.

Conclusion

L'objet de ce chapitre est de présenter quelques indicateurs qui montrent la capacité de l'INRA à mener une recherche de qualité à travers la présentation de l'organisation de la gestion scientifique et les ressources mobilisées. La définition des orientations scientifiques sera traitée dans le chapitre suivant.

L'INRA intervient dans des domaines liés aux ressources génétiques, aux ressources naturelles, à l'agriculture et l'alimentation, et à l'activité des communautés rurales. Sa politique aspire d'offrir aux chercheurs un environnement propice à même d'assurer un rayonnement national et international de la recherche agronomique marocaine. Les priorités scientifiques de l'INRA sont

reproduites sur celles de la stratégie du Ministère de tutelle. Les domaines scientifiques couvrent différents champs disciplinaires représentés dans la Division Scientifique (DS). Cette entité veille à la cohérence et à la pertinence scientifique des projets de recherche et se doit de les promouvoir et les soutenir. Parmi d'autres mesures prises dans ce sens, la DS aide à la définition des règles d'attribution des budgets sur la base des orientations objectives et des besoins effectifs des projets de recherche. Une redynamisation du fonctionnement des UR est à soutenir avec l'appui de tout le management de l'INRA.

L'élargissement de l'accès des chercheurs aux ressources documentaires a permis une dynamique positive. La politique documentaire doit être incluse dans une stratégie globale de communication de l'INRA pour promouvoir une recherche visible à travers la diffusion, le développement de la culture scientifique et l'enrichissement du patrimoine documentaire de l'INRA par l'édition.

Le partenariat est un facteur de succès pour une recherche de qualité. L'INRA gagnerait à favoriser l'intégration des éléments du SNFRA dans un cadre de partenariat en recherche et formation. L'INRA doit se maintenir comme partenaire actif au soutien des milieux socio-économiques nationaux, et d'accroître la coopération internationale et la participation aux consortiums internationaux. De nouvelles régions de coopération sont appelées à être investies. Le retour du Maroc à l'Union Africaine et l'Initiative Triple A pourraient constituer des cadres de coopération privilégiés envers les communautés scientifiques de notre continent.

Mise en oeuvre du PRMT 2013-2016 et auto-évaluation

Durant des années, l'INRA a capitalisé et expérimenté diverses approches managériales pour répondre à la fois aux objectifs de développement à travers la production des connaissances et des technologies, et aux objectifs de l'amélioration constante de l'organisation des ressources (financières, humaines, matérielles...) pour la bonne gestion et administration de la recherche.

La programmation de la recherche et son évaluation sont les principaux traits de ce changement dicté à la fois par l'environnement de la recherche agronomique qui a connu plusieurs transformations caractérisées principalement par l'expansion des consortiums et l'émergence de nouvelles considérations telles que la durabilité des systèmes de production face au changement climatique, l'équité sociale, l'approche genre, etc. Ces transformations ont ordonné le besoin de quantifier les retombées économiques aux côtés d'autres dimensions d'impacts (sociale, environnementale et institutionnelle), d'où l'émergence de la notion de priorisation de la recherche agronomique. L'établissement des priorités consiste à déterminer l'importance relative de plusieurs objectifs de recherche. Quant à l'évaluation de la recherche, elle est entreprise pour confirmer l'efficacité du choix de l'alternative de recherche, son efficience, sa pertinence et son impact.

Le processus de programmation

Avant l'élaboration du PRMT 2013-2016, l'INRA avait adopté un système de gestion de la recherche basé sur la définition des orientations prioritaires et leur traduction en activités opérationnelles pluriannuelles. A cet effet, l'INRA a conduit des chantiers régionaux de concertation participative avec ses partenaires pour le cadrage du PRMT des dix CRRA. Le processus de programmation a été initié en février 2012 dans le but de définir les orientations de recherche dans chaque région et pour chaque filière de production et domaine transverse. Des réunions thématiques ont été organisées à l'échelle des différents CRRA pour une mise au point sur les acquis, les perspectives de recherche, les réseaux de chercheurs et les partenariats à mobiliser. Une réflexion profonde a été également menée sur l'adéquation entre les acquis et les besoins en recherche exprimées dans le cadre des contrats programmes que l'État a passé avec les interprofessions. Les activités de recherche ont été planifiées selon les capacités propres de l'INRA ainsi que les ressources humaines et financières cibles projetées par l'étude du SNFRA. Ainsi, le PRMT 2013-2016 a constitué une nouvelle feuille de route dans l'accompagnement de l'INRA du PMV en termes de recherches et d'innovations.

Le processus de programmation de la recherche requiert une analyse de la demande tout en tenant compte des différents contextes du secteur agricole, des acquis scientifiques et techniques et des capacités de recherche existantes et potentielles. Une telle analyse ne peut se faire que par le biais de diagnostic stratégique de la recherche agricole au niveau des régions, qui tiendrait compte

des potentialités naturelles et socioéconomiques, des orientations de la politique agricole et du contexte particulier de la globalisation de la science et de l'économie.

Le processus de programmation a commencé par le lancement d'une série de rencontres au niveau des CRRA pour la mise au point du PRMT 2013-2016. Le plan de travail et les objectifs à atteindre de chaque rencontre ont été énoncés préalablement par une circulaire de la Direction. La première réunion thématique s'est tenue le 23 février 2012.

La démarche poursuivie pour l'élaboration du PRMT 2013-2016 est résumée en trois principales étapes : (i) L'analyse du contexte général du secteur agricole et de la demande régionale, (ii) L'élaboration des orientations de la recherche, et (iii) L'élaboration des projets de recherche et leur validation.

Analyse du contexte général du secteur agricole et de la demande régionale

C'est une analyse qui a pour but d'apprécier les besoins en recherche à l'échelle nationale et régionale en tenant compte des enjeux et défis actuels et futurs dans le cadre de la vision stratégique développée pour l'agriculture du pays. Les documents ayant servi à cette réflexion se rapportent principalement au PMV, aux Plans Agricoles Régionaux (PAR), et aux réunions avec les acteurs régionaux concernés par les questions de l'agriculture.

Élaboration des orientations de la recherche

Les chercheurs de l'INRA ont été invités à des réunions thématiques pour présenter les acquis et les perspectives de recherche. Les groupes de chercheurs par filière de production et domaine transverse ont été ainsi constitués. Ces groupes ont été appelés à livrer un document de cadrage contenant :

- Une synthèse de la situation de la filière (Opportunités, enjeux, perspectives par région, système, chaîne de valeur, conventions et projets contractuels...) ;
- Une synthèse des acquis de recherche appuyée par un état de l'art. Cette synthèse permettra de capitaliser les résultats en vue de leur publication et valorisation ;
- Une synthèse des demandes en recherche identifiées dans les PAR et par rapport aux résolutions, conventions ou contrats qui engagent l'INRA ;
- Une formulation des besoins et niches de recherche qui tient compte des disponibilités et prévisions en ressources humaines et financières et en infrastructure scientifiques et techniques ;
- Une mise en œuvre des réseaux et équipes mixtes à construire au sein de l'INRA et avec les partenaires publics ou privés, académiques, de recherche et de développement. Ceci en vue d'une présentation des domaines d'expertises et des pôles d'excellence ;
- La déclinaison de ces besoins de recherche en objectifs et programmes de recherche 2013-2016.

Dans un objectif d'interconnexion et d'intégration croissante et concertées de toutes ses données, des rencontres entre la DS et les groupes constitués ont succédé à ces ateliers à compter du 26 mars 2012. Une série de réunions pour étudier les versions finales des rapports de cadrage élaborés par les dix CRRA a été tenue.

Élaboration des projets de recherche et validation

Partant des objectifs globaux et des principaux axes de recherche arrêtés par la DS, les chercheurs ont élaboré leurs projets de recherche selon un modèle de formulation élaboré par la DS de manière concertée. Lors de sa phase finale, le PRMT 2013-2016 a été organisé en dix programmes de recherche régionaux. La validation de sa version finale s'est effectuée à plusieurs niveaux :

• Le PRMT a été présenté et validé au Comité de Direction de l'INRA après une présentation plénière par les chefs de CRRA.

• Le PRMT a été validé par le Comité Technique (CT) de l'INRA.

• Le Conseil d'Administration (CA), a pris acte des efforts consentis par l'INRA en matière de programmation participative de ses activités. Prenant en considération le procès-verbal de la réunion du CT, le CA a approuvé globalement les orientations de recherches pour la période 2013-2016 qui ont été établies dans le cadre des orientations du PMV et de manière inclusive et participative.

Considérant les récents développements du PMV, le CA a invité l'INRA à faire une relecture de son PRMT 2013-2016 pour tenir compte de la stratégie cible du SNFRA. L'analyse et l'interprétation de ces termes a conduit la restructuration du PRMT en filières de production et domaines transverses selon trois axes : Génétique, Production et Valorisation/Commercialisation et la notification des budgets selon la nouvelle structure. La validation de cette nouvelle version du PRMT a été opérée par le CT en fin 2014. A noter aussi que le PRMT 2013-2016 a tenu compte de la priorisation arrêtées par la stratégie cible du SNFRA.

Principaux traits du PRMT 2013-2016

Au terme de ce processus, il a été retenu, pour chacun des CRRA, des orientations prioritaires de recherche qui ont été déclinées en projets de recherche dont les objectifs et les résultats sont concrètement ciblés. Le PRMT 2013-2016 a été donc conçu pour consolider l'option stratégique de la recherche de proximité et de prendre comme base les orientations du PMV particulièrement en ce qui concerne la stratégie cible du SNFRA.

La démarche adoptée s'est matérialisée par le développement d'un programme de recherche qui traite plusieurs thématiques dont la consistance est synthétisée dans les tableaux qui suivent.

Consistance du programme Céréales / Légumineuses alimentaires / Oléagineux	
•Développement de nouvelles variétés productives et de bonne qualité technologique •Élaboration des cartes des aires de répartition des variétés en fonction de leur adaptation et qualité •Intensification et diversification des systèmes céréaliers en zones favorables •Gestion intégrée des maladies, des mauvaises herbes et des ravageurs •Évaluation de la résilience et de la durabilité des systèmes de production •Développement des stratégies de gestion de l'eau et des fertilisants en agriculture de conservation •Élaboration des normes nationales de qualité pour les principales utilisations •Étude de la valeur ajoutée en post-récolte, conditionnement, stockage, conservation et labélisation des produits	CRRA : SE, RA, ME, KE, TD, AG Partenaires : •IAV Hassan II, ENA, Fac. Sci. Rabat, Fès, Kénitra, Settat et Beni Mellal, FST Settat, FP Khouribga, DRAs , DPAs, SONACOS, AMMS, ONCA, ONSSA, COMADER, agrégateurs, FOLEA Associations d'agriculteurs, Chambres d'Agriculture, CRPII •ICARDA, CIMMYIT, ACSAD, UCL Belgique, IFTZ suisse, Univ. Missouri, FAO, Gembloux Agro Bio Tech (Ex FUSAGx)

Consistance du programme Agrumes	
•Développement de nouvelles variétés et de porte-greffes d'agrumes de qualité, à cycles variés, et résistants aux stress biotiques et abiotiques •Amélioration des systèmes de gestion des vergers d'agrumes pour l'optimisation de la productivité et de la qualité •Irrigation, gestion intégrée de ressources en eau et fertigation •Gestion des ravageurs et des maladies •Amélioration des techniques de post-récolte	CRRA : KE, TN, OU, TD, AG, MA, RA Partenaires : •Univ. Kénitra, Mohammedia, Fès, Meknès, Marrakech, DRAs, ASPAM, DPP Rabat, OCP, ORMVAG, ORMVAL, ONSSA, Maroc Citrus, NCP, Chambre d'Agriculture Kénitra. •CIRAD, IVIA, INRA corse, IAM Bari, IRTA d'Espagne, Univ. Gent , Univ. Reims

Consistance du programme Olivier	
•Introduction, évaluation et sélection de nouvelles variétés performantes d'olivier pour la trituration et pour les olives de table •Création de nouvelles variétés pour la trituration et pour les olives de table •Mise au point de méthodes de lutte intégrée contre les ennemis de l'olivier •Optimisation des techniques culturales pour une production de qualité •Analyse des facteurs limitant le rendement et la qualité •Description / élaboration des normes régionales de qualité des huiles d'olive •Élaboration assurance/qualité pour les agriculteurs/producteurs du pilier II	CRRA : MA, ME Partenaires : •ENA, IAV Hassan II, ONSSA, Univ. Meknès et Marrakech, DRA, CRPII •ICARDA, COI

Consistance du programme Arboriculture Fruitière et Viticulture	
•Introduction, caractérisation, évaluation et utilisation des ressources génétiques arboricoles et viticoles • Sélection de nouvelles variétés et porte-greffe performants • Irrigation et gestion intégrée de ressources en eau • Gestion intégrée des ennemis des arbres fruitiers • Nutrition et impact sur la production et la qualité • Gestion post récolte des fruits • Développement des techniques et procédés de valorisation technologique des produits et sous-produits arboricoles.	CRRA : ME, MA, RA Partenaires : •IAV Hassan II, ENA, Univ. My Ismaïl, DRA, ONSSA, FeDAM, AMPPC, CRPII •CIRAD de Montpellier, INRA France

Consistance du programme Palmier Dattier	
•Collecte, évaluation et sélection de nouvelles variétés résistantes aux maladies, insectes et parasite •Amélioration et développement des techniques de multiplication in vitro. •Élaboration et optimisation des systèmes de gestion pour une meilleure production et de qualité •Lutte contre le Bayoud du Palmier Dattier •Irrigation et gestion des ressources en eau et de la fertilisation. •Développement de systèmes de gestion des récoltes et post-récolte pour l'optimisation de la qualité •Diversification des produits transformés •Amélioration des connaissances socio-économiques de la filière palmier dattier (production et volonté d'adoption des nouvelles technologies)	CRRA : ER, MA, RA Partenaires : •ANDZOA, ORMVA Tafilalet et Ouarzazate, DPA de Figuig, DRA de Guelmim, Labo. privés, IAV Hassan II, FST Errachidia, CRPII •CIRAD Montpellier

Consistance du programme Arganier	
•Évaluation et sélection de cultivars à haut potentiel de rendement et de qualité d'huile •Développement de techniques de multiplication in vitro et multiplication des plants •Développement et adoption de pratiques de gestion de l'arganier agricole •Création de plateformes d'arganier pour un système intensif de production •Valorisation des produits et sous-produits de l'arganier	CRRA : AG, RA, MA Partenaires : •ANDZOA, SNFRA, Fondation Med VI pour la Recherche et la Sauvegarde de l'Arganier, Univ. Ibn Zohr, Univ. Med V, FIMARGANE, HCEFLCD, AMABIO •CIRAD de Montpellier, INRA, France, Univ. Notre-Dame de la Paix

Consistance du programme Maraîchage et petit fruits rouges	
•Sélection et amélioration génétique des cultures maraîchères (tomate, pomme de terre, fraise et fruits rouges) •Introduction et évaluation de nouveau matériel génétique •Sélection et amélioration génétique des cultures maraîchères de niche •Développement des pratiques de gestion pour l'optimisation du rendement et de la qualité •Gestion de l'irrigation et fertigation •Amélioration des stratégies de gestions et de l'utilisation des engrais •Gestion intégrée des maladies et des parasites •Amélioration des techniques post-récolte •Amélioration des connaissances socio-économiques et accès des petits agriculteurs au marché	CRRA : AG, TN, KE, ME Partenaires : •MAPM-DEFR, IAV Hassan II, Univ. IBN ZOHR, ENSA Agadir, ABHSM, ORMVASM, APEFEL, FIFEL •Université Paul Cézanne-Aix-Marseille III, INRA France-Sophia Antipolis, IAM Montpellier

Consistance du programme Agriculture biologique	
•Choix d'espèces et variétés adaptées •Gestion intégrée de la fertilisation des cultures maraîchères biologiques •Lutte biologique et gestion locale des maladies émergentes •Optimisation des systèmes de compostages des déchets horticoles et enrichissement par des micro-organismes. •Développement de systèmes de gestion des produits biologiques locaux en post-récolte •Mise au point de système durable de production biologique pour la certification internationale	CRRA : AG, ME Partenaires : •AMABIO, MAPM-DEFR, IAV Hassan II, ENA, APEFEL •Univ. Paul Cézanne Aix Marseille II

Consistance du programme Safran	
•Évaluation et sélection des clones productifs et de qualité. •Élaboration des techniques de multiplication de plants. •Multiplication de semences (cormes) de qualité dans la perspective de certification •Détermination des besoins en eau, en froid et fertilisants du safran. •Contribution à la valorisation des produits de safran •Évaluation des opportunités de commercialisation •Mise au point des systèmes de gestion de la qualité en post récolte	CRRA : RA, AG, TN Partenaires : •ANDZOA, DRA, IAV Hassan II, ENA, Univ. Ibn Zohr •Univ. Pise.

Consistance du programme Produits de terroirs	
•Conservation des ressources, domestication et mise en culture d'espèces prometteuses •Caractérisation agronomique, chimique et génétiques des variétés de plantes aromatiques et médicinales •Développement de systèmes de conduite pour l'amélioration de la production et de la qualité des produits de terroir. •Contribution à la valorisation des produits de terroirs (inventaire du patrimoine traditionnel et artisanal en matière de production et de préparation des produits locaux •Amélioration des technologies de transformation et de conservation, recherche de la typicité) •Évaluation des opportunités de commercialisation de nouveaux produits •Mise au point des systèmes de gestion de la qualité en post récolte	CRRA : Tous Partenaires : •FST Settat, IAV Hassan II, ENA, Fac. Sci. Kénitra, Univ. Abdelmalek Essaadi, Fac. Sci. Meknès, Univ. Ibn Zohr, CRPII •Univ. Corte, Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, IUNG Pologne, Univ. la Mancha, Univ. Pise

Consistance du programme Apiculture

- Amélioration de la conduite intégrée des ruches
- Appréciation de la qualité du miel
- Identification et amélioration des techniques d'obtention du miel biologique

CRRA : MA, AG
Partenaires :
- DRA, ONSSA, AMABIO, FIMAP, IAV Hassan II, ONG locales

Consistance du programme Viandes Rouges

- Caractérisation, sélection et multiplication de nouvelles races ovines de l'INRA
- Caractérisation des paramètres reproductifs et génétiques des races ovines et caprines locales
- Caractérisation, suivi et amélioration de la conduite des élevages bovins en race pure et en croisement industriel
- Augmentation de la productivité des élevages caprins par la mise au point de techniques améliorées de conduites

CRRA : TN, TD, OU, SE, RA, ER
Partenaires :
- IAV Hassan II, ENA, UIG, FST, CNRST, CNESTEN, MAPM, ONCA, DEFR, DRAs, ORMVAs , DPAs, FIVIAR, FIMAP, ANOC, ANEB, ANPVR, AMABIO, ONG
- ICARDA CIHEAM, INRA-France, FMV-Hongrie, ULg-Bel., UNDP-Bel., Univ. Esp

Consistance du programme Lait

- Caractérisation et sélection de des races locales caprines Draa et Beni Arous.
- Application des meilleures pratiques de nutrition et de reproduction des animaux
- Caractérisation des microorganismes autochtones du lait de chèvre et développement des produits de qualité amélioré

CRRA : MA, ME
Partenaires :
- IAV Hassan II, ENA, FST, CNRST, CNESTEN, MAPM, ONCA, DEFR, DRAs, ORMVAs , DPAs, ANOC, AMABIO, ONG
- ICARDA FAO-CIHEAM, Univ. Barcelone, Univ. Liège

Consistance du programme Conservation, valorisation des ressources phyto-génétiques et biotechnologie

- Collecte et évaluation des ressources génétiques
- Conservation des ressources génétiques des cultures et des espèces voisines et création de nouvelles cultures
- Développement de marqueurs moléculaires pour assister les programmes d'amélioration génétique et diagnostic des ravageurs et maladies
- Intégration de la biotechnologie dans la valorisation des ressources génétiques.
- Développement d'expertise dans le domaine de la biosécurité

CRRA : RA, SE, ME, ER, MA, KE
Partenaires :
- IAV Hassan II, ENA, Univ. marocaines, MASCIR, CNRST, CNESTEN, ONSSA, ANDZOA
- ICARDA, KAFACI, CIRAD, FAO

Consistance du programme Fertilité des sols et fertilisation des cultures et Cartes de vocation agricole des terres

- Réalisation de la carte de fertilité des sols cultivés et formulation des recommandations en fertilisation des principales filières du PMV et des cultures niches, en bour et en irrigué
- Réalisation des cartes de vocation des principales filières retenues dans le PMV ainsi que des cultures niches, sur le plan agronomique, environnemental et économique

CRRA : Tous
Partenaires :
- DRAs, ORMVAs, IAV Hassan II et ENA de Meknès, DDFP, OCP, OCP-F, ONCA
- FAO, JRC, Univ. européennes

Consistance du programme Dégradation des terres et durabilité de l'agriculture

- Système de suivi de l'érosion et de pertes de sols
- Développement des systèmes et des techniques de gestion durable des ressources naturelles au niveau du bassin versant
- Etude d'impact des systèmes de pâturages sur la dégradation des terres

CRRA : RA, SE, TN, ER, TD, AG, OU
Partenaires :
- IAV et ENA, Univ. marocaines, ANDZOA, HCEFLCD, ONCA
- GIZ, ICARDA, IRD, FIDA

Consistance du programme Suivi de la désertification et amélioration de la gestion des terres de parcours

- Développement d'un système de surveillance des terres de parcours, de la désertification et de la sécheresse
- Élaboration de techniques de collecte des eaux pluviales
- Identification d'opportunités d'amélioration de production fourragère à large échelle par introduction de nouvelles espèces fourragères et pastorales
- Diversification et amélioration des apports fourragers des parcours

CRRA : TN, OU, RA, SE, ER
Partenaires :
- DRAs, ORMVAs, IAV Hassan II, ENAM, ANDZOA
- Univ. Liège, JRC, ICARDA

Consistance du programme Impact du changement climatique sur l'agriculture et gestion des risques

- Évaluation du changement climatique à une échelle fine au Maroc sur la base des dernières simulations et des recommandations du 5ème rapport du GIEC
- Évaluer de l'impact économique et sur les ressources en eau du changement climatique à travers le système «MOSAICC»
- Amélioration du système «CGMS-MAROC» par la prise en compte de la prévision saisonnière du climat et des maladies et ravageurs de ces cultures ;
- Réalisation d'un système de suivi de la végétation pastorale sur la base du système «CGMS-MAROC»
- Réaliser un système de suivi de l'irrigation et de prévision des récoltes dans le périmètre irrigué du Tadla, par imagerie satellitaire et modélisation ;
- PICCPMV - Diffusion des pratiques et technologies agricoles dans les projets Pilier II dans les régions de la Chaouia, Rabat, Saiss, Tadla, Abda et Doukkala
- Appui au programme d'assurance multirisque (sécheresse) du MAPM par l'élaboration d'un système d'assurance indiciel.

CRRA : Tous
Partenaires :
- IAV Hassan II et ENAM, DF (MAPM), ADA, DSS, DMN, DDFP, DRAs, ORMVAs, MAMDA, COMADER
- Univ. Liège, IRC (UE), FAO, Univ. Wageningen, Univ. Milan

Consistance du programme Gestion de l'eau et systèmes d'irrigation

- Développement de pratiques innovantes de minimisation des risques d'érosion et de collecte des eaux de ruissellement
- Développement de systèmes d'irrigation conservatoires, efficaces et efficients
- Développement et diffusion des recommandations d'irrigation pour les cultures
- Utilisation combinée de la télédétection, des nouvelles technologies et de la modélisation agro-climatique pour la gestion de l'irrigation.
- Caractérisation et modélisation des impacts de la conversion des systèmes d'irrigation

CRRA : RA, TN, TD, AG, OU, KE
Partenaires :
- IAV Hassan II, Univ. Inter. Rabat, Univ. Med V, CNRST ORMVAs, DIAEA
- IWMI, ICARDA, CRDI, Université de Liège et UCL

Consistance du programme Économie et sociologie rurales

- Étude et analyse des chaînes de valeurs des filières phares du PMV.
- Mise au point des modèles d'agrégation des filières phares.
- Étude d'adoption de nouvelles options politiques, socioéconomiques et institutionnelles pour favoriser et améliorer la rentabilité, la compétitivité, la gouvernance des filières et l'accès au marché.
- Valorisation économique des ressources en eau en agriculture sous l'impact des CC : développement d'un modèle économique de gestion de l'eau.
- Analyse des politiques, des stratégies, des systèmes de production et des moyens d'existence en zones de montagne.
- Analyse du rôle de la femme et des fils d'agriculteurs dans les filières du Pilier II.
- Étude de la capacité d'adaptation des communautés rurales au changement climatique.
- Gestion sociale de l'eau en zones de PMH.

CRRA : ME, AG, TD, MA, SE, OU, KE
Partenaires :
- IAV Hassan II, ENAM, Univ. My Ismail, ONCA, ADA, COMADER, Univ. Ibn Zohr, ABH, ORMVASM, ORMVAT, DRAs, ONEP, APEFEL
- (IESA (Esp), CIRAD, IAM Montpellier, ICARDA

Consistance du programme Recherche développement et transfert de technologie

- Valorisation des acquis de recherche par l'assistance technique, le renforcement de capacités et le transfert des technologies pour les filières de chaque région.
- Identification et analyse des barrières d'adoptions des technologies
- Développement de nouvelles approches et méthodologies de conseil agricole
- Préservation et diffusion de la nouvelle race synthétique INRA180
- Mise en place d'un système pilote de connectivité des connaissances utilisant les outils TIC pour répondre aux besoins d'information et de connaissances des communautés rurale cibles : cas des légumineuses alimentaires.
- Développement des capacités et du réseautage de l'INRA avec ses partenaires.

CRRA : Tous
Partenaires :
- DRA, ORMVA, DPA, DEFR, ADA, DDFP, ONSSA, Chambres d'Agriculture, ENAM, IAV Hassan II, ONICL, SONACOS, Sociétés semencières, Associations professionnelles, Agrégateurs /agrégés, ONG, OCPF
- ICARDA

Filière de production
Domaine transverse
Génétique
Production
Valorisation et commercialisation

- Partenaires nationaux
- Partenaires internationaux

Évaluation du PRMT 2013-2016

Grâce aux enseignements tirés de l'expérience des quatre années d'activités, l'auto-évaluation à l'INRA sert à dresser un capital des connaissances et de technologies, de mettre le point sur les performances et d'améliorer les approches managériales dans le futur à travers une lecture critique de l'exercice. En outre, étant un établissement public de recherche au service de l'agriculture nationale, l'auto-évaluation à l'INRA contribue à la redevabilité de l'INRA envers la tutelle et envers tous les acteurs concernés par la mission de l'INRA. Dans ce sens, il est à rappeler que l'INRA communique chaque année un rapport sur ses activités et qui est diffusé à grande échelle.

Sachant que l'impact de la recherche se mesure sur le long terme, des études d'évaluation spécifiques traiteront cette question séparément à cet exercice. L'approche de l'INRA a pour objet de soutenir l'ancrage de la culture de l'auto-évaluation dans le cycle quadriennal du PRMT, à travers l'appréciation des effets du bilan des activités et la réponse à certaines questions relatives à l'organisation.

L'examen du contenu durant la programmation

L'organisation et la supervision de l'auto-évaluation à l'INRA est confiée à la DS. Cette entité, en charge aussi de l'exercice de programmation, veille à une meilleure conception du PRMT dès son élaboration par les équipes de chercheurs. C'est une sorte d'évaluation *Ex ante* qui a pour but d'envisager une bonne pertinence des objectifs par rapport au contexte général, une bonne efficacité en terme de réalisation des objectifs, et une bonne efficience en terme d'utilisation des ressources. Ces considérations, en plus des critères propres à la qualité scientifique des projets (États de l'art, clarté des objectifs et résultats, approches méthodologiques, complémentarités de l'équipe, ...) et de l'adaptation du budget, sont des voies de consolidation du PRMT sur lesquelles la DS demande des ajustements.

L'auto-évaluation à mi-parcours

L'auto-évaluation à mi-parcours du PRMT 2013-2016 a permis de dresser un bilan d'étape et a permis d'infléchir et recentrer la mise en œuvre du programme selon les nouvelles orientations de la stratégie cible du SNFRA ainsi que les nouveaux contrats spécifiques conclus avec les interprofessions. Elle a aussi permis d'analyser le degré de réalisation des activités programmées et de se prononcer sur la suite de celles non ou partiellement réalisées.

La DS a organisé les ateliers d'auto-évaluation avec les chercheurs des dix CRRA pendant les mois de novembre et décembre 2014. Ces ateliers, qui ont connu un échange scientifique intense, entre chercheurs, et entre ces derniers et les responsables de la DS, a été aussi l'occasion pour faire émerger des réflexions autour de problématiques de recherche à traiter dans le cadre du futur PRMT. Au terme de cet exercice, la DS avait formulé ses remarques aux chercheurs et a arrêté les acquis majeurs finalisés et/ou transférables.

L'auto-évaluation à terme du PRMT 2013-2016

Cette évaluation *Ex post* a été réalisée par les chercheurs eux-mêmes. Un référentiel d'auto-évaluation a été préparé au niveau de la DS. Les critères d'évaluation établis prennent en considération le retour d'expérience du précédent exercice d'auto-évaluation du PRMT 2009-2012, les réflexions méthodologiques conduites au sein de la DS, la concertation avec les entités en charge du management de la recherche et de son appui au sein de l'INRA (SG, DGRHF, DIC, Chefs de CRRA), et certains chercheurs.

L'auto-évaluation s'est faite sur la base d'un formulaire que les chercheurs ont rendu à la DS via l'UR et le Chef du CRRA en y annexant les pièces justificatives. Les informations contenues aux canevas ont permis d'apprécier l'adéquation des projets au regard des orientations stratégiques de l'INRA, la production scientifique et technologique, le rayonnement de l'INRA qui concerne toute action ou fait qui lui confère visibilité et notoriété, le partenariat et l'interaction avec l'environnement socio-économique, et enfin, la formation pour et par la recherche. Pour le fonctionnement des UR et des SRD, une réflexion a été menée pour renseigner sur l'organisation interne de ces entités, la relation avec leur environnement, l'appréciation du cadre de la recherche et de l'animation des dispositifs.

Cette approche d'auto-évaluation a stimulé chez les chercheurs un processus d'apprentissage continu et les a aidé à tirer des enseignements à partir des succès ainsi que des problèmes rencontrés pendant la réalisation des activités.

Basées sur les informations recueillies et le suivi du PRMT depuis sa mise en oeuvre, la DS a formulé les "leçons apprises" dans une vision développée au chapitre **Analyse générale et perspectives**, et a œuvré à les intégrer dans la planification du futur PRMT 2017-2020. Pour le bilan des réalisations, il sera traité dans le chapitre suivant.

Conclusion

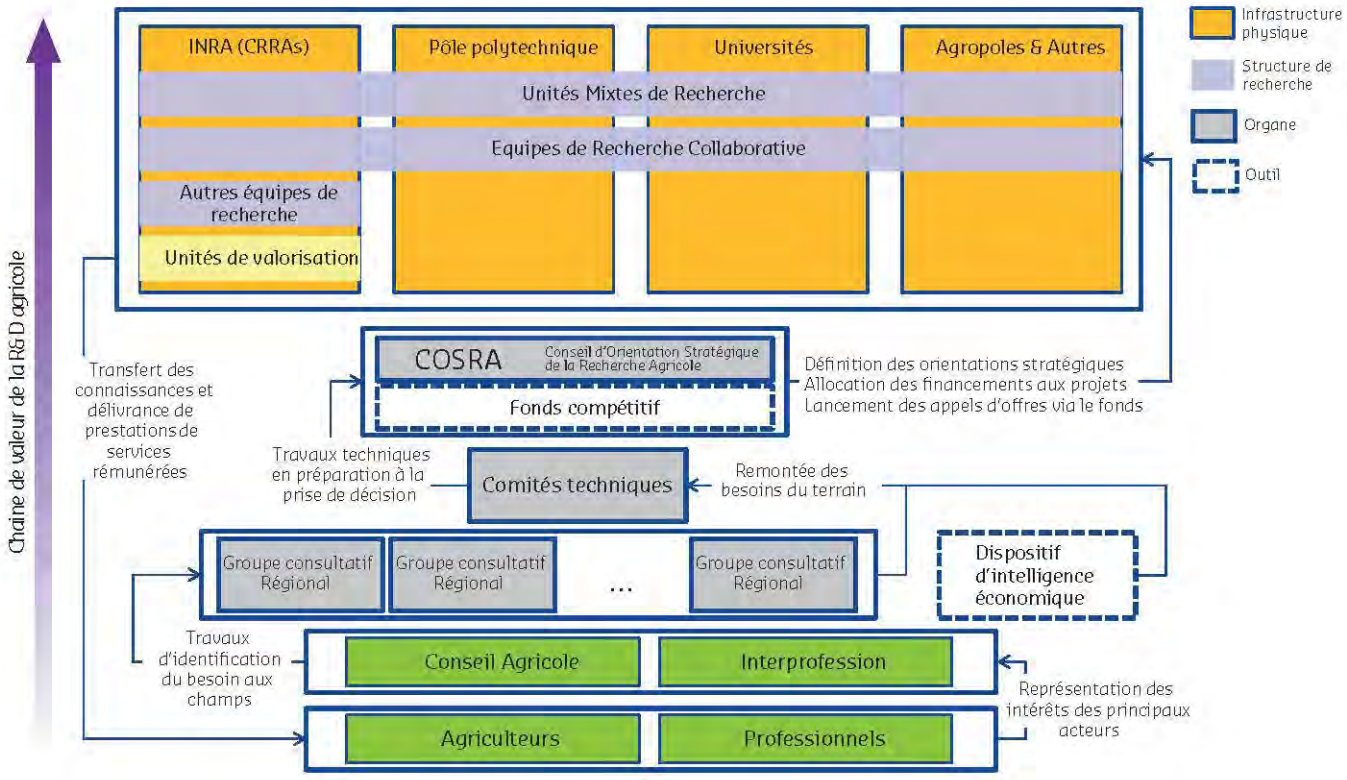
L'INRA bénéficie de l'appui de la stratégie du SNFRA qui vise la mise en place d'une gouvernance et de processus de gestion qui maximisent l'impact sur le client final, la réallocation des ressources en fonction des priorités et la mise à niveau des moyens : infrastructures, équipements, ressources humaines, budgets.

Conformément à la stratégie cible, l'INRA s'est basé sur l'approche filières / domaines du Plan Maroc Vert pour l'élaboration de son PRMT en tenant compte d'une identification des besoins liés à des problématiques de recherche (Approche RD et ateliers avec les acteurs locaux) et la veille scientifique. Les services de communication et documentation sont appelés selon la stratégie à évoluer en dispositif d'intelligence économique pour assurer un accès aux publications scientifiques et techniques internationales sur la recherche

agricole, documenter et publier régulièrement les informations relatives aux programmes nationaux de recherche achevés et/ou en cours.

La montée en puissance du contrôle de gestion et les travaux initiés pour établir le système d'information à l'INRA permettront la vérification et l'évaluation de la performance et la production d'indicateurs objectifs utiles à l'animation scientifique. En outre, ce système garantira une communication efficace entre les différents acteurs du SNFRA à tous les niveaux.

A travers l'amélioration des dispositifs de programmation et de gouvernance, l'INRA essaye de se conformer au dispositif cible du SNFRA.



Dispositif cible du SNFRA

(Source : Etude de la Stratégie de la Recherche Agricole au Maroc)

Bilan des réalisations scientifiques et techniques

EN réponse aux enjeux majeurs définis comme orientations du PRMT 2013-2016 ainsi que la stratégie cible du SNFRA, l'INRA a organisé depuis 2015 une animation des projets sur la base des filières et domaines du Plan Maroc Vert. L'ensemble des programmes portant sur une filière agricole sont regroupés par maillon de la chaîne de valeur agricole, en trois catégories :

Matériel génétique : Introduction de nouvelles variétés ou races, évaluation des performances des différentes variétés, sélection variétale et amélioration génétique ;

Production : Développement de techniques de production ou des systèmes de gestion performants qui couvrent l'optimisation du rendement des cultures, la lutte intégrée contre les maladies et ravageurs, la gestion de l'eau et l'irrigation rationnelle, et l'étude des impacts environnementaux (sols et biodiversité) ;

Valorisation / Commercialisation : Études de marché sur les préférences des consommateurs, élaboration de normes qualité, amélioration des techniques de récolte et de post-récolte et amélioration des connaissances socio-économiques de la filière.

De ce fait, la rétrospective des résultats de recherches des quatre dernières années est présentée de manière à respecter cette cohérence.

Le PRMT 2013-2016 a été réalisé à hauteur de 80% par rapport au programme initial. Le départ de certains chercheurs à la retraite ou l'insuffisance de moyens pour conduire certaines activités sont les principales raisons de ce gap. A noter aussi que certains projets et activités ont été additionnés en cours de la réalisation du PRMT. Ces activités émanent des besoins exprimés par les partenaires ou par la coopération internationale.

Les réalisations qui suivent ont largement répondu aux objectifs du PRMT en termes d'effets immédiats. Ce récapitulatif n'est pas exhaustif, il est limité aux projets prioritaires qui ont contribué à résoudre des questions de développement et de durabilité des systèmes, et qui ont contribué à combler un manque de connaissance.

Céréales

La céréaliculture constitue l'ossature de l'agriculture nationale et occupe une place déterminante dans l'économie du pays. Elle prédomine dans la quasi-totalité des exploitations agricoles et occupe de ce fait 4,2 millions ha. Bien que tributaire de la pluviométrie, elle contribue de 10 à 20% du PIB agricole. Les rendements sont toujours inférieurs aux potentialités et la qualité des récoltes ne prête pas à une parfaite utilisation industrielle. La production nationale ne couvre pas les besoins du pays, et le Maroc de ce fait a recourt à l'importation. Également, la forte contribution dans l'alimentation animale engendre des interdépendances très marquées entre les cultures céréalières et l'élevage.

Le programme de **création variétale** chez les céréales a été depuis sa création, le programme le plus stratégiques à l'INRA. Les activités de sélection ont un caractère continuel dans le temps et demandent beaucoup moyens. Elles concernent les quatre piliers, à savoir (i) Le pré-breeding : Croisement, rétrocroisement, croisement interspécifique, etc. (ii) La sélection dans les populations en ségrégation basée sur le screening selon les critères de sélection retenus et la méthodologie adoptée : pedigree, SSD, back-cross, etc. (iii) Les essais rendement multi- locaux et pluri-annuels, et (iv) La sélection conservatrice (Go, G1). L'intégration de la biotechnologie prend de plus en plus d'importance durant les dernières années. Son objectif principal est d'améliorer davantage l'efficience de la sélection.

Le programme de sélection sur le **blé dur** a abouti à la présentation au Catalogue Officiel d'une dizaine de variétés, dont la moitié est en cours d'enregistrement. Dans le domaine spécifique de la biotechnologie, on note la réussite de l'expression du gène HVA1 chez la variété Irden et la sélection à titre de recherche expérimentale de plantes transgéniques portant ce gène de résistance à la sécheresse. Pour le **blé tendre**, huit variétés ont été présentées au Catalogues officiel. Pour l'**orge**, six nouvelles variétés d'orge ont été présentées au Catalogue officiel. Deux d'entre elles de type orge nue sont inscrites et quatre en cours d'inscription (Figure 21).

Figure 21 : Les variétés d'orges inscrites au Catalogue en 2016

Les travaux de domestication de deux espèces d'**avoine** tétraploïdes pour l'amélioration de la qualité des variétés marocaines hexaploïdes, entamés depuis une quinzaine d'années viennent d'aboutir aux résultats escomptés. Le constat qui ressort est que les lignées domestiquées de *A. murphyi* ont montré une bonne tolérance à la sécheresse et un bon rendement en grains, dépassant celui des lignées domestiquées de *A. magna* (Figure 22). Par ailleurs, deux lignées d'avoine sont acceptées pour inscription au catalogue officiel.

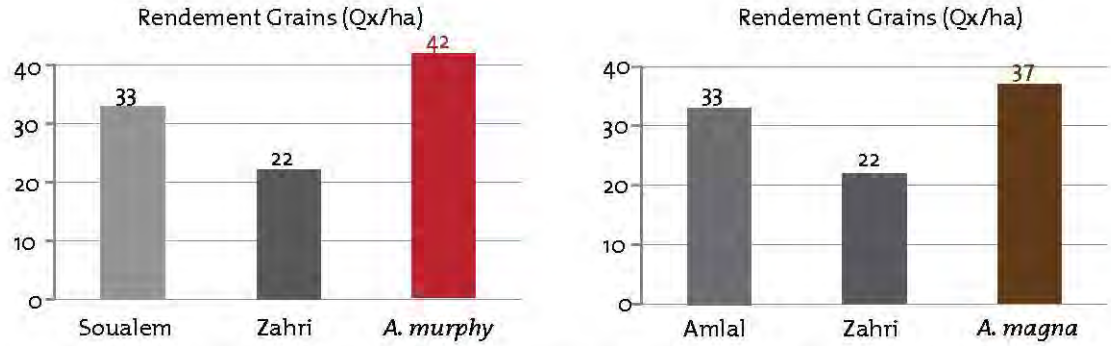


Figure 22 : Performances des lignées domestiquées de *A. magna* (génération F9) et *A. murphyi* (génération F8) par rapport aux variétés hexaploïdes

La **résistance génétique** est la première voie de **protection** de culture. Dans ce sens, des lignées ayant une bonne performance agronomique et une résistance multiple aux principales maladies ont été identifiées pour être introduites au programme de sélection des céréales. Ce dernier profitera aussi de l'identification des gènes majeurs hautement efficaces contre la rouille jaune au Maroc et de l'établissement d'une Banque de souches permettant d'identifier les gènes de résistance à la rayure réticulée de l'orge au Maroc.

Pour lutter contre les **maladies** des céréales, l'INRA a d'abord établi la distribution des principales maladies par région, et a mené l'étude de la dynamique des agents pathogènes. La lutte biologique est une option de recherche que l'INRA préconise par le développement des biopesticides et étude des mécanismes d'action. Des antagonistes pour la rayure réticulée, la septoriose et la fusariose ont été identifiés et l'étude des mécanismes moléculaires pour les caractériser a été initiée.

Les **insectes** causent de grandes pertes sur les céréales. Dans ce sens, on a déterminé la variabilité génétique des populations de la cécidomyie, la dynamique et la structure des populations de pucerons sur le blé ainsi que leurs importances d'infestations dans trois régions du Maroc (Tadla, Settat et Azilal), et la diversité microbienne de populations de pucerons appartenant à cinq espèces échantillonnés par séquençage, et en fin on a établi la relation qui existe entre certaines bactéries endosymbiotiques et les pucerons hôtes.

Pour le contrôle des **mauvaises herbes**, les données de suivi de la flore adventice dans plusieurs régions du Maroc ont été établies dont la région de Tadla. Pour les stratégies de lutte, on a pu maîtriser le contrôle du liseron et du sorgho d'Alep ainsi que le ray-gras résistant aux herbicides. Des avancées majeures en maîtrise de l'utilisation d'herbicides en fonction de la flore adventice et du système de culture (agriculture conventionnelle ou de conservation) ont été réalisées.

Les travaux sur la **fertilisation** du blé ont permis de déterminer les courbes de réponses par génotype dans des conditions bour en plusieurs sites. L'irrigation supplémentaire a été aussi testée dans les systèmes conventionnel et de

l'agriculture de conservation. Les résultats ont été très positivement significatifs sur le rendement en grains. Son application en début de cycle a assuré une bonne germination et une bonne levée qui se sont traduits par un peuplement épi et un nombre de grains par unité de surface satisfaisant.

Les **études économiques** sur la filière des céréales se sont intéressées d'abord à la caractérisation des projets d'agrégation des céréales initiés à l'échelle nationale. L'analyse a permis de déterminer des contraintes et limites de ces modèles d'agrégation.

Le coût / bénéfice de la reconversion vers le système de l'agriculture de conservation est la question primordiale que se posent les agriculteurs curieux de connaître ce système. L'analyse de cette question a montré que les deux modes, conventionnels et semis direct, sont financièrement rentables, avec une supériorité du semis direct si l'on considère le contexte des changements climatiques. L'analyse des contraintes a montré que le principal frein à l'adoption de l'Agriculture de conservation est lié au prix élevé et à la non disponibilité du semoir zéro labour sur le marché de location du matériel agricole. Son adoption permet de réduire le coût de production de 17% et d'augmenter les bénéfices de 12%. Un dirham investi dans cette technologie rapporte 4,4 DH. La reconversion des prestataires de services au Semis Direct montre que l'investissement dans le semoir marocain serait rentable avec un coût de revient estimé à 138 DH/ha et un prix de location raisonnable pour les agriculteurs, équivalent à 210 dh/ha. Des mesures de soutien pour encourager ce système ont été identifiées pour pallier cette situation.

Un paquet technologique INRA spécifique aux céréales incluant en particulier l'irrigation de complément déficitaire a été évalué économiquement chez les agriculteurs. Le résultat de ce paquet a donné plus de 34% de bénéfice net par rapport aux pratiques de l'agriculteur, une économie de 1172 m^3 d'eau par hectare et une productivité économique de l'eau qui a passé de 3,92 DH/m^3 à 9,50Dh/m^3, soit une augmentation de 142%.

Pour le périmètre de Tadla, l'indicateur «productivité économique» de l'eau d'irrigation augmente de plus de 50% chez les multiplicateurs de semences et 170% chez les autres agriculteurs, avec une économie du volume d'eau respectivement de 556 m^3 et 712 m3 par Ha.

Les activités de **recherche-développement** ont concerné toutes les régions céréalières au Maroc. Ces activités ont concerné particulièrement la démonstration de l'IPM, la démonstration de l'irrigation déficitaire la promotion du semis direct et l'installation de plateformes de démonstration pour les variétés de céréales.

Légumineuses alimentaires

Le Maroc a été pays exportateur des légumineuses alimentaires durant les années 70 di siècle passé. Actuellement, notre pays compte sur l'importation pour réponde à ses besoins. Ce constat peut s'expliquer, parmi d'autres facteurs, par la réduction en superficies depuis cette période d'environ 30%. Ce secteur est marqué par une faible productivité engendrée par plusieurs facteurs, notamment le faible potentiel de rendement des variétés cultivées et leur sensibilité aux stress biotiques, la faible diffusion des technologies et leurs adoption, la déficience du secteur semencier de cette filière, la faible rentabilité due au recours excessif à la main d'œuvre pour le désherbage et la récolte.

La sécheresse est l'une des contraintes majeures limitant la production de la **lentille** au Maroc. A ce propos, des recherches ont permis de déterminer 18 QTLs contrôlant 14 caractéristiques des racines et de vigueur végétative associés à la tolérance à la sécheresse. Ces résultats seront utilisés pour des travaux de sélection assistée par marqueurs pour le développement de variétés possédant des systèmes racinaires supérieurs, susceptibles de produire plus en situation de déficit hydrique (Figure 23 et 24). Par ailleurs, la caractérisation moléculaire des populations locales de la lentille a révélé une importante diversité génétique.

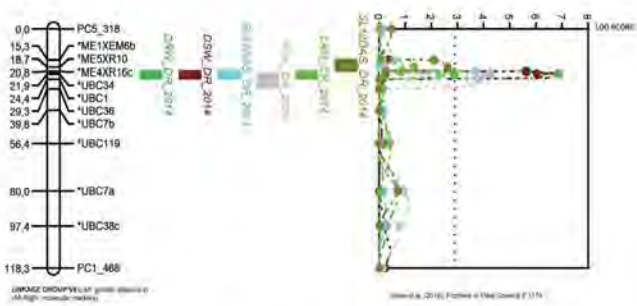


Figure 23 : Identification d'une région génomique contenant plusieurs QTLs contrôlant des caractères racinaires associés à la tolérance à la sécheresse chez la lentille.
DRW_DR : biomasse racinaire sèche ; RSA_DR : surface racinaire ; LRN_DR : nombre des racines latérales ; DSW_DR : biomasse aérienne sèche ; SL12DAS_DR et SL22DAS_DR : Hauteur des plantules à 12 et 22 jours après semis.

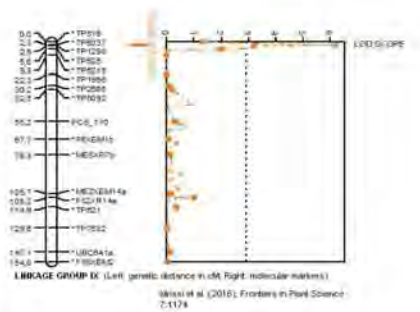


Figure 24 : Localisation chromosomique du QTL contrôlant le ratio biomasse racinaire/biomasse aérienne associé à la tolérance à la sécheresse chez la lentille.
RS ratio-DR : le ratio biomasse racinaire/ biomasse aérienne.

Une nouvelle lignée du le **pois chiche** a été présentée au catalogue officiel et une deuxième lignée a été acceptée pour l'enregistrement. Cette nouvelle variété nommée Bouchra, adaptée aux zones semi-arides, possède la résistance à l'anthracnose.

Pour la fève et la féverole, les activités de collecte, de sélection a permis la sélection d'une soixantaine de lignées, parmi lesquelles, sept lignées de l'essai élite fève et neuf lignées de l'essai élite féverole ont été retenues sur la base de leur

performance agronomique. En 2016, Deux lignées prometteuses ont été multipliées et purifiées et proposées pour inscription au catalogue officiel. Une population synthétique est en cours de production.

Les recherches en génétique pour la **protection** des légumineuses ont permis l'établissement d'une collection de sources de résistance de pois chiche sous des conditions sévères de maladie, stables et adaptés à différents environnements ainsi que la sélection de matériel génétique résistant à la mineuse.

Également, les recherches ont pu identifier les principaux **insectes et maladies** cryptogamiques sur fève et féverole pour servir comme données de base pour le développement de stratégies de lutte. Dans ce sens, une mycothèque des principaux pathogènes de pois chiche et de fève a été établie.

Aux côtés des travaux qui visent la maîtrise du **désherbage** chimique de prélevée et contrôle de l'orobanche sur pois chiche et lentille par le glyphosate, d'autres travaux ont intéressé l'évaluation de la diversité génétique de l'Orobanche crenata par des marqueurs moléculaires (SRAP) pour pousser vers le contrôle génétique de ce fléau. Les résultats ont montré une grande variabilité génétique intra et inter-régions à tenir en compte lors des tests de screening (Figure 25).

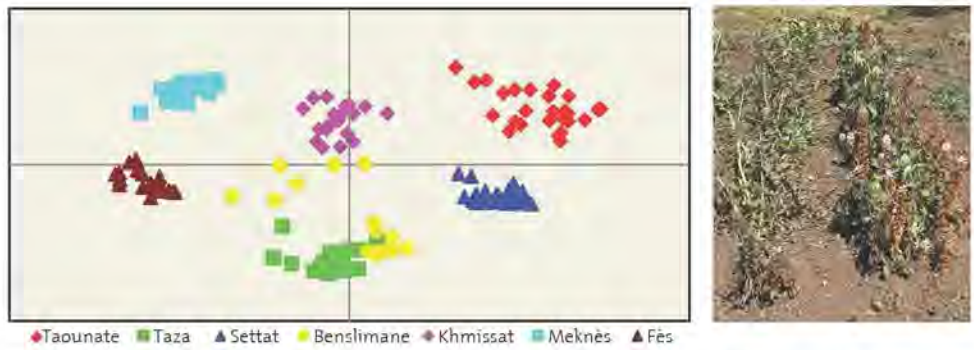


Figure 25 : Variabilité génétique intra et inter-régions de l'orobanche

Pour l'optimisation de la production des terres en conditions semi-arides, la culture de l'olivier en association avec les légumineuses a montré que ces dernières restent les moins compétitives vis-à-vis de l'olivier et les moins influencées par la strate arborée comparativement aux céréales. Parmi les légumineuses, la fève a montré une supériorité d'adaptation à ce mode par rapport au pois chiche.

L'**analyse de la chaîne de valeur** des légumineuses alimentaires au niveau national a montré une quasi-absence de stratégies ou de politiques publiques spécifiques à la filière. Une situation qui est liée à la fragmentation de la chaîne diminuant la visibilité pour les industriels, les commerçants et les producteurs. Au niveau de l'exploitation, la part des légumineuses dans le revenu est en

moyenne de 23%, et ce malgré une très faible utilisation des intrants et l'exigence élevée de la culture en main d'œuvre. Les opérations « semis et récolte » par exemple représentent plus de 60% des coûts de la culture.

La **recherche-développement** pour les légumineuses alimentaires a été particulièrement performante durant ce PRMT grâce à l'appui des projets de partenariat, et surtout le Projet IMILA (Voir encadré). Grâce à ce dernier, cinq plateformes d'innovation de la chaîne de valeur des légumineuses alimentaires ont été installées à Zaër, Tadla-Azilal, Meknès-Taounate, Abda-Doukkala et Chaouia. Ces plateformes ont permis, entre autres, la démonstration de différentes variétés de fève, pois chiche et lentille, la démonstration du train technique optimisé, la promotion du semis direct, l'encadrement des coopératives pour la valorisation des produits, etc.

Dans le cadre de l'**initiative marocco-indienne des légumineuses alimentaires**, l'Inde et le Maroc ont mis en commun efforts et expertises pour stimuler la production des légumineuses dans leurs pays respectifs. Cette démarche commune a pour objectifs de : contribuer à l'amélioration de la sécurité alimentaire et des apports nutritifs, préserver et améliorer la santé des sols assurer la croissance durable du revenu des petits agriculteurs, augmenter les possibilités d'emplois, et favoriser l'organisation des agriculteurs et leur autonomie. Parmi les effets de l'initiative ayant marqué le PRMT 2013-2016 :

- L'augmentation des superficies cultivées ;
- L'adoption de nouvelles technologies par les agriculteurs ;
- L'adoption du modèle des plates-formes d'innovation pour l'interaction entre la recherche et l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur.

Oléagineux Annuels

Les cultures oléagineuses ont connu durant des années un essor important. Les superficies cultivées ont atteint plus que 200 000 ha pendant les années 90. Mais suite à la libéralisation de la filière, les emblavements ont chuté, avant de se stabiliser aux environs de 40 000 ha. Hormis les considérations d'organisation, la principale contrainte de la filière est la productivité nettement en deçà du potentiel et qui est due à l'utilisation d'un matériel végétal non certifié, en plus d'une faible maîtrise de l'itinéraire technique. En dépit de ces contraintes, la filière dispose d'atouts importants pour son développement.

Deux nouvelles variétés de colza 'Adila' et 'Lila' ayant des caractéristiques de rendement et de teneur en huile très intéressantes ont été enregistrées au Catalogue officiel en 2015 et trois autres sont en cours d'inscription. En outre, une population plus résistante à la déhiscence des siliques issue du croisement

interspécifique entre colza x Moutarde éthiopienne, aux côtés de mutants prometteurs sont en cours de sélection. Pour le **carthame**, deux nouvelles lignées sélectionnées pour leur performance agronomique ont été multipliées et une bonne quantité de semences a été obtenue. Ces lignées seront présentées pour inscription au Catalogue officiel. Concernant le programme de sélection de **tournesol** adapté aux semis précoces, des avancées ont été réalisées par la sélection de génotypes intéressants de point de vue agronomique, physiologique et technologique.

Les recherches sur les besoins de colza en **fertilisants** ont abouti à l'établissement d'un plan de fertilisation. Les besoins se sont avérés élevés en potassium, modérés en azote et faibles en phosphore.

Olivier

L'oléiculture est un secteur important pour le Maroc. Cet arbre couvre actuellement un million d'ha et produit 1,4 million T. Le secteur oléicole marocain intéresse plus de 400 mille exploitations agricoles. Il constitue ainsi une source principale de revenu pour une large frange d'agriculteurs, estimée à environ 2 millions. De même que ce secteur est pourvoyeur d'emplois et garantit l'approvisionnement d'unités industrielles et traditionnelles de trituration d'olives.

Les études sur les **ressources phytogénétiques** de la collection mondiale de l'olivier se sont poursuivies avec l'objectif de déterminer les paramètres morphologiques, chimiques et sensoriels pour les croisements et les aptitudes technologiques conséquentes (Figure 26). En outre, cinq nouvelles variétés ont enrichi le catalogue officiel, à savoir, Michkat, Agdal, Tassaout, Baraka et Dalia. Les trois dernières ont la meilleure tolérance au stress hydrique.

Figure 26 : Stade 51 de l'olivier, stade clé de la floraison, son observation précoce est corrélée avec une longue durée de floraison

Les recherches sur les profils génétiques de l'olivier ont montré que les croisements Menara X Haouzia montrent l'absence totale d'attaque par l'œil de Paon, maladie fongique qui cause beaucoup de dégâts aux oliveraies marocaines. Les maladies ont quelques fois une origine bactérienne. Les recherches ont permis la sélection et la caractérisation de neuf nouvelles souches bactériennes anta-

gonistes au *Verticillium dahliae* et la caractérisation de six espèces différentes du genre *Bacillus*.

Pour les recherches menées sur les **insectes**, on a pu révéler la corrélation inversement proportionnelle entre la teneur en polyphénols des feuilles de l'olivier et le taux d'infestation par le psylle (Figure 27). Une autre étude a permis la détermination de l'effet significatif du degré d'attaque des ravageurs sur la réduction de la croissance des rameaux dégagés.

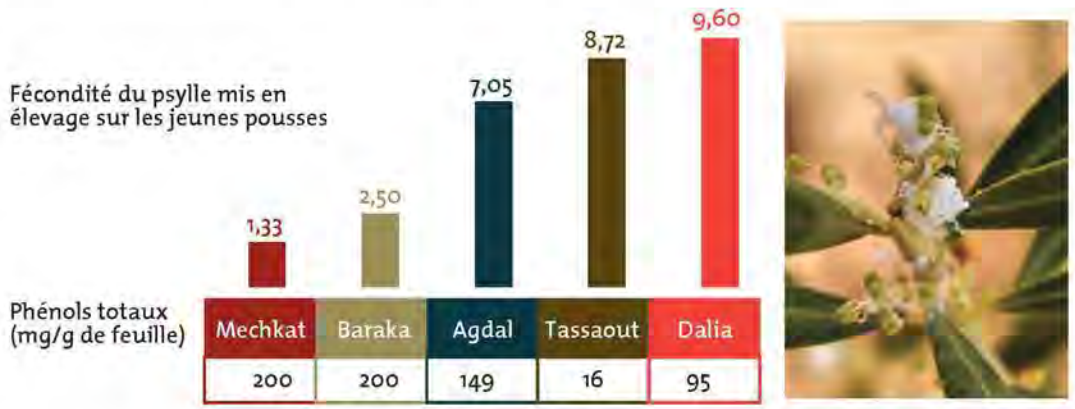


Figure 27 : Relation entre la teneur en polyphénols des feuilles de l'olivier et le taux d'infestation par le psylle

Pour lutter contre l'**adventice** des oliveraies 'Souchet rond', un programme de lutte chimique par le Glyphosate en association à la lutte culturale a été développé. Hormis ce programme, le labour a donné les meilleurs résultats de lutte alternative en comparaison avec d'autres méthodes culturales de lutte contre cette mauvaise herbe.

La rationalisation de l'**irrigation** de l'olivier est une nécessité dans le contexte de la raréfaction des ressources hydriques. Les essais se multiplient à l'INRA pour déterminer les régimes hydriques optimaux pour chaque type d'irrigation et les effets des restrictions sur les paramètres physiologiques de l'arbre et biochimiques des récoltes. La rationalisation concerne aussi la fertilisation. Dans ce sens, une étude s'est intéressée à déterminer le stade d'échantillonnage des feuilles pour raisonner la fertilisation.

La question de **valorisation** des margines reste posée avec acuité. L'une des solutions est son épandage. Une étude a pu déterminer la dose de 50 m^3/ha pour améliorer la fertilité des sols, notamment en terme de teneur en potassium et en matière organique.

La valorisation de cette filière passe inéluctablement par la caractérisation, l'amélioration et la valorisation de la qualité chimique et organoleptique des huiles d'olive issues des variétés locales, sélectionnées et introduites. Ce genre d'étude a été parfois mené sur des huiles d'olive stockée dans les unités de tritu-

ration afin de suivre la stabilité oxydative et la qualité de l'huile d'olive stockée dans des bidons en plastique, des fosses en carrelage et des cuves en inox.

L'analyse de la chaîne de valeur de la filière de l'huile d'olive dans la région de Marrakech –Safi a permis de déterminer le coût de production de l'huile d'olive, la marge bénéficiaire des différents acteurs, l'analyse de la compétitivité de la filière et la détermination des contraintes à l'agrégation des oléiculteurs.

En plus de la promotion de la qualité à travers le recours à la reconnaissance des produits par des signes distinctifs d'origine et de qualité, l'établissement d'un panel national de dégustation des huiles d'olives, les activités **recherche-développement** ont aussi concerné l'assistance technique des agriculteurs pour la valorisation des déchets de trituration de l'olivier et la vulgarisation des bonnes pratiques agricoles.

Palmier dattier

Le potentiel de production des palmiers dattiers au Maroc peut atteindre les 100 000 T en cas de bonne campagne. La productivité reste faible. Elle est de l'ordre de 20 Kg de dattes par palmier en moyenne. Cela est dû à la conduite traditionnelle qui prédomine dans la palmeraie. La filière qui connaissait un grand essor a vu les superficies réduites de façon dramatique à cause de la maladie du bayoud. Cette menace pèse encore et provoque annuellement des ravages dans la palmeraie. En outre, la production souffre d'une insuffisance en terme de valorisation.

Les recherches réalisées sur l'optimisation des **techniques de multiplication** *in vitro* ont connu des avancées majeures et ont permis la maîtrise des interactions entre génotype et milieu de culture, en particulier, l'effet de la source de carbone et des combinaisons hormonales sur la croissance et la multiplication des bourgeons, l'effet de certains anti-oxydants, etc.

Une moyenne annuelle de 20.000 souches est produite dans les laboratoires de l'INRA, et concerne essentiellement les variétés Mejhoul (Figure 27), Boufeggous, Najda et certains nouveaux clones comme Al faida. Pour assurer l'authenticité de ces variétés dès leur jeune âge, des marqueurs spécifiques de type SSR ont été développés et utilisés sur des vitroplants issus des plantations des zones d'extension et de laboratoires de multiplication. Cette technologie est primordiale pour un éventuel processus de certification (Figure 28).

L'étude sur la maturation des dattes a permis d'identifier les cultivars ayant des potentialités de production de dattes en zone nord-atlasique, et qui sont : Ahardane, Aguellid, les clones JK609, JH 17, JH18, JH19 et JH 20. Les variétés de qualité : Boufeggous et Mejhoul, ont aussi atteint leur pleine maturité dans les conditions du Haouz.

Des variétés résistantes au **bayoud** et de bonne qualité dattière ont été sélectionnés et multipliés par culture *in vitro* (Najda, Mabrouk, Ayour, Hiba, Tanourte, Tafoukte, Al-Baraka, Khair, Al-Fayda, Bourrihane, Al-Amal, Nebch Bouskri, Nebch Bouffegous, Sedrat, Darâaouia). Une technique de désinfestation du sol par combinaison de solarisation et de fumigation a été

Figure 27 :Évolution de la production de la variété Majhoul

Figure 28 : Détermination de 4743 Marqueurs de type SNP permettant la discrimination entre les principales variétés

développée pour protéger les zones d'extension de la culture du palmier dattier contre le bayoud, en cas d'introduction de la maladie dans les aires d'investissements dans le cadre du Pilier I du PMV. Par ailleurs, le programme de sélection de génotypes de palmier dattier tolérants/résistants au bayoud se poursuit tout en élaborant une technique de lutte chimique curative et une approche de lutte biologique contre le bayoud.

L'**eau** est une ressource rare dans les oasis. L'étude sur les besoins en eau du palmier dattier a montré que la variété Najda a besoin de 2 m³/pied la première année. Ces besoins atteindront les 38 m³/pied à la huitième année (Figure 29). Des essais sur les besoins annuels des palmiers en pleine production ont montré que la variété Mejhoul nécessite 52 m³/pied alors que pour la variété Sayerlayalat a besoin de 60 m³/pied. Ces valeurs sont de loin inférieures à ce qui est réellement pratiqué en irrigation par les phoeniciculteurs.

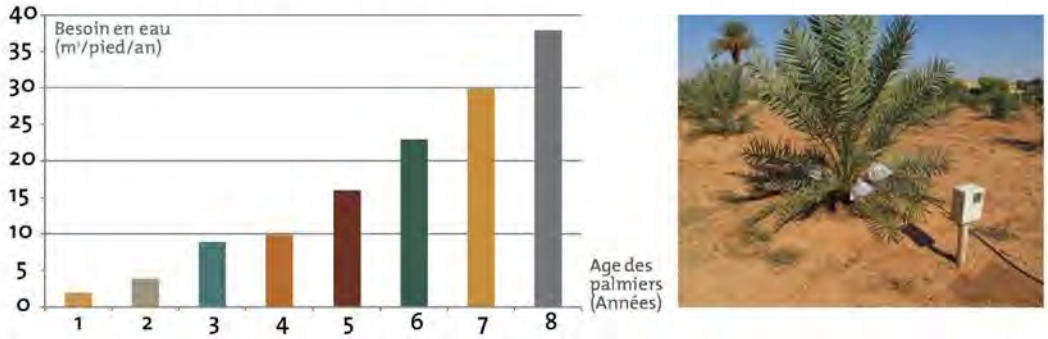


Figure 29 : Les Besoins en eau selon l'âge du palmier dattier Najda

Les recherches réalisées pour améliorer l'efficience des systèmes d'irrigation localisée ont montré la supériorité du système enterré qui a donné les meilleurs résultats aux côtés du système à goutteurs intégrés.

La **qualité** des dattes marocaines de différentes variétés suscite de nombreuses recherches. d'une part, par l'étude de la typicité et l'appréciation des qualités nutritionnelle, sensorielle, commerciale et technologique des dattes marocaines, et d'autre part, par l'étude de la transformation et la conservation des dattes. Pour réaliser le premier objectif, des recherches ont établi des isothermes de sorption pour estimer le taux de sucre et l'aptitude à la conservation. D'autres études ont abouti à l'établissement du Jury des analyses sensorielles qui a pu classer les variétés selon la palatabilité des dattes dues en particulier à leur goût sucré, leurs notes aromatiques et leur calibre.

Les pâtes traditionnelles des dattes Tassabount et Toummit sont une voie de valorisation des dattes Bouittob et Bousthammi noire dans la vallée de Tata. L'amélioration de la conservation et de la qualité de ces pâtes a été initiée à travers l'amélioration du procédé de préparation et de fabrication. L'adoption de ce procédé amélioré par les unités de valorisation des dattes permettrait de produire une pâte à multiples débouchés.

Les domaines expérimentaux qui existent au niveau des palmeraies de Drâa et Tafilalet sont des **vitrines** permanentes pour les phoeneciculteurs afin d'apprendre et d'échanger avec les chercheurs sur les diverses questions qui concernent la production du palmier dattier. En outre, les phoeneciculteurs ont été assistés pour le développement de Signes Distinctifs d'Origine et de Qualité comme Indication géographique "Dattes Jihel de Draa", le label Agricole "Dattes Najda" et l'IGP "Dattes Outoukdim de Toudgha Tinghir". Des coopératives féminines ont été également assistées pour la valorisation des dattes en produits transformés (Pâtes, confitures, etc.).

Agrumes

Le secteur des agrumes joue un rôle socio-économique très important dans l'économie marocaine avec une superficie estimée à 125.000 ha et une production de l'ordre de 2.3 millions de tonnes. Ce secteur procure une source de devise importante pour le Maroc, environ 3 milliards de dirhams par année et génère également un impact considérable sur l'emploi à travers la création de près de 21 millions de journées de travail par année, dont 12 millions au niveau des vergers et 9 millions au niveau du conditionnement et de la transformation. Le rendement moyen réalisé au niveau des vergers reste cependant faible (15.5 t/ha) en comparaison avec d'autres pays producteurs où les rendements moyens peuvent atteindre 26 t/ha. Des contraintes à différents niveaux sont à l'origine de cette faible productivité, et l'apparition de problèmes divers liés aux marchés d'export.

Les travaux de sélection sur les agrumes se sont traduits par la soumission de trois nouvelles variétés au catalogue officiel (Figure 30), l'assainissement par micro-greffage d'apex et certification de ces trois variétés pour la diffusion de greffons certifiés.

Mandarine AYA | Mandarine HANA | Mandarine Al Hamra (Inscrite en 2013)

Figure 30 : Les trois nouvelles obtentions du PRMT 2013-2016

Par ailleurs, plusieurs nouveaux porte-greffes ont été sélectionnés, sur la base de leur résistance à la Tristeza, leur grande productivité, meilleure précocité de mise à fruits et l'amélioration de la qualité des fruits de la clémentine Sidi Aïssa.

Au Maroc, les agrumes sont généralement cultivées dans des régions où les sols sont caractérisés par une combinaison de contraintes abiotiques, à savoir la salinité, le stress hydrique et l'alcalinité. La recherche de portes greffes tolérants à ces types de stress ont permis le classement des porte-greffes par ordre de tolérance et la sélection de nouveaux porte-greffes hybrides issus des croisements de variétés résistantes à la salinité.

Par ailleurs, on note la mise au point avec succès des conditions de la callogenèse et l'obtention de nouveaux porte-greffes d'agrumes par variation somaclonale (Figure 31).

Figure 31 : Cals de porte-greffes d'agrumes

La cératite est un ravageur de quarantaine qui incite toute l'attention de la recherche à l'INRA. Les travaux sur cet insecte ont abouti à l'identification des paramètres les plus importants qui déterminent la résistance du fruit d'agrume à ses piqûres, la détermination de l'importance de la méthode de piégeage en masse basée sur les phéromones dans le raisonnement de la lutte intégrée contre cet insecte et la maîtrise de son élevage à petite échelle (Figure 32) dans la perspective de lutte à travers la technique de l'insecte stérile.

Figure 32 : Élevage artificiel de la cératite (Pupes de la génération du laboratoire)

Les ravages des **escargots** sont aussi très importants. On a pu identifier les principales espèces émergeantes et déterminer quelques paramètres qui vont de la biologie à la nuisibilité pour aboutir à un paquet technologique de lutte intégrée, valable pour les vergers aux bonnes pratiques agricoles.

La l**utte biologique** suscite aussi un grand intérêt pour la protection des vergers d'agrumes. L'effet insecticide de extraits liquides des fruits du Mandragore, des racines du Mélia, des fruits du piment fort et des feuilles de Laurier rose a été très positif. On a aussi pu sélectionner un biococcide efficace pour la lutte contre les cochenilles en plus de trois substances allélochimiques pour inhiber la germination et la régénération du chiendent, du *Cyperus* et de la morelle dans les vergers d'agrumes. Des adventices comme *Cynodon dactylon* et *Chenopodium album* ont été identifiées comme plantes réservoirs de la faune utile.

Le **phytophtora** est l'une des maladies les plus graves puisqu'il n'existe pas de méthode de lutte curative et une grande partie des vergers marocains sont greffés sur le bigaradier, porte greffe sensible à ce pathogène. Les études sur cette maladie ont concerné l'introduction et l'évaluation de nouveaux porte-greffes vis-à-vis de leur résistance aux phytophthora et la détermination de la technique de surveillance de l'apparition des souches résistantes dans les stations de conditionnement.

En ce qui concerne les **viroses**, des méthodes avancées de diagnostic pour leur détection ont été mises au point, plusieurs d'entre elles ont été caractérisées par SSCP, RFLP et séquençage génomique après une évaluation de leur incidence et distribution dans les principales régions agrumicoles du pays. Les méthodes moléculaires ont été développées aussi pour les maladies bactériennes, en particulier pour la détection moléculaire du *Spiroplasma citris*, agent causal de la maladie du stubborn des agrumes.

La **fertilisation** des agrumes a été largement traitée lors de ce PRMT. Différentes doses en éléments N-P-K ont été testées sur la croissance en hauteur des arbres, le volume de la frondaison, la croissance végétative des rameaux, l'état nutritionnel des feuilles, le calibre final des fruits Nules rendement en fruits en différents

stades et pour différentes variétés greffées sur différents portes greffes. Ces études ont permis d'améliorer la production et la qualité des fruits d'agrumes. L'ensemble de ces résultats sera rapporté ultérieurement dans un document de synthèse.

L'**analyse de la chaîne de valeur** des agrumes au niveau de la région du Gharb a permis de dresser une cartographie des acteurs, des circuits de distribution et de mettre en évidence l'inadaptation des infrastructures de commercialisation au niveau des marchés de gros qui pénalisent le produit et partant sa compétitivité. Les principales contraintes du secteur des agrumes dans le Gharb qui sont d'ordre technique, économique et social ont été dégagées. Du côté technique, la majorité des agrumiculteurs produisent en dessous de la frontière de production permise par le niveau technologique actuel et les ressources mobilisées. L'inefficience technique des producteurs selon l'étude génère une perte moyenne d'environ 4500 DH/ha.

D'autres études économiques se sont intéressées à l'estimation du coût de production des oranges au niveau de la région du Gharb, l'évaluation du coût de production d'un greffon certifié, et l'élaboration de fiches technico-économiques pour l'installation de nouvelles plantations.

L'effort de la création variétale est soutenu par un effort de **diffusion** de ces variétés et du train technique qui leur correspond auprès des agrumiculteurs. A cet égard, une plateforme moderne pour la diffusion des acquis de l'INRA a été installée au niveau du Domaine Expérimental d'El Menzeh (Figure 33). Elle contribuera, au côté d'autres sites de démonstration à travers les différentes régions agrumicoles, à la diffusion des techniques de production, particulièrement celles qui concernent la promotion des associations variétés/portes greffes performantes.

Figure 33 : Plateforme de démonstration au niveau du domaine expérimental El Menzeh

Arboriculture Fruitière

La filière des arbres fruitiers contribue dans l'économie du pays à travers la valeur commerciale de la production et les emplois générés tant au niveau des vergers qu'au niveau des unités agro-industrielles. C'est une filière qui produit plus de 880 mille T sur une superficie de plus de 260 mille hectares composés de 84% de rosacées à noyau. En culture, les arbres fruitiers sont confrontés à des contraintes liées au climat et à la pression de certains bio-agresseurs affectant le rendement et la qualité des récoltes.

La **sélection** pour la tardiveté de floraison et pour l'auto-compatibilité chez l'**amandier** est un objectif majeur du programme d'amélioration génétique. Parmi un millier d'hybrides issus de croisement entre «Marcona» et «Ferragnès» avec le géniteur d'auto-compatibilité «Tuono», 42 hybrides F1 issus de ces deux familles ont été présélectionnés au sein de ces populations en ségrégation. Leur évaluation en conditions pluviales pendant cinq années a permis la sélection de deux hybrides : L1A16 et L8A10, recombinant les caractères de tardiveté de floraison et d'auto-fertilité qui seront présenté au Catalogue officiel.

L'étude de la diversité génétique du **figuier** a permis la caractérisation génétique de l'ensemble des génotypes appartenant à quatre principales variétés cultivées au Nord du Maroc. Trois clones (Naboute, El Qouti et Massari) sont très distincts génétiquement. Le profil variétal de Naboute et Ghoudane est très diversifié. Cependant, Les variétés El Qouti et Massari sont en grande partie stables et authentiques.

La technique de greffage est très importante pour la multiplication du **caroubier**. Le taux de réussite du greffage en fente des caroubiers en sachet, dans les conditions de pépinière, est important (plus de 60%) quand les conditions d'humidité relative et de température sont optimales. Le greffage en écusson (plus facile à réaliser) de porte-greffe mis en terre à partir de sa deuxième année assure un taux de réussite important quand il est appliqué au printemps et en été si les plants sont irrigués. Le sur-greffage en plaque sur des arbres adultes, pratiqué entre le mois d'Avril et Juin, même en conditions pluviales, permet un taux de réussite pouvant atteindre 100%.

Le **carpocapse** est un ravageur redoutable sur les vergers des arbres fruitiers. Les recherches ont pu établir sa dynamique dans la région d'Azrou, principale région de production du pommier. Cette étude a monté une possibilité de développement de plus de quatre générations. Dans cette même région, on a repéré de la résistance du carpocapse aux insecticides ce qui a mené à étudier le mécanisme de cette résistance (Figure 34 et 35).

En ce qui concerne les **pucerons** *Myzus persicae*, l'effet combiné du déficit hydrique et azoté a diminué l'infestation de ces populations sur les arbres fruitiers. Le déficit hydrique est aussi une technique d'optimisation de l'utilisation des eaux d'irrigation. Elle a été testée sur plusieurs espèces pendant les

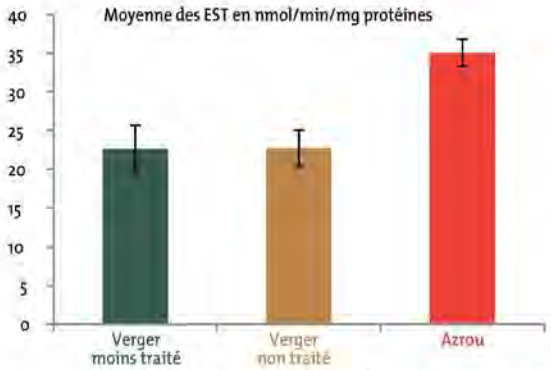


Figure 34 : Comparaison du taux des estérases entre le verger d'Azrou et deux vergers de régions différentes (l'un non traité et l'autre moins traité).

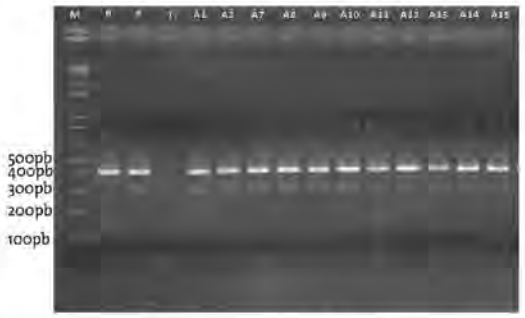


Figure 35 : Révélation sur gel d'agarose des populations. Ce gel montre la présence d'un individu possédant le gène de résistance (Kdr) d'Azrou. Marqueur de taille (M), Témoin négatif (T-).

périodes de ralentissement de la croissance du fruit. Pour le pommier par exemple, elle a amélioré la qualité du fruit, pour un rendement inchangé. En moyenne, le déficit hydrique a augmenté le taux de sucre de 11%. La mycorhization augmente l'interface racines de l'arbre- solution du sol. Une étude de l'effet de la mycorhization en situation de déficit hydrique sur le taux de fructification des arbres essaie d'optimiser le régime de restriction pour une bonne récolte de point de vue qualitatif et quantitatif.

En terme d'**assistance aux agriculteurs** pour valoriser les productions de figues, un séchoir solaire à convection naturelle a été conçu pour étudier l'aptitude des figues de la région d'Errachidia au séchage et apprécier la qualité du produit fini. Le séchoir à conversion naturelle a montré sa grande performance, par rapport au procédé traditionnel de séchage, en diminuant la durée moyenne de séchage à quatre jours au lieu de 10 jours pour le séchage traditionnel.

Arganier

L'arganier constitue une importante essence forestière au Maroc. Ses 20 millions d'arbres sont étendus sur une superficie évaluée à 830 mille ha au Sud-Ouest du Maroc. L'arganeraie joue, en plus de son rôle de barrière contre le désert, un rôle socio-économique majeur. Elle procure annuellement environ 800 mille journées de travail et elle assure au quotidien la subsistance de 3 millions de personnes. Aujourd'hui, la pérennité de cet écosystème est menacée, et la superficie de l'arganeraie diminue d'environ 600 ha par an. Afin d'inverser cette tendance, la préservation de cette ressource passe inéluctablement par la régénération et le développement de l'arganiculture.

Le programme de recherche sur l'arganier vise la domestication de l'espèce pour en créer des vergers d'arganiculture. L'analyse de l'adaptation de quelques génotypes sélectionnés, basée sur l'étude du comportement et la caractérisation au cours du cycle de développement dans divers environnements, a montré une bonne adaptation avec une croissance régulière des génotypes dans les différents sites d'observation.

Au préalable de cette recherche, une collecte a pu rassembler 600 accessions d'arganier et une base de données morphologique a été établie. Cette base de données a été étendue à l'huile et d'autres produits de l'arganier. Des marqueurs moléculaires spécifiques, premiers et uniques dans le monde, ont été développés et un génotypage et identification de pools génétiques spécifiques ont été réalisés.

L'enracinement, considéré comme étape critique pour la multiplication en masse chez l'arganier, a été réussie après le test de plusieurs paramètres sur des vitroplants. Le traitement efficace a donné 45% d'enracinement et a permis le développement d'un nombre intéressant de racines vigoureuses.

La régénération *in vitro* de l'arganier par l'embryogénèse somatique a donné des résultats probants. En effet, une nette amélioration du taux d'induction des cals embryogènes et de la formation des embryons globulaires a été assurée.

La figure 36 montre ces méthodes et d'autres méthodes de multiplication végétative des têtes de clones sélectionnés.

Figure 36 : Méthodes de multiplication végétative des têtes de clones sélectionnés développées à l'INRA

La domestication de l'arganier engendrera la modification des modes de production basés sur l'irrigation, la fertilisation et autres techniques modernes. Certains maladies et ravageurs peuvent apparaître avec le temps ce qui nécessiterai un suivi de l'état sanitaire des vergers d'arganier. Une plate forme de suivi de tous ces paramètres a été installée à ce propos et quelques résultats commencent à être confirmés.

Par ailleurs, des études conduites sur l'arganeraie ont pu déterminer le faible niveau de fertilité des sols et identifier les espèces de lichens et la biodiversité entomofaune qui y vive.

Cactus

Le cactus connaît actuellement un regain d'intérêt dans plusieurs pays en raison de ses rôles écologique et socio-économique. Il a fait l'objet, ces dernières années de plusieurs actions pour son développement à travers la mise en place de nouvelles plantations. Les rendements de la culture de figues de barbarie au Maroc varient de 8 à 25 t/ha selon les précipitations et sa rentabilité reste encore faible par rapport à d'autres pays comme l'Italie et le Mexique. En plus, la production est concentrée dans la période de juillet à décembre accusant des pertes annuelles sur l'arbre pouvant aller jusqu'à 40% de la production. Aussi, l'insuffisance de centres de collecte de la production des figues et d'unités de valorisation constituent également tant de facteurs qui contribuent à la faible rentabilité de la filière.

Le programme d'amélioration du cactus a pour objectif d'évaluer les génotypes de différentes origines géographiques, d'étudier la variabilité génétique et environnementale d'un matériel ségrégant et de sélectionner les clones performants. Les résultats obtenus ont révélé l'existence d'une très grande variabilité entre les écotypes et les croisements. Cette variabilité concerne principalement la production, le calibre des fruits, la couleur de la pulpe et de la chair et le stade de maturité. La différence entre les clones précoces et tardifs est de trois semaines (Figure 37).

Figure 37 : Variabilité phénotypique entre les clones de cactus

Les écotypes marocains de figuier de barbarie ont été étudiés pour connaître leurs qualités nutritionnelle, organoleptique et technologique à maturité. L'analyse physicochimique de l'huile végétale des graines a montré des teneurs élevées en α-pheophytine par rapport aux teneurs en chlorophylle pour l'ensemble des huiles, une différence de couleurs et des paramètres d'altération, mais globalement une forte aptitude à la conservation.

L'année 2016 a connu l'apparition d'un **ravageur** redoutable qui menace le patrimoine national de cactus. Il s'agit de la cochenille *Dactilopius opuntiae* (Figure 38). L'INRA a entamé un programme de recherche ambitieux qui couvre tous les aspects relatifs au contrôle génétique, chimique et de lutte biologique contre ce ravageur.

Figure 38 : Identification de la cochenille du cactus
(a) face ventrale (b) Le conduit tubulaire (c) Dégâts occasionnés

Plusieurs **études agronomiques** sur le cactus ont été menées dans différentes région productrice ou à potentiel. Les meilleurs variétés en terme de production ont été identifiées avec des techniques de plantation adaptées, de régénération des plants par utilisation de fragments de cladodes, et des densité à même de donner la meilleure biomasse de cladodes qui est de 40x40 cm. Des essais sur la fertilisation à Souss Massa ont également montré que le cactus répond de manière générale à la fertilisation en azote, phosphore, potassium et magnésium avec un effet positif sur la croissance, le développement et la qualité des fruits.

Le **transfert des technologies** développées par l'INRA ou ailleurs a été intense dans les zones à vocation cactus comme les provinces de Rhamna ou Sidi Ifni. Les activités de recherche-développement ont été axées sur la démonstration des techniques de production comme l'éclaircissage des fruits, l'induction de la floraison automnale par une source d'azote, les méthodes de récolte, la technique de Scozolatura. Cette dernière technique qui consiste en la suppression des bourgeons floraux et les jeunes cladodes apparus au printemps, permet de décaler la maturité des fruits de deux mois avec une amélioration du calibre des fruits de plus de 40 %. En plus de la diffusion de ces techniques, les agriculteurs ont pu se renseigner sur les techniques de transformation des produits du cactus pour l'alimentation humaine ou en aliment de bétail.

Filières maraîchage et petits fruits rouges

La filière des cultures maraîchères constitue une composante importante de l'économie agricole nationale. L'essentiel de ces cultures est formée par la tomate indéterminée, la tomate déterminée, la pomme de terre, l'artichaut, le haricot vert, le poivron, la courgette, la fraise, le melon, la pastèque et bien d'autres espèces. Les superficies emblavées des cultures maraîchères sont de l'ordre de 260 mille ha pour une production de 7 million de tonnes dont 750 mille tonnes exportés rapportant ainsi une valeur totale de 3,5 milliards de dirhams annuellement. Les régions du Sous Massa, les zones côtières, le Gharb et les zones où l'irrigation est possible constituent les sites essentiels de production légumière. La région du Sous Massa est considérée comme le terroir de production des primeurs par excellence en raison de son climat à faible amplitude thermique, favorable à une large gamme de cultures. La culture de la fraise a connu une évolution croissante notamment dans la région du Loukkos et du Gharb, avec une superficie de 3140 ha et une production annuelle qui avoisine les 100.000 tonnes (soit 90% de la production nationale). Les autres baies rouges (Framboise, mûre et myrtille) sont actuellement parmi les spéculations fruitières les plus rentables et sont perçues comme un nouveau créneau prometteur pour les agriculteurs et les exportateurs marocains.

La **micropropagation** des variétés de fraise Fortuna et Fragaria a été réalisée avec succès sur le milieu Murachig&Skoog (MS). Les différentes phases de multiplication, d'enracinement et d'acclimatation ont été mises au point et la germination des graines de la fraise *in vivo* et *in vitro* a été réalisée avec succès.

Figure 39 : Micropropagation de la fraise

Après leur **caractérisation** agronomique et physiologique, sept variétés de fraise, dont Granada et Fronteras qui sont très productives, ont été comparées de point de vue physico-chimique. L'effet de la période de récolte sur la qualité physico-chimique a été démontrée. Sabrina et Marisol qui présentent une coloration rouge foncée, sont les plus sucrées et les moins acides. Par contre, elles ont une fermeté moins élevée, ce qui les rend vulnérables à la manipulation et moins aptes à la conservation. Amiga présente un taux de sucre soluble faible, une acidité assez élevée et une coloration moins foncée, mais présente une meilleure fermeté.

Des études sur les variétés de **myrtille** a montré que O'neal et Star sont bien adaptées, que la variété Ozarkblue est la plus précoce, et que Star présente de très bonnes caractéristiques nutritionnelles.

L'évaluation agro-morphologique du piment Fort d'Oued El Maleh a révélé une grande variabilité. Le piment fort d'Oued El Maleh renferme 43,5% de polymorphisme à l'échelle de son aire géographique de production. L'analyse chimique révèle une grande variabilité en composantes, avec une interaction entre Génotype et Environnement.

La culture de la fraise consomme beaucoup de **pesticide** et cela représente un risque élevé de contamination de l'environnement. C'est du moins le constat d'une étude qui s'est intéressée à évaluer la pression d'utilisation des pesticides sur la culture dans le Loukkos. Les résultats en sont indicateurs : La charge phytosanitaire reçue par la fraise est évaluée à 45 substances actives dont 58% sont classées dangereuses. La fréquence moyenne de traitement est de 30 par cycle.

Les recherches en **protection** de la culture de tomate sous serre ont concerné, entre autres, l'étude de la modélisation de la dynamique des ravageurs clés, la prospection et la caractérisation du virus PepMV qui suscite actuellement de grandes inquiétudes. Les principales espèces de Meloidogyne associées aux cultures maraîchères dans la région de Souss Massa ont été également caractérisées.

En lutte **biologique**, une recherche a mis au point le contrôle de la pourriture de l'oignon, et plusieurs biopesticides bactériens et végétaux pour le contrôle de *B. tabaci*, *T. absoluta* et *T. urticae* ont été développés.

Sachant que l'agriculture biologique se développe rapidement pour le secteur des fruits et légumes, l'INRA s'intéresse aussi à plusieurs aspects liés à ce mode de conduite, dont le compostage. Une des études sur cet aspect a permis la détermination de différents niveaux de rapport C/N sur la qualité du compost élaboré de différentes matières premières dont les déchets de tomate et du melon.

Dans la région de Souss Massa, le **Microclimat de la serre multi-chapelle** a été caractérisé et optimisé (Figure 40). Ce genre d'abri sera sans doute très répandu dans la région dans les années à venir vu les multiples avantages que les recherches ont dégagés en comparaison avec la serre canarienne (amélioration de la production de la tomate de 40%, diminution de la consommation en eau de 36%,. réduction des charges de fertilisants de 65%, amélioration de l'efficience de transmission de rayonnement actif de 30%., gain thermique en utilisant les galets de roche...).

Les recherches sur la culture hors sol continuent pour démontrer d'autres avantages liés à cette technique (Figure 41). En plus d'une économie d'eau de 35% et une optimisation de l'utilisation des fertilisants, les rendements exportables de tomate, melon, haricot vert, laitue, concombre ont été améliorés de 10 à 25% avec une amélioration significative de la qualité (fermeté, acidité, taux de matière sèche).

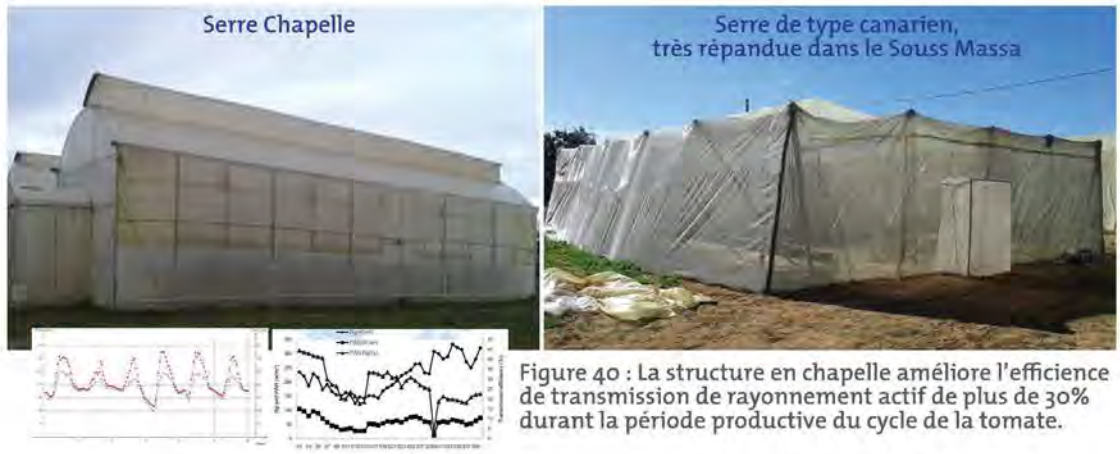


Figure 40 : La structure en chapelle améliore l'efficience de transmission de rayonnement actif de plus de 30% durant la période productive du cycle de la tomate.

Figure 41 : Substrat de culture hors sol

Pour les **fruits rouges**, l'essentiel des études agronomiques ont été menées dans la région de Loukkos, où ces cultures connaissent un grand succès. Une enquête chez les agriculteurs a montré que la fraise consomme beaucoup d'eau d'irrigation, mais les essais de l'INRA ont montré la possibilité de réduire cette quantité apportée à la moitié du volume sans affecter le rendement et la qualité du produit. Il s'avère en outre que l'apport excessif en eau affecte négativement la qualité de la fraise.

Une étude sur l'utilisation des enrobages bioactifs à base de gélatine et huiles essentielles a montré l'aptitude d'augmenter significativement la durée de vie utile de la fraise à 12 jours.

La production de la filière tomate dans les exploitations de la région Souss Massa est **rentable** et dispose d'un avantage comparatif aux prix de référence. Cette rentabilité se manifeste entre autre par la valorisation de l'eau à 42,29 Dh/m^3, alors que la moyenne est de 10 Dh/m^3 pour d'autres cultures comme la pomme de terre.

Le transfert de technologies dans le périmètre Loukkos a concerné la démonstration des nouvelles variétés de fraise et de pomme de terre ainsi que la conduite technique de la myrtille.

Safran

Le safran est l'épice la plus chère au monde. Elle est noble, rare et d'une grande valeur commerciale. Au Maroc, sa culture est pratiquée depuis bien longtemps et principalement dans les régions de Taliouine et de Taznakht avec une superficie de plus de mille ha. Le rendement annuel étant faible, soit 2 à 6 kg/ha) et la production a été en 2014 d'environs 4 T.

Après identification de certaines accessions prometteuses du safran, d'autres recherches se sont intéressées à l'optimisation de sa micropropagation. Les résultats ont montré la réussite de la désinfection des explants, l'optimisation de la procédure de préparation des cormes après avoir déterminé les bonnes conditions de stockage des cormes par incubation durant 4 mois et sous 4 températures différentes, l'optimisation du milieu de multiplication, et l'optimisation de la température d'incubation.

Les études génétiques ont montré que le safran marocain n'est pas monomorphe et présente une variabilité génétique intra-populations. Par ailleurs, des études agronomiques ont été conduites sur le safran dans les conditions de la région de Taliouine (Altitude 1665 m). L'effet de la densité de plantation sur le taux de multiplication et le diamètre des cormes produites a montré que la meilleure option est une densité de plantation initiale de 35 cormes/m² (Figure 42). D'autres comportements agro-physiologiques liés au mode de plantation, mais aussi aux différents régimes hydriques et de différentes fumures (Figure 43) ont été étudiés en relation avec le rendement et la qualité des stigmates.

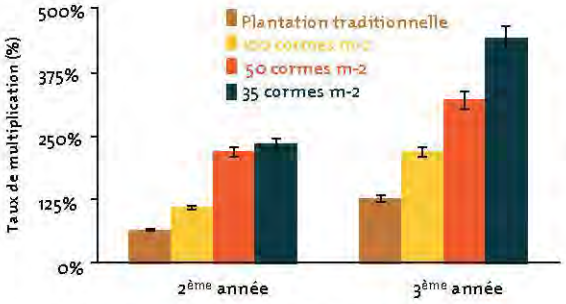


Figure 42 : Taux de multiplication des cormes par rapport à la densité initiale

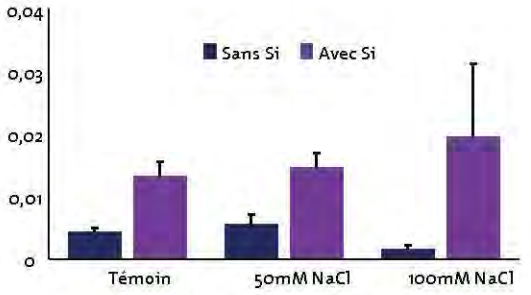


Figure 43 : La fertilisation silicatée a permis une augmentation nette de la biomasse aérienne et racinaire et du poids et du nombre des cormes même en conditions salines.

L'évaluation de l'état sanitaire des cormes et des sols des safranières de Taliouine et Taznakht a permis de détecter des pathogènes : *Rhizoctonia violacea* et *Fusarium oxysporum*, responsables respectivement des maladies du rhizoctone ou mort du safran et du flétrissement avec pourriture. Des méthodes de lutte appropriées sont en cours d'étude.

Le safran collecté de différentes régions de Taliouine a révélé que la qualité physico-chimique du safran ne dépend pas des éléments minéraux dans le sol. Néanmoins, le niveau bas de la fertilité des sols de Taliouine affecte négativement la composante calibre des cormes, ce qui rend l'amendement organique fortement recommandé.

La méthode du **séchage des stigmates** agit directement sur les taux de concentration des composés biochimiques déterminant de la qualité organoleptique. Le test de différentes méthodes de séchage amène à recommander le séchoir à ventilation à une température de 45°C pendant 40 min pour aboutir à une qualité optimale.

Les activités de **recherche développement** se sont intéressées à l'introduction du safran comme culture alternative, dans d'autres régions du Maroc, sur une cinquantaine de petites exploitations agricoles et chez certaines associations et coopératives à Tétouan, Errachidia, Ijoukak, Khemisset, etc. Ces actions ont été accompagnées par la formation et l'encadrement sur les techniques de production (Culture, récolte et séchage).

Plantes aromatiques et médicinales

Le Maroc dispose d'un important patrimoine en plantes aromatiques et médicinales. Ces plantes sont exploitées pour plusieurs fins dont la médecine traditionnelle et l'extraction des huiles essentielles. La chaîne de valeur des Pam est très complexe et fait intervenir plusieurs acteurs. Ceci se répercute sur la valorisation de ces plantes et sur l'état de la ressource elle-même. La ressource connaît une grande pression exercée par une collecte anarchique et agressive, mettant en péril plusieurs espèces comme l'origan, certaines camomilles et le pyrèthre.

Dans le cadre d'un travail de sauvegarde en vue de la domestication de plantes aromatiques et médicinales menacées, un vaste programme de recherche a été entrepris sur les origans du Maroc. L'analyse chimique des huiles essentielles et de la diversité génétique des populations naturelles d'origan a été réalisée sur 670 individus d'*O. compactum*, 260 individus d'*O. elongatum* et 60 individus d'*O. virens* collectées dans des régions géographiques différentes : Moyen Atlas, plateau central, rif occidental et central(Figures 44, 45, 46, 47). Il en résulte que l'espèce *Origanum* présente un polymorphisme chimique élevé, avec la prédominance des chémotypes à carvacrol et thymol. En outre, elle maintient un niveau de polymorphisme élevé qui résulterait de nombreux brassages génétiques entre individus de la même population.

Figure 44 : Cartographie chémotypique

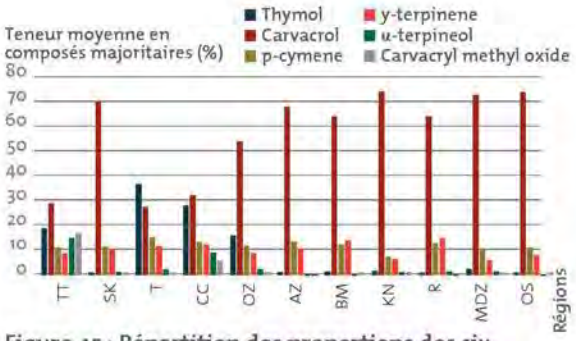


Figure 45 : Répartition des proportions des six composés majoritaires d'*Origanum compactum* entre onze régions prospectées

(TT) Tanger-Tétouan (SK) Sidi Kacem (T) Taounate (C) Chefchaouen (O) Ouazzane (A) Azrou (BM) Béni Mellal (K) Khénifra (R) Rommani (MDZ) Moulay Driss Zerhoun et (OS) Oulmès

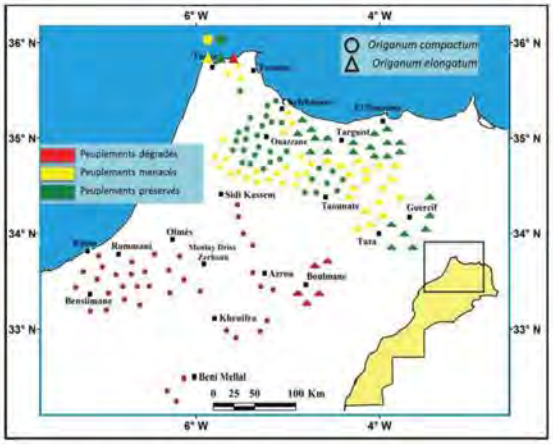


Figure 46 : État des peuplements d'*O. compactum* et d'*O. elongatum*

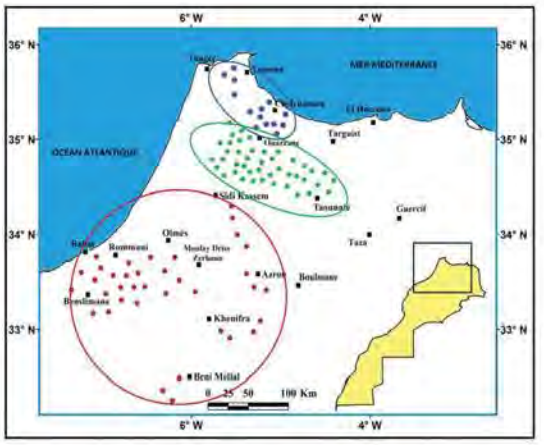


Figure 47 : Trois Pools génétiques d'*O. compactum* révélés par analyse moléculaire

Les résultats cytogénétiques ont révélé que tous les taxons d'origan du Maroc sont diploïdes avec un nombre chromosomique de 2n=30. Les tailles du génome des espèces étudiées sont considérées comme petites avec une variabilité interspécifique significative. Les résultats phylogénétiques montrent que les taxons marocains sont phylo-génétiquement proches et partageraient un ancêtre commun. Par ailleurs, il a été prouvé que *O. grosii*, *O. elongatum* et *O. x font-queri* sont trois taxons différents avec un nombre de mutations très important.

L'extraction des huiles essentielles par hydro-distillation, a montré que la majorité des clones de menthe locale sont à carvone (teneur variant de 54 à 73%) et ont des rendements en huile essentielle variant de 1.3 à 2.3%. Chez les espèces sauvages en revanche, ces taux sont relativement plus élevé et ont pu atteindre les 5%, notamment chez *M. gattefossei*, une endémique du Maroc.

En matière de domestication, la culture de l'origan a révélé sa large adaptation, bien que les conditions de montagne restent les plus favorables pour la production des huiles essentielles. Pour la culture du thym, les deux voies de multipli-

cation, par semence et boutures sont possibles. La germination des semences est réussie à 60% et le bouturage à 97%. Une grande stabilité chimique en culture a été remarquée avec un gain de 5,4% en carvacrol au niveau de l'huile essentielle produite. La camomille bleue (*Tanacetum annuum*) a aussi manifesté une stabilité chimique en culture avec un gain en molécule active : le Chamazulène.

Les activités de **recherche-développement** ont concerné essentiellement l'encadrement de certaines coopératives pour la culture et la valorisation de certaines PAM, dans différentes régions de production : Atlas et Rif.

Viandes Rouges

La filière des Viandes Rouges (VR) joue un rôle de première importance sur les plans économique, social et nutritionnel puisqu'elle assure 38% du chiffre d'affaire du secteur agricole, 60% de l'emploi dans l'agriculture et couvre 98% de la demande en viandes rouges dont la consommation au Maroc atteint 11,7 kg/pers./an. Le cheptel qui se chiffre à 25 millions de têtes pour les trois espèces de ruminants (bovins, ovins, caprins).

Les travaux de recherches en **génétique** ont abordé diverses thématiques. La caractérisation génomique à partir de l'ADN mitochondriale a été réalisée pour la première fois au Maroc sur des populations locales caprines et ovines. D'autres études ont permis la caractérisation sur le plan morpho-métrique, génétique et de la production des races caprines Beni Arous au Nord et la race Draa des oasis. Cette dernière présente des différences morpho-biométrique, génétique et de production avec les autres populations caprines locales de l'Atlas et du Nord.

Pour la nouvelle race synthétique INRA 180, qui est à présent reconnue race nationale, l'effort est concentré sur sa diffusion chez les éleveurs de l'ANOC. Cette nouvelle race productive et adaptée aux conditions de pâturage des zones agricoles favorables permettra d'améliorer la compétitivité de l'élevage ovin à travers la mise sur le marché de plus d'agneaux commercialisables par brebis.

Pour l'élevage bovin, une étude s'est intéressée à déterminer l'importance des élevages de bovins en croisement industriel dans la région de Chaouia-Ouardigha et à l'impact des différentes races de mâles de bovins à viande utilisées en croisement.

En matière de maitrise de la **reproduction**, la conservation de la semence reste un outil majeur de gestion et de développement des ressources génétiques. Des travaux sur les ovins ont montré que l'ajout d'huile de cactus et d'argan à des

faibles concentrations (1 et 2%) améliore la qualité de la semence conservée à 5°C pendant 72 h. Par ailleurs, la durée de conservation de la semence fraîche des béliers Boujaâd est allongée jusqu'à 48h pour une température de 5°C, et la température de 15°C reste adéquate pour une bonne conservation à 24h. La congélation de la semence du bélier Boujaâd a également montré que la motilité individuelle reste supérieure à 50%, et se situe entre 35 et 40% après une semaine de conservation. Pour le bélier de race Boujaâd, la saison a un effet significatif sur la qualité de la semence. Elle est maximale entre juin et juillet, et minimale entre octobre et janvier. Pour le bélier de race INRA180, ces caractéristiques ne varient pas durant l'année et la semence reste dans les normes satisfaisantes, après 24h de conservation. De point de vue anatomique, les résultats ont montré que le col de l'utérus représente un obstacle pour l'insémination artificielle chez la brebis Boujaâd comparée à la brebis D'man. D'un autre côté, le diagnostic précoce de la gestation chez les brebis dès 21 jours a permis de prédire la taille de la portée par dosage des protéines associées à la gestation.

Chez les caprins du Nord, deux dilueurs synthétiques ont étés développés pour la conservation à 4°C et 16°C de la semence jusqu'à 72h et 24h respectivement. L'étude sur le bouc a montré des paramètres testiculaires élevés en automne avec une meilleure conservation en été de la motilité et de la viabilité de la semence pendant les 24h.

En outre, le diagnostic précoce de la gestation et la prédiction de la taille de portée par le dosage des protéines associées à la gestation ont été maîtrisés. D'autres recherches ont pu mettre au point la technique de synchronisation et de stimulation des chaleurs en vue de l'insémination artificielle par l'utilisation de l'effet bouc traité par des jours longs et par des hormones.

Les premiers travaux sur la race Draa ont montré que l'activité sexuelle du bouc n'est pas influencée par la saison mais les températures élevés d'été influencent la qualité de la semence.

Les acquis sur la **nutrition** et l'alimentation des ovins et caprins ont permis une meilleure maîtrise et diversification de la conduite et du calendrier alimentaire des animaux et la valorisation des aliments produits localement, impliquant ainsi une diminution du coût alimentaire. Les recherches réalisées sur les différentes ressources alimentaires agricoles et industrielles ont permis particulièrement le développement d'une base de données importante sur la caractérisation chimique et nutritive et de teneurs en phénols de plusieurs produits et sous-produits locaux de l'agriculture et de l'agro-industrie, frais ou conservés.

Le rationnement des animaux est basé sur la capacité d'ingestion des animaux et leurs effets sur divers paramètres de production et de reproduction. C'est dans ce sens que plusieurs travaux ont été conduites dans l'objectif de la mise au point de rations optimisées. Les raquettes de cactus, les grignons d'olive, le

lupin, la pulpe de caroube, le sorgho et bien d'autres aliments ont été incorporés à différents niveaux dans la ration des animaux et leurs effets ont été élucidés sur la production laitière, la composition chimique et sur la qualité de la viande.

Les recherches à l'INRA dans le domaine de la production et la conservation des fourrages se sont intéressées à la diversification de l'offre et l'exploration de nouvelles sources d'énergie et de protéines pour les petits ruminants. Les graminées pérennes (fétuques et Phalaris) ont montré un grand potentiel de production pouvant atteindre jusqu'à 14 T MS/ha avec une bonne adaptation et une facilité d'exploitation. La culture de dactyle présente un bon niveau de persistance et les écotypes ont une bonne production en biomasse associée à une dormance estival. Aussi, un paquet technique pour l'installation de prairies à base de trèfles souterrains et de médicago annuel a été développé. Les performances agronomiques de l'espèce de Sulla a été étudiées ; des écotypes locaux intéressants ont été isolés et la technique de conservation par ensilage a été maîtrisée. Les recherches ont concerné également la sélection d'écotypes locaux de sorgho et de Trifolium. L'adaptation de la culture de Medicago arbore aux conditions semi-arides et son utilisation en Alley cropping a été mise au point et diffusée chez les agriculteurs.

La **qualité** de la viande *In vivo* a été estimée pour la première fois au Maroc par la technique des ultrasons sans recours à l'abattage. Cette technique, en plus de son utilisation à des fins commerciale, notamment pour déterminer la période d'abattage des animaux engraissés, elle trouve son application aussi dans les schémas de sélection des géniteurs pour améliorer la qualité de la viande (Figure 48) .

Figure 48 : Mesure par ultrasons et cliché échographique

Le lait, sa qualité et la flore bactérienne qu'il contient ont motivé plusieurs recherches. L'étude sur la diversité bactérienne du lait fermenté collecté dans le Nord a permis d'isoler et d'identifier 81 bactéries lactiques et la sélection de 9 souches autochtones. Les travaux se sont intéressés également à l'incorporation des Pam pour améliorer la qualité des fromages semi-raffinés.

En matière de **recherche-développement,** les chercheurs de l'INRA ont accompagné la diffusion de la nouvelle race INRA 180, développée au niveau de l'INRA, chez par les éleveurs de l'ANOC. La diffusion a concerné également les techniques de conduites améliorées des troupeaux des caprins et des ovins, comme ça a été le cas pour les éleveurs de Béni Meskine, qui ont bénéficié d'une assistance technique pour la conduite des ovins de la race Sardi, la labélisation de ses produits et l'introduction d'alternatives fourragères, comme l'Alley cropping. Dans le Nord, les chercheurs ont mené des travaux sur le calendrier alimentaire des caprins. Les éleveurs ont également profité de la diffusion et la réhabilitation de cultures fourragères. En outre, l'ensilage des rebus de cactus a été largement diffusé dans la région des Rhamna.

Biotechnologie et banque de gènes

Le rôle de la biotechnologie est d'apporter un appui scientifique et technique pour la conservation, l'utilisation et le développement des espèces végétales. Elle est appelée à utiliser, développer et/ou adapter différents outils biotechnologiques, incluant les techniques de culture *in vitro*, de marquage moléculaire de mutagenèse, de génie génétique, etc.

En plus de la caractérisation des ressources génétiques de quelques maladies, ravageurs, adventices et espèces végétales d'intérêt, l'INRA a développé et validé des marqueurs moléculaires associés à certaines maladies comme la septoriose et les rouilles, à la qualité technologique et à la sécheresse et salinité.

La création de ressources génétiques par tilling et irradiation a permis la sélection de lignées de blé intéressantes de point de vue agronomique et technologique. Tandis que l'usage des techniques de génie génétique, uniquement à des fins d'expérimentation, a permis l'intégration de certains gènes d'intérêt chez les blés et la fève.

L'intégration de la biotechnologie aux programmes d'amélioration génétique des filières agricoles est de plus en plus admise, elle est également présente dans l'univers scientifique de la banque de gènes. Cette dernière joue un rôle central dans la conservation et la valorisation des ressources génétiques à travers l'enrichissement continu des collections, leur caractérisation, régénération au champ et leur évaluation.

Depuis septembre 2015, plus de 3000 accessions ont été nouvellement introduites dans les chambres froides portant ainsi le nombre total d'accessions au niveau des collections conservées à 60.028 accessions représentant 128 genres différents (figure 49).

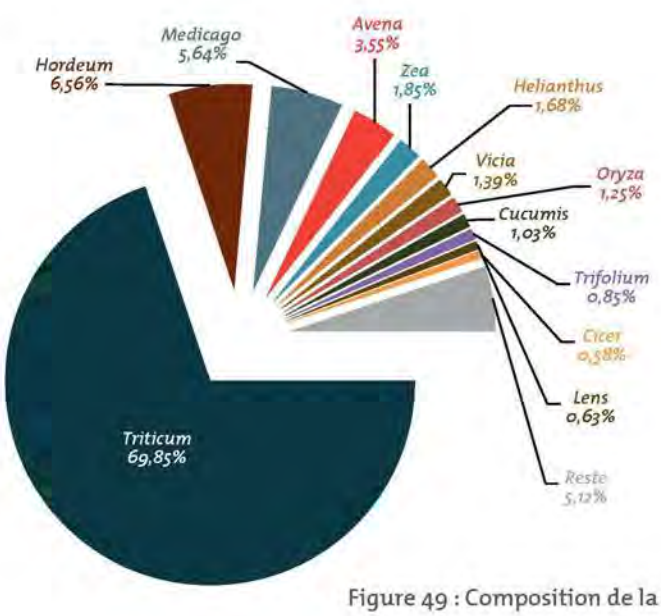


Figure 49 : Composition de la banque de gènes (en 2016)

Gestion durable des eaux et des sols agricoles

Au Maroc, les ressources naturelles sont menacées par différents types de dégradation. En effet, les ressources en eau, connaissent, non seulement une raréfaction de plus en plus accrue (diminution de la disponibilité en eau, passant de 1058 m³/hab/an en 1997 à moins de 500 m³/hab/an en 2025) mais aussi par une détérioration de leur qualité (Pollution nitrique, salinité, métaux lourds, pesticides...). En outre, les sols sont menacés par différents types de dégradation (Érosion, diminution des teneurs en matière organique, salinisation, compaction, tassement...) affectant leur potentiel de production agricole. Plusieurs régions agricoles du Maroc sont concernées par ces formes de dégradation résultant d'une utilisation irrationnelle de leurs ressources en eau et en sol.

En vue de combler le manque d'information approfondie sur la **qualité des ressources naturelles**, il s'est avéré pertinent de réaliser un diagnostic de la situation actuelle de la qualité des sols et des eaux au niveau des régions types à la lumière duquel il serait possible d'élaborer des propositions de bonnes pratiques et de gestion durable des ressources en eaux et en sols. Quelques résultats saillants ont pu être obtenus :

- Élaboration des indices de qualité des sols et de vulnérabilité des eaux souterraines de la région de l'Oued El Maleh, de Triffa et Souss Massa.
- Élaboration des cartes thématiques de la qualité des sols et des eaux de la région d'Oued El Maleh et Souss Massa.
- Cartographie de la salinité des sols et des eaux à Foum El Oued (Région Laayoune/Sud Maroc)

Ce dernier résultat est le fruit d'une étude qui vise à faciliter la perception du problème de salinité au niveau du périmètre et aider à la proposition de plantes fourragères alternatives tolérantes à la salinité. Des

installations de base pour un laboratoire d'analyses du sol ont été mises en place pour répondre aux attentes des agriculteurs et de la recherche agronomique dans le contexte régional.

Par ailleurs, les résultats de l'étude de l'impact de l'**agriculture de conservation** sur les sols et les rendements des grandes cultures en bour ont montré que la teneur en matière organique au sol est en faveur du semis direct et que sa stabilité structurale augmente avec une réduction de la détachabilité des agrégats. Par ailleurs, et en se basant sur les propriétés biophysiques, on a pu déterminer l'étendue des superficies qui s'apprêtent au semis direct au Maroc. Par exemple, 63% d'environ 6,1 millions ha sont très aptes au semis direct pour le système à base de céréales (Figure 50).

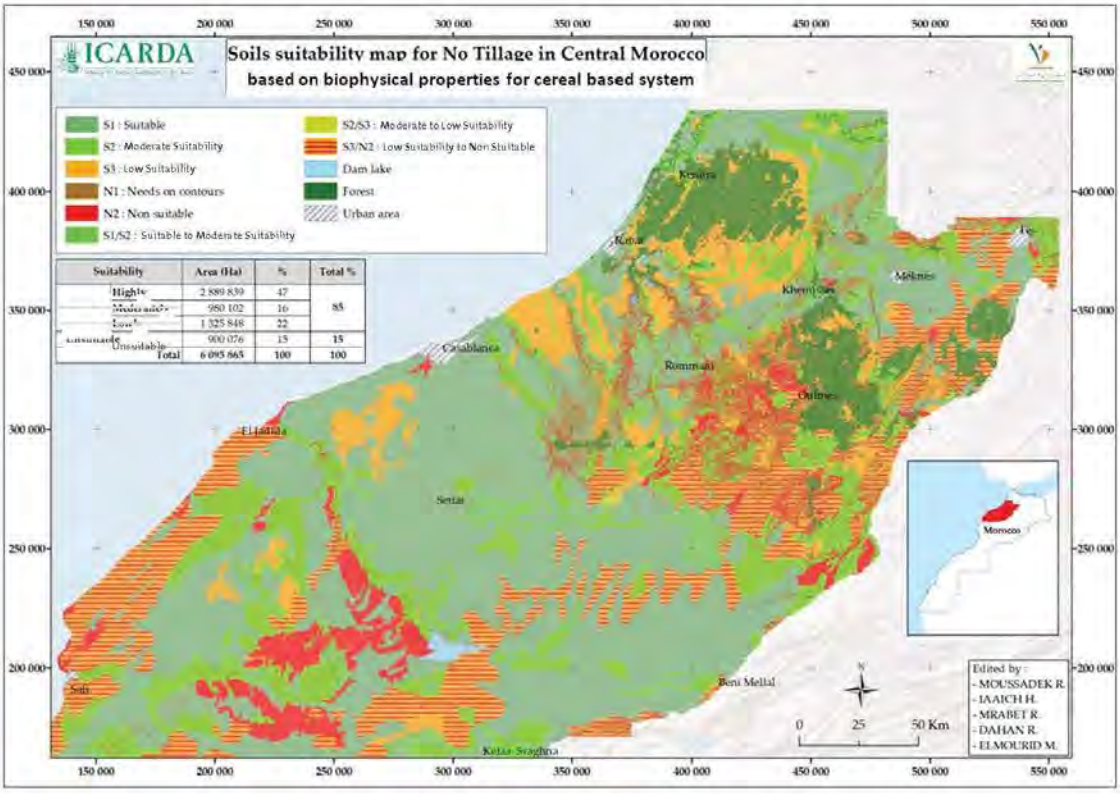


Figure 50 : Carte de vocation des terres du centre du Maroc aux céréales sous le système de la culture de conservation

La connaissance de la **fertilité des sols** est un prérequis pour le raisonnement de la fertilisation des cultures à une échelle globale, pour assurer une profitabilité économique et une durabilité des systèmes agricoles en passant par la protection de l'environnement. Cette connaissance nécessite la collecte d'échantillons de sols selon un plan d'échantillonnage précis, leur analyse et leur spatialisation par l'utilisation de méthodes statistiques d'interpolation spatiale. Une fois la fertilité des sols est connue, des essais de fertilisation des cultures sont réalisés pour faire des recommandations spécifiques à différentes régions et à différentes cultures.

Les travaux relatifs aux prélèvements des sols et leur analyse ont concerné 23 zones, dont 19 zones bours et 4 zones irriguées. Le nombre d'échantillons de sols prélevés et analysés est plus de 26.000, couvrant environ 5,6 millions d'hectares. Les données analytiques de fertilité qui ont servi à la préparation des cartes thématiques ont été intégrées dans l'application *www.fertimap.ma* pour servir aux requêtes de fertilité des sols et pour la réalisation des conseils en fertilisation.

En plus, a gestion durable des sols passe également par le développement des connaissances de sa **biologie**. Dans ce cadre une étude s'est intéressée à sélectionner des souches de rhizobium résistantes aux stress environnementaux pour tester leur effet sur le rendement des légumineuses alimentaires et la qualité de ces cultures afin de les utiliser comme biofertilisant et limiter ainsi l'utilisation des engrais et pesticides chimiques.

Des champs d'agriculteurs ont été prospectés (Figure 51) et une collection de souches de rhizobia a été constituée. Une caractérisation moléculaire a été réalisée. Une nouvelle collection de souches PGPR a été constituée et analysée pour la production d'auxine, de sidérophores et pour la solubilisation des phosphates. La caractérisation phylogénétique des souches PGPR indique une prédominance de bactéries de genres *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Variovorax*, *Bacillus* et *Paenibacillus*. L'étude d'antagonisme/synergie entre les *rhizobia* et les PGPR a été réalisée *in vitro* et ne semble pas indiquer d'antagonisme particulier du moins sur la croissance. La survie de quatre souches de *rhizobia* sélectionnées sur la base de leur infectivité et leur tolérance à 40°C et au stress hydrique, a été testée dans la tourbe, le terreau du palmier et le compost végétal qui ont été autoclavés en vue de leur utilisation dans la formulation de l'inoculum.

Figure 51 : Nodulations sur racines de haricot et pois chiche

Par ailleurs, l'application de la **télédétection** pour une gestion hydrique efficiente de la céréaliculture des périmètres irrigués au Maroc est une option d'une grande opportunité. Actuellement, les gestionnaires de périmètres veillent à ce que l'utilisation de l'eau d'irrigation soit optimale pour éviter une pénurie d'eau au niveau des périmètres irrigués. Les activités de recherche dans

ce sens ont été positionnées par rapport à cette problématique, avec un objectif principal de soutenir le suivi et la gestion de l'irrigation du blé à travers les outils de la télédétection optique et radar et de la modélisation. Le potentiel des indices spectraux a été examiné pour comparer, quantifier et cartographier le changement de teneur en eau de surface à l'échelle d'un périmètre et au sein des parcelles. Les indices spectraux, dérivés des images SPOT-5, ont été déterminés à partir de la réflectance des bandes moyenne infrarouge, proche infrarouge et rouge. Les résultats montrent que le NDWIRog est approprié pour estimer et cartographier la teneur en eau de surface des parcelles de blé.

Par ailleurs, l'économie de l'énergie au pompage est un levier de la rentabilité de l'activité agricole. Une **étude économique** sur le coût de pompage de l'eau à l'aide de l'énergie solaire a montré que ce dernier est inférieur de 33% par rapport au gaz et au fuel. Par conséquent, la subvention pour la reconversion à l'énergie solaire propre est une solution gagnant-gagnant pour le gouvernement et les agriculteurs moyennant certaines mesures pour la préservation de la ressource eau.

Un modèle économique dynamique a été développé par l'INRA pour permettre des simulations de l'impact du changement climatique pour les quinze prochaines années selon des critères précis. Dans le périmètre de Tadla, la simulation du passage au prix de 0.40 Dh/m^3 augmenterait le prix économique de l'eau. Une diminution de l'utilisation de l'eau de surface sera constatée, et par conséquent des superficies allouées aux cultures irriguées seront diminuées. Ceci entraînera une diminution de l'ordre de 9,67% de la marge nette totale au niveau du périmètre irrigué. Pour la région Souss Massa, la simulation de l'augmentation de l'offre de l'eau agricole par le dessalement de l'eau de mer va permettre de réduire le gap de l'offre d'eau de 4%. Le gap de la valeur ajoutée totale créée à l'échelle du bassin de Souss Massa sera réduit de 2%, et le prix économique moyen de l'eau à l'échelle du bassin sera de 5,2 Dh/m^3 au lieu de 15Dh/m^3 dans le scénario sans dessalement.

Cartes de vocation agricole des terres cultivées

Ce projet offre aux décideurs, aménagistes et investisseurs un outil d'aide à la décision à travers la détermination des potentialités et des limites des terres pour une utilisation appropriée dans un contexte déterminé. Il est d'une grande utilité pour l'identification des bassins homogènes de production dans le but d'orienter les investisseurs vers les zones potentiellement productives et vers les filières les plus adaptées, mais également à la rationalisation des politiques d'appui au secteur agricole.

A la fin de ce PRMT, plus de 6.8 Million Ha sont couvertes et compilés sous forme de base de données SIG (Figure 52). On a également élaboré les cartes des sols et leur vocation dans la région de Youssoufia (220.000 Ha) et de Kelaa Sraghna (102.000 Ha) (Figure 53). Une nouvelle approche pour l'élaboration des CVAT basée sur les techniques de cartographie numérique des sols (Digital Soil

Mapping) a été exploitée pour l'élaboration des cartes pour les zones non couvertes par l'étude des sols à Tadla-Azilal (1.645.000 Ha) (Figure 54).

Le Projet CVAT a démarré en 1998. Son objectif est la cartographie de la vocation des sols sous différents scénarios agronomiques et climatiques.

Cadre de travail : FAO (1976, 1984, 2007) pour l'agriculture pluviale adaptées au contexte marocain;

Inputs : Milieu physique (types de sol et relief), climat (Longueur de Période de Croissance LGP) et caractéristiques intrinsèques du sol;

Outputs : Cartes d'aptitude des sols de chaque zone étudiée à un éventail de cultures.

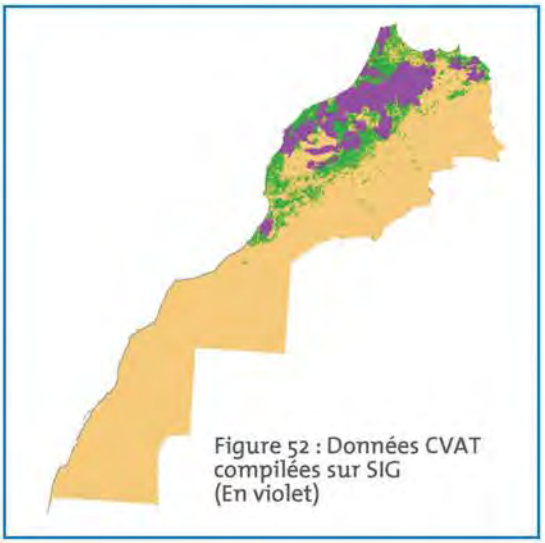


Figure 52 : Données CVAT compilées sur SIG (En violet)

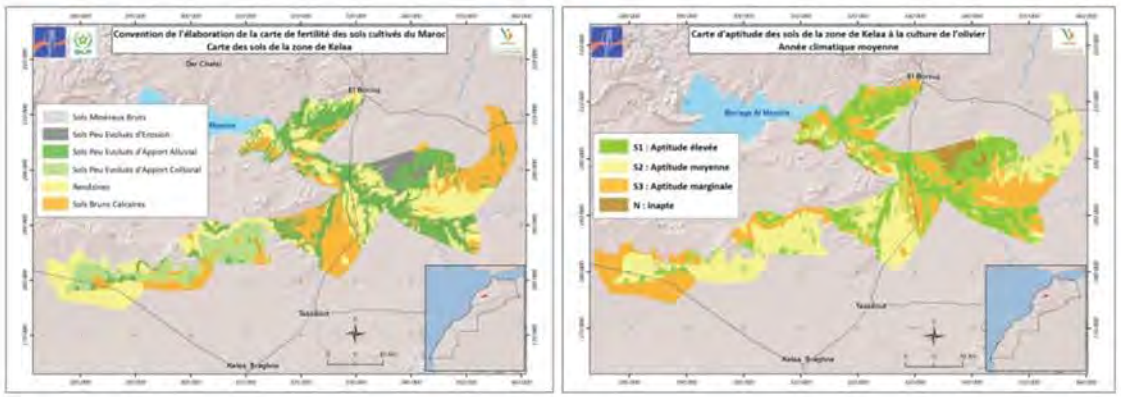


Figure 53 : Carte des sols de Kelaa Sraghna et de leur aptitude à l'olivier

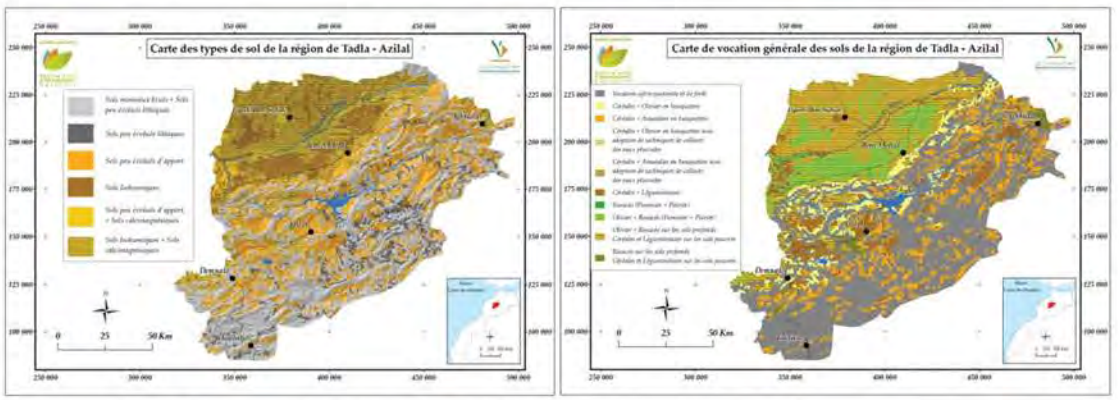


Figure 54 : Carte des types de sol de Tadla-Azilal et de leur vocation générale

Gestion des parcours

Dans les hauts plateaux du **Maroc oriental**, l'INRA a mené un projet de développement d'un système opérationnel de suivi des ressources agro-pastorales. L'objectif de ce projet est l'estimation de la production des terres de parcours arides au niveau de ces hauts plateaux à l'aide des données de terrain et les indices de télédétection spatiale. La corrélation entre les indices de télédétection (NDVI, SAVI, OSAVI et RVI) et la phytomasse collectée au terrain a été réalisée. Les résultats ont montré que les indices de végétation estimés qui avaient une relation significative avec la biomasse au cours de la saison de croissance sont l'indice de végétation par différence normalisé (NDVI), l'indice de végétation par quotient (RVI) et l'indice de végétation optimisé et ajusté pour le sol (OSAVI) (Figure 55).

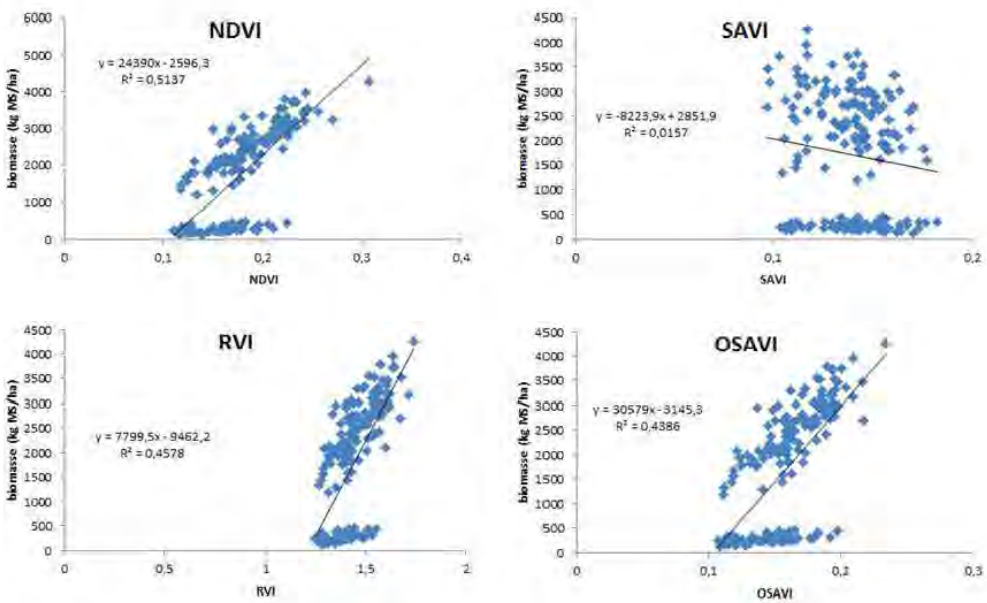


Figure 55 : Les corrélations de la biomasse et des indices de végétation (NDVI, RVI, SAVI et OSAVI)

Les espaces sylvopastoraux de l**a région du Nord du Maroc** sont utilisés et surexploités à longueur d'année et sont caractérisés le plus souvent par une végétation sous forme de matorral. La figure 56, illustre les zones de changement de la végétation durant ces 30 dernières années (1984-2014). Le recul du couvert végétal a été estimé à 21%, sachant que ce résultat obtenu ne nous renseigne que sur le recouvrement aérien du couvert végétal. En 1984, l'espace forestier et pastoral a été estimé à 36,5 % du territoire, contre 63,5% pour les autres espaces (hors forêt et parcours). La majeure partie de l'espace forestier et pastoral (80%) est concentrée au niveau de trois régions, à savoir : Chefchaouen (34%), Tétouan (28%) et Larache (18%). En 2014, l'espace forestier et pastoral a été estimé à 28,8 %, concentré au niveau de la région de Chefchaouen (25,8%), Tétouan (20,4%) et Larache (14,3%).

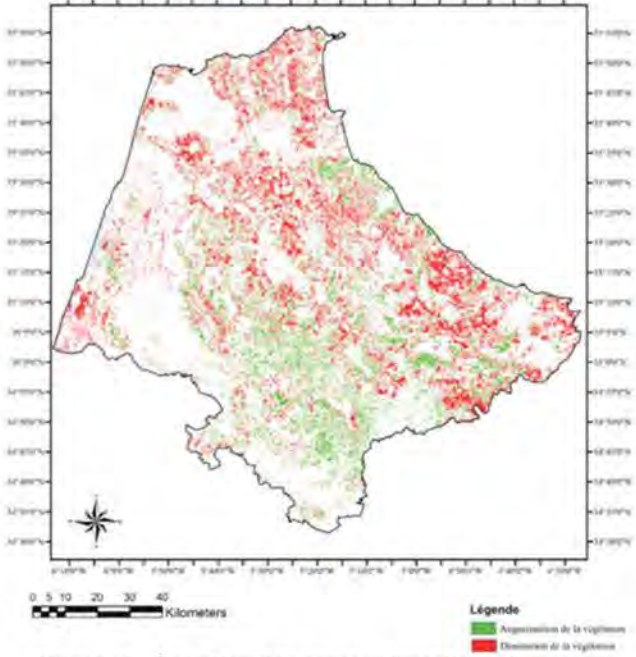


Figure 56 : Évolution des espaces forestiers et pastoraux dans la région du Nord entre 1984 et 2014

Par ailleurs, des **études sociologiques** menées dans les Hauts plateaux de l'Oriental ont tenté d'inventorier les perceptions des éleveurs sur les changements climatiques en tenant compte de leur diversité sociale et spatiale. Les stratégies d'adaptation différenciées des éleveurs aux changements climatiques ont été également inventoriées en fonction de leurs catégories (petits, moyens et grands) et leur appartenance territoriale.

Changement climatique

L'INRA participe à des projets d'envergure internationale qui incitent à l'adaptation de l'agriculture au changement climatique. Parmi ces projet, ACCAGRIMAG développe des outils de sécurisation du revenu des agriculteurs et d'incitation à l'adaptation des pratiques culturales face au changement climatique à partir d'instruments de couverture du risque. Ce projet a permis l'édition des cartes de vulnérabilité de l'agriculture au changement climatique au Maroc selon différents scénarios.

En terme de développement d'outils d'aide à la décision dans le contexte du changement climatique, **MOSAICC** met à disposition un ensemble intégré de modèles et d'outils permettant de simuler les effets du changement climatique sur l'agriculture, y compris l'étude des variations induites dans les rendements agricoles et l'analyse de leurs impacts sur l'économie nationale. Par ailleurs, le Système de suivi de la campagne agricole et de prévision des rendements céréaliers **CGMS-MAROC** prédit des récoltes à partir d'une approche combinée, mettant à contribution des analyses statistiques paramétriques et non paramétriques, des données météorologiques, des données de simulation et des données satellitaires (Figure 57).

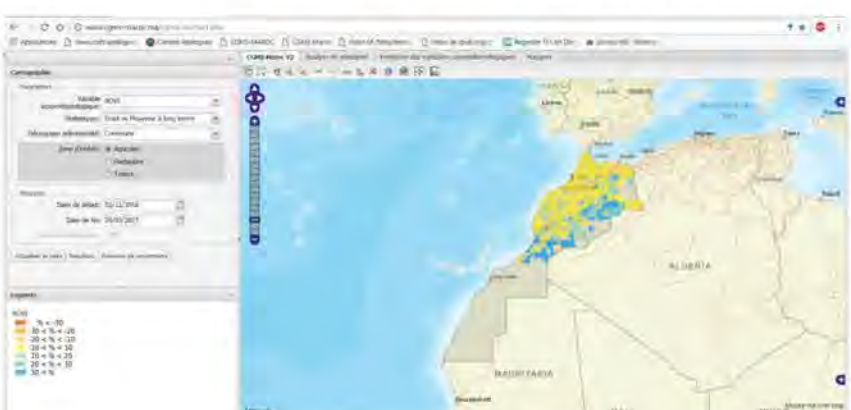


Figure 57 : La plateforme www.cgms-maroc.ma

Aspects transverses relevant de la socio-économie

Les études transverses en Socio-économie rurale ont traité principalement la question de l'impact de la recherche agronomique et l'emploi agricole dans la région de Saïs.

L'étude de l'**impact de la recherche** a montré que 1 DH investi dans la recherche rapporte 34 DH pour la filière du blé dur ; 52 DH pour la filière du blé tendre ; 67 DH pour les variétés d'olivier Ménara et Haouzia, 618 DH pour la variété de palmier dattier Najda et 719 DH pour la mandarine Nadorcott. Les TRI obtenus varient entre 15% pour les variétés Haouzia et Ménara, 29 % pour Najda, 32% pour les blés et 49 % pour Nadorcott. Ces chiffres s'avèrent largement supérieurs aux taux d'intérêt appliqués par les banques, ce qui montre que l'investissement dans la recherche est nettement rentable.

L'étude menée dans la région du Saïs sur les **conditions du travail agricole** a montré des écarts de rémunération selon le genre qui s'élèvent à 25% et 18% de moins, respectivement, pour les femmes et les jeunes par rapport aux hommes ainsi que la précarité des conditions de travail avec des spécificités pour chaque genre. Des mesures politiques et institutionnelles ont été identifiées pour pallier à la situation.

Bilan des performances

Aux côtés de la connaissance effective des effets de la recherche (Chapitre précédent), plusieurs critères peuvent mesurer la performance de l'NRA. Dans le cadre de la stratégie du SNFRA, l'indicateur de performance retenu pour l'INRA est la publication scientifique. En effet, la reconnaissance des travaux de recherche et leur validation passe par la publication dans les revues à comités de lecture. C'est également une valeur ajoutée pour le chercheur qui est appelé à acquérir de la visibilité afin de progresser, et faire progresser son institution et sa communauté. Ce critère, qui sera lié à l'allocation des dotations budgétaires, reconnaît la dissémination des résultats de la recherche qui fait référence à l'évaluation par des tiers. Néanmoins, au vu de la nature de ses missions, l'INRA est concerné par d'autres indicateurs, qu'ils soient de valorisation de la recherche, ou qui témoignent de la valeur des autres performances relatives à son engagement envers le pays. Ce chapitre tente de relater quelques performances permettant d'apprécier quelques aspects du PRMT 2013-2016.

Production scientifique et technique

Publications dans les revues à comité de lecture

Les chercheurs de l'INRA ont produit **452** articles dans les revues à comité de lecture. Ce nombre ramené à l'effectif de chercheurs indique un taux moyen annuel de **0,66**. Ce taux a été de l'ordre de 0,48 lors du PRMT 2009-2012.

Les supports de publication sont très divers et sont au nombre de **222**. Les 20 titres de revues les plus utilisées par les chercheurs de l'INRA sont donnés dans le tableau ci-bas. L'anglais est la langue de communication principale dans les journaux scientifique avec un taux d'usage de **79,5%** (Figure 58).

Journal	Nombre de publication
Options méditerranéennes	39
Journal of Materials and Environmental Science	21
Acta Horticulturae	11
Revue Marocaine de Protection des Plantes	11
Al Awamia	8
International Journal of Innovation and Applied Studies	7
Journal of Applied Biosciences	7
Revue marocain des sciences agronomiques et vétérinaire	7
International Journal of Recent Scientific Research	7
Journal of Life Sciences	5
Plant Disease	5
Romanian Agricultural Research	5
Small Ruminant Research	5
American Journal of Experimental Agriculture	4
Animal Reproduction Science	4
Biolife	4
European Journal of Scientific Research	4
International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology	4
Phytopathologia Mediterranea.	4

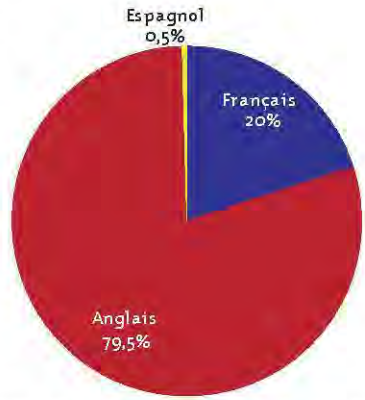


Figure 58 : Part des langues de rédaction des articles publiés dans les revues

Ces journaux sont à 53,4% Indexés (Scopus, Thomson Reuters et Science direct entre autres). La répartition de l'Impact Factor de ces revues varie de 0,1 à 8,146 (Figure 59). Plus d'un quart des publications traite des applications de la biotechnologie sur le matériel végétal, la caractérisation de la biodiversité et l'amélioration génétique des plantes (Figure 60). Les questions de la protection des plantes et l'étude des divers pathogènes ont engendré autant de publications que les travaux qui traitent des questions de l'agronomie des cultures et les études physiologiques, soit 15% de la production scientifique totale. Pareillement, les recherches qui étudient l'environnement et l'impact de l'agriculture, du pâturage et du changement climatique sur les ressources naturelles ont généré des publications aussi importantes que celle des deux dernières disciplines. Toujours dans un niveau semblable de production, les sciences alimentaires qui s'intéressent aux questions de caractérisation ou de qualité des produits sous l'effet de différents paramètres ont généré 59 publications, soit 13% de l'ensemble des disciplines. La génétique des petits ruminants, l'amélioration de leurs performances de reproduction et de l'offre alimentaire ont été sujets à 45 publications. Les études socio-économiques quant à elles, ont généré 28 publications.

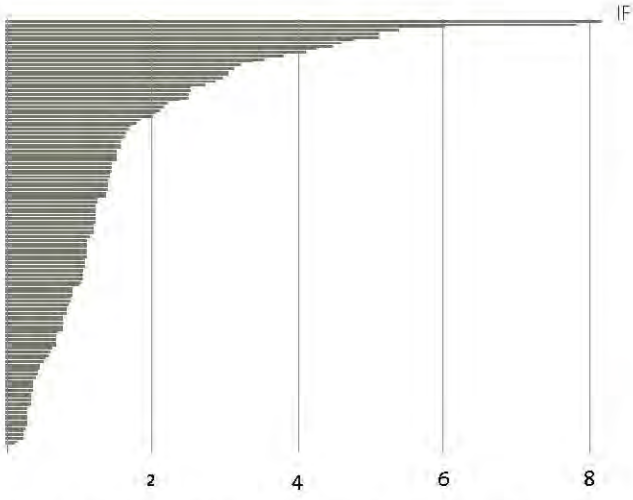


Figure 59 : Répartition de l'IF pour les supports de publication des chercheurs INRA

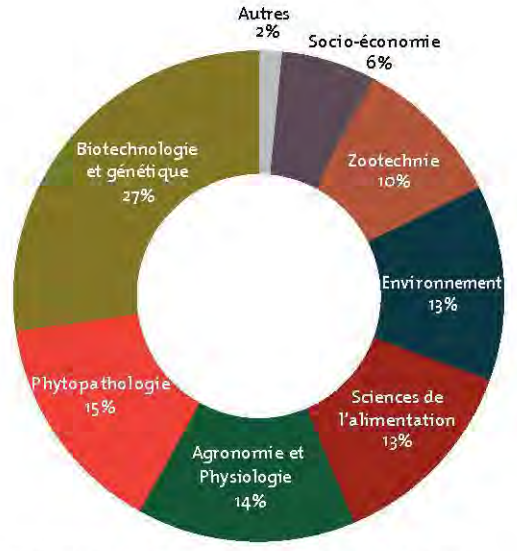


Figure 60 : Part des disciplines de l'INRA dans la publication dans les revues à comité de lecture

En pratique, la différence en terme de publication entre disciplines s'explique par le temps consacré aux expérimentations et les répétitions, qui peuvent s'étaler sur des années dans certains cas, pour confirmer certains résultats. Cette différence suit également le nombre de chercheurs INRA par discipline et le nombre d'étudiants co-encadrés avec les établissement de formation.

Les nuages de mots clés générés laissent apparaître quelques tendances de sujets de publication par discipline (Figure 61).

Figure 61 : Répartition de l'IF pour les supports de publication des chercheurs INRA

Autres communications

Les chercheurs de l'INRA ont produit **plus de 1000 communications** orales, affichées ou dans les proceedings durant leur participation aux congrès scientifiques. Les thèmes présentés peuvent avoir plus qu'une forme de communication, mais les posters à eux seuls ont été au nombre de **355**. Ce chiffre a été de 333 lors du PRMT 2009-2012.

Les ouvrages, chapitres d'ouvrages, rapports scientifiques et fiches techniques produits par les chercheurs de l'INRA ou en collaboration avec ces derniers ont été au nombre de **171**. Les ouvrages et fiches techniques édités par l'INRA sont présentés dans la figure 62.

Figure 62 : Éditions scientifiques et techniques de l'INRA durant le PRMT 2013-2016

Production technologique

Les variétés sont les principales productions technologiques de l'INRA. Entre 2013 et 2016, **seize** variétés ont été enregistrées au Catalogue officiel (Tableau ci-contre).

En sus de ces variétés, l'INRA a obtenu **deux** brevets ; Un procédé d'obtention d'un ensilage à base de sous-produits de cactus et d'arganier et ; Une séquence d'AND de la souche *Chaetomium globosum.*

Espèce	Nombre de variétés présentées pour inscription	Nombre de variétés inscrites au Catalogue
Blé dur	13	
Blé tendre	8	1
Orge	5	2
Avoine	4	2
Pois chiche	3	1
Colza	5	2
Fève	1	
Féverole	1	
Agrumes	4	3
Olivier	5	5

Une **trentaine** de technologies non brevetés ont été également obtenues dans les domaines des technologies alimentaires (Divers procédés), productions animales (dilueurs) et machinisme (Prototypes). Par ailleurs, plusieurs bases de données sur la génomique, l'agroclimatologie et la fertilité des sols ont été complilées.

Transfert de technologies et accueil des étudiants

Environs **27.000 bénéficiaires** ont assisté aux ateliers et aux démonstrations en vue d'interagir avec les chercheurs ou bien dans un but de renforcement de capacités. Les thèmes ont concerné l'ensemble des filières prioritaires du PMV.

L'INRA a accueilli environs **1500 stagiaires** des différents établissements de formation pendants les années du PRMT 2013-2016 (Cf. p.22) parmi lesquels 186 étudiants en doctorat et 262 étudiants en Mastère. Les chercheurs ont également offert leur expertise au profit du monde académique. En effet, ils ont animé **62 cours académiques** sur environs 1600 heures.

Rayonnement

Le rayonnement de l'INRA se mesure à travers les succès de ses chercheurs. **Douze** parmi eux sont des reviewers de **65** journaux scientifiques, dont certains titres sont d'une grande valeur scientifique. **Vingt** chercheurs ont participé aux comités scientifiques de divers congrès et conférences, dont ceux organisés ou co-organisés par l'INRA. Et en fin, une **dizaine** de chercheurs ont reçu des distinctions de grande valeur.

Parmi les grandes manifestations que l'INRA a co-organisées, les deux congrès internationaux en célébration de l'année Internationale des sols (2015) et l'année internationale des légumineuses (2016)

Les chercheurs distingués par le Grand Prix Hassan II pour l'Innovation et la Recherche dans le domaine agricole en 2015 en photo de souvenir avec M. le Directeur de l'INRA

Analyse générale et perspectives

LE moment semble être propice pour tirer des leçons de cet exercice de quatre années de recherche et d'interaction avec les utilisateurs de la recherche afin de positionner au mieux le futur PRMT 2017-2020. L'INRA, en tant qu'institut de recherche en appui aux politiques publiques, doit positionner son programme dans la stratégie de développement agricole, en l'occurrence le Plan Maroc Vert. Mais ce positionnement doit être soutenu par une vision qui émane de l'analyse de certains aspects qui peuvent procurer au futur PRMT une approche prospective et proactive dans la manière de traiter des questions de recherche. Dans ce chapitre, nous allons dresser quelques éléments de la réflexion qui a succédé à la lecture de cette auto-évaluation sur les aspects futurs des recherches par discipline de l'INRA.

Les ressources naturelles
face aux nouveaux défis de sécurité alimentaire

Depuis le Sommet de la Terre de Rio en 1992 à la COP 22 à Marrakech en 2016, les décideurs en générales et les scientifiques en particuliers sont de plus en plus conscients des risques des changements climatiques qui constitueront d'ici la fin du siècle, une menace pour la sécurité alimentaire mondiale. Toutes les régions du Maroc seront affectées par une forte variabilité d'une année à l'autre, ce qui peut inclure des ondes de chaleur d'été ou de fortes pluies. Dans un scénario où les températures augmentent de 3 ° C à 4 ° C d'ici la fin du siècle, la productivité des terres agro-pastoraux sera affectée sensiblement.

En effet, l'accroissement de la variabilité pluviométrique devrait restreindre l'accès à la ressource en eau ; raccourcir la saison de culture ; impacter la fertilité des sols ; et altérer la qualité et la quantité des pâturages disponibles.

Pire encore, chaque année, il devient plus clair que le changement climatique se produit à un rythme rapide et qu'il aura un impact profond sur l'agriculture et la gestion des ressources naturelles. Sans réponses appropriées, le changement climatique est susceptible de contraindre la sécurité alimentaire et d'accroître la dégradation des ressources en eau et en sol.

De ce fait, les défis actuels et futurs en matière de gestion des ressources naturelles pour accroître cette sécurité alimentaire dans le contexte des changements globaux, nécessitent de lancer des axes de recherches pour répondre aux contraintes du milieu actuel toute en prévoyant les futurs questions de recherches pour être en mesure de répondre aux attentes des acteurs du secteur agricole au niveau national et local et de fournir des moyens d'optimiser la gestion durable des ressources naturelles dans différents agro-écosystèmes marocains.

En effet, ces changements climatiques remettent en question les pratiques actuelles d'intensification agricole et de gestion des ressources naturelles. D'où l'importance de utiliser les percées et l'innovation pour adapter, voire complètement remodeler, les systèmes de production en proposant des nouvelles stratégies de conservation des ressources naturelles.

Six orientations de recherche ont été identifiées comme prioritaires dans ce domaine :

1. Consolider les efforts de recherche qui ont été lancés depuis plusieurs années dans le projet de Carte de Vocation Agricole et de Fertilité des Sols pour mieux comprendre l'utilisation adéquate et durables des terres et avoir une image plus claire de la 'disponibilité' des ressources (sol, eau, culture, etc.) en visant les systèmes de production les moins vulnérables par rapport aux changements globaux et en réduisant la dégradation des ressources suite à l'intensification agricole non raisonnée ;

2. Réinvestir dans les questions de recherches qui visent une meilleure compréhension de l'agro-climat et des cycles géochimiques des sols en vu d'améliorer les connaissances de leurs potentiels de production agricole et de séquestration de carbone. Ceci constituera une meilleure manière de les protéger et de les gérer de manière durable face au changement climatique ;

3. Développer des approches et des banques de données qui tiennent compte simultanément de tous les aspects et les impacts de la gestion des ressources en sol et en eau et sur la production des terres agro-pastoraux. Cela nécessite également de développer des bases de données qui ne se limitent pas à la gestion d'une ressource unique, mais qui dressent les relations entre les ressources naturelles de manière générale et la production agricole avec ses divers aspects dans une gestion d'agro-écosystème intégrée ;

4. Évaluer de l'efficacité de la gestion de ressources naturelles (sol, eau, plante); avec le développement d'approches de gestion innovante (Nexus approche) pour améliorer la productivité des terres, la conservation des ressources naturelles et l'agro-biodiversité ;

5. Explorer l'adaptation des technologies de l'agriculture intelligente face au climat selon les zones agro-climatiques du pays (ex : Agriculture de conservation, Agro-foresterie, irrigation d'appoint, irrigation déficitaire...) pour faciliter l'élaboration et la mise en œuvre des stratégies de résiliences au CC ;

6. Lancer des recherche sur les analyses spatio-temporelles pour suivre la dynamique du milieu naturel marocain. Ceci nécessite l'analyse des données acquises dans la durée et l'espace. Les dispositifs d'observation et d'expérimentation sur les ressources naturelles des agro-écosystèmes (données de climat, sol et plante) sont indispensables. Au-delà de l'acquisition de données pour la caractérisation du milieu, il est important de lancer des recherches autour des nouveaux processus de modélisation pour réduire les sources d'incertitude afin d'améliorer la prédiction de nos modèles dans le moyen et le long terme à l'échelle régionale et nationale.

Il va sans dire que ces orientations scientifiques gagneront à être renforcer par la synergie avec les autres domaines de recherche de l'INRA et permettront de développer des modèles intégrés et des plateformes expérimentales collectives avec d'autres partenaires nationaux ou internationaux.

Les programmes de sélection

Un programme de sélection, vu sa longue durée, est une activité structurelle et continue dans le temps et non conjoncturelle ou éphémère. Un programme de sélection coûte cher en moyens et en temps. A l'INRA, quelques contraintes sont à considérer pour mener à bien les programmes de sélection.

• La diffusion du progrès génétique, à travers la commercialisation des variétés sous forme de semences certifiées n'est toujours pas systématiquement atteinte.

• Le processus de sélection comporte de multiples étapes interdépendantes, récurrentes et en chevauchement chronologique. Cela nécessite des moyens et une parfaite coordination, conduite par les sélectionneurs et assistés de techniciens chevronnés. Or le nombre de ces derniers est en baisse continue.

• La réduction du patrimoine foncier de l'INRA a impacté négativement la conduite des programmes de sélection, en réduisant les sites des essais rendement qui conernent l'interaction Génotype x Environnement. Cela s'est traduit par la sélection de matériel à faible spectre d'adaptation, pénalisant parfois nos variétés au niveau de leur diffusion dans des sites différents de ceux utilisés pour nos essais rendement multilocaux.

• Le coût financier de la sélection à l'INRA est très élevé, que le budget global accordé à l'INRA ne peut soutenir. Les moyens manquent aussi bien au sélectionneur qu'aux domaines expérimentaux chargés d'accueillir les nombreux essais de sélection.

Ces difficultés sont d'autant plus contraignantes qu'elles commencent aussi à menacer des domaines stratégiques à savoir la sélection conservatrice (Go) et la gestion des ressources phytogénétiques.

Face à ces nombreuses contraintes, une restructuration des programmes de sélection s'avère nécessaire. Pour le DACRG, trois options peuvent être envisagées :

• Se concentrer sur le pré-breeding durant la période du PRMT, le temps de solutionner la question de la diffusion des variétés INRA ;

• Travailler sur les variétés locales et le développement de réseau informel de multiplication de semences pour la diffusion du progrès génétique ;

• Continuer sur la même voie : adoption de l'intégralité du processus de création de variétés, en relevant rapidement et efficacement les contraintes citées (Augmenter les budgets alloués à la sélection).

1ère Option

Le pré-breeding est une phase importante pour tout programme de sélection. Avec l'appauvrissement de la variabilité génétique, l'apparition croissante de nouvelles souches de maladies et les effets du changement climatique, l'élargissement des pools génétiques requiert une importance fondamentale pour toute création variétale. En plus d'offrir un matériel de base génétique large, on peut aussi sélectionner un matériel d'élite pouvant servir de géniteurs

dans les croisements. Cette phase peut comporter plusieurs activités d'amélioration génétique telles que : le pyramiding, la sélection récurrente, les back-cross, les croisements interspécifiques, voire même inter génériques, assistées de techniques de biotechnologie telles que l'haplodiploïdisation, la recherche des marqueurs, le tilling, etc.

En plus de son intérêt pour sélectionner un matériel de base performant avec moins de moyens comparativement à la conduite de l'ensemble du processus de sélection, le pré-breeding est un domaine de recherche très prolifique en matière de publications scientifiques. Quand on sait maintenant que l'INRA est plutôt évalué sur ses nombres d'articles scientifiques plutôt que sur le nombre d'obtentions variétales, il y a tout intérêt à s'investir dans cette option.

Par ailleurs et en parallèle à ce processus, la réflexion sur le financement et la valorisation des obtentions variétales doit se poursuivre tout au long de la période 2017-2020, suite à quoi, on devrait être en mesure de décider, s'il faut se spécialiser définitivement dans le pré-breeding ou poursuivre le processus jusqu'à la création de la variété.

2ème option

L'utilisation des semences certifiées des céréales et des légumineuse ne dépasse en général pas les 30%. Cela veut dire que 70% des agriculteurs utilisent soit de la semence commune ou standard soit leurs propres semences locales (landraces). Jusque-là, on s'est surtout intéressé à collecter et caractériser quelques variétés locales par-ci, par-là. Pourtant, il existe un immense champ d'investigation pour appuyer ces 70% d'agriculteurs à mieux utiliser ces formes de semences. En plus d'un travail d'inventaire pour recenser et caractériser tout ce dont on dispose comme variétés locales, on peut aussi créer et fournir, là où ces variétés font défaut, des structures variétales de configuration identique : multi-lignées ou variétés population synthétiques, adaptées à chaque situation. Dans les 2 cas, la nature plus ou moins hétérogène du matériel est intéressante pour résorber les effets des stress biotiques ou abiotiques, qui s'intensifient d'année en année.

Cette option privilégie le système informel pour la production de semence, où il y a lieu de fournir les bases technico-scientifiques pour une auto-production de semences à la ferme. Cette voie a le mérite de véhiculer le progrès génétique rapidement et directement aux agriculteurs, préférant garder leurs semences ancestrales ou une semence adaptée et de moindre coût d'acquisition, sans passer par le processus lourd et coûteux de la variété certifiée. C'est donc une catégorie d'agriculteurs qui est concernée (Moyens et petits agriculteurs). Cette option permet aussi de préserver nos variétés locales en les valorisant davantage.

L'agriculture solidaire (Pilier II) se base en grande partie sur la valorisation des produits de terroir, issus pour la plupart de variétés ou espèces locales. L'inventaire et la caractérisation de la fraction génétique du terroir incombe à l'INRA, qui pourrait s'impliquer davantage en apportant un appui pour améliorer la productivité tout en maintenant l'originalité génétique de ces produits.

3ème option

La poursuite dans la même voie de la sélection, nécessite comme ça a été soulevé dans les contraintes, beaucoup de moyens humains et financiers, que le budget alloué et les recrutements accordés ne permettent plus de couvrir. Néanmoins, si des fonds sont drainés, à travers des conventions ou projets, il serait aisé de continuer la sélection selon l'ensemble du processus classique (croisement, screening, fixation, essais multiloaux, etc.).

Ainsi, les programmes considérés dans cette option seront en toute logique ceux bénéficiant d'un financement direct, soit à travers des fonds en provenance de bailleurs de fonds internationaux, soit à travers des contrats avec l'interprofession. Ce dernier cas revêt une certaine logique par rapport à la politique actuellement mise en place, mettant l'interprofession au cœur du développement des filières. Déjà des exemples sont en cours, notamment en ce qui concerne le Safran (FIMASAFRAN), l'Arganier (FIMARGAN) et la rose (FIMAROSE). L'avantage de ce partenariat, est de garantir à la fois une partie du financement du programme de sélection par les usagers directs et la garantie de l'adoption finale de l'effort investi en sélection.

Une autre variante au niveau de cette option, consiste à s'associer avec des entreprises privées de sélection pour produire des co-obtentions. Ça consiste à travailler conjointement avec un sélectionneur privé, qui prendrait en charge une partie des frais et dépenses liées aux travaux de sélection, et partager en retour les retombées financières issue de l'exploitation commerciale de la variété. C'est une forme de collaboration qui peut résoudre l'épineuse question de la diffusion commerciale des variétés obtenues, que le privé maîtrise parfaitement.

Dans les trois options, la sauvegarde et valorisation des ressources génétiques est à privilégier et l'intégration des études physiologiques liées à l'adaptation au changement climatique est à considérer avec pertinence.

Les recherches en agronomie

Le changement climatique devrait affecter l'agriculture en réduisant les surfaces disponibles pour les cultures; en diminuant la durée de la saison de culture et le potentiel de rendement. Il est donc urgent d'identifier et de mettre en place des solutions afin de maintenir et d'améliorer la sécurité alimentaire au Maroc.

De ce fait, les nouveaux axes de recherche en agronomie doivent tenir compte de cette menace en analysant les aspects de vulnérabilité des systèmes agricoles et en proposant des technologies pour être en concordance avec les grands enjeux de différentes filières en vue d'accompagner le PMV .

L'analyse des enjeux des filières agricoles et les perspectives de recherche propres à chaque enjeu fait apparaître trois grandes orientations scientifiques pour les activités de recherche en agronomie :

- Approfondir les connaissances sur les agro-écosystèmes et les interactions agronomiques entre les composantes du milieu (sol, eau, plante) au niveau local (parcelle) ou régional (bassin de production) en utilisant des outils de mesure et de suivi pour prévoir le fonctionnement des systèmes des cultures et proposer des solutions et des bonnes pratiques adaptées au milieu, économes en intrants, moins consommatrices d'eau et d'énergie et surtout capable de répondre aux exigences de la durabilité des systèmes agricoles.

- Renforcer les axes de recherche sur l''agriculture de conservation et l'agro-foresterie pour améliorer l'adaptation et la résilience de nos systèmes des cultures. Dans ce cadre, ces études doivent concernées différentes échelles (parcelle, périmètre, région) et appuyer par des recherches interdisciplinaires (machinisme agricole, santé des plantes, fertilité des sols, fertilisation des cultures, irrigation, etc.) en vue d'accroître l'adoption de ces technologies basée sur les principes de l'agro-écologie dans l'agriculture marocaine.

- Consolider les efforts de recherche portant sur les mesures réelles (terrain, laboratoire) et qui serviront à la modélisation des fonctionnement des systèmes agricoles (cycle d'azote, de phosphore, etc.) pour (i) être en mesure d'estimer les impacts potentiels des changements globaux en tenant compte des conditions locales (climat, sol, plante), (ii) proposer des espèces et/ou de systèmes de culture adaptées aux nouvelles contraintes du milieu. Ceci suppose d'être en capacité d'avoir des données sur les cultures (physiologie, phénologie, etc.) afin de mieux comprendre la complexité des agro-écosystèmes et de prévoir les stress abiotiques et biotiques qui se dérouleront à des échelles différents.

La santé des plantes

Le domaine scientifique de la santé des plantes repose sur l'interaction et l'intégration de disciplines nombreuses et diversifiées. Les travaux de recherche des différentes disciplines de la protection des plantes à l'INRA, s'articulent autour de la mycologie, la bactériologie, la virologie, la nématologie, l'entomologie, la malherbologie et la lutte biologique ainsi que la promotion des recherches dans le domaine des méthodes de lutte alternatives. Mais avec les nombreux départs, la communauté des chercheurs et des techniciens du DPP est devenue peut nombreuse et insuffisante pour faire face à tous les problèmes phytosanitaires rencontrés par les agriculteurs au niveau de leurs exploitations. En effet, la faible couverture des principales filières par les disciplines fondamentales en matière de la santé des plantes nous interpelle, d'une part, sur des champs anciens de recherche qui demeurent d'actualités et, d'autre part, sur des menaces nouvelles qui pèsent sur la durabilité de notre agriculture.

Nouveaux défis de la recherche

Le rapport à la nature est devenu ces dernières années très changeant. Dans le domaine de l'agriculture, beaucoup de contraintes nouvellement apparues, et qui menacent la durabilité de certaines filières, voire même la biodiversité des

ressources génétiques. En effet, ces dernières années, des maladies nouvellement apparues, engendrent des dégâts dévastateurs sur des cultures dans des aires géographiques plus proches de notre continent, à savoir, Xylella sur olivier, Greening sur agrumes, Feu bactériens sur rosacées, charançon rouge sur palmier dattier, cochenille sur cactus, Nex Delhi sur cucurbitacées, etc. Parallèlement, à ce contexte, il y a d'autres ennemis des plantes qui ne posaient plus problème car ils étaient bien contrôlés par l'utilisation de variétés naturellement résistantes, mais aussi bien surveillés par les agriculteurs. Or de nos jours, nous apprenons que certains de ses ennemis sont signalés par ci ou par-là, et que de multiples facteurs peuvent être à l'origine de l'émergence et/ou la réémergence de ces agents phytopathogènes, notamment à travers l'action humaine, les conditions favorables, les modifications de l'environnement associées à la pression d'un ennemi donné sur une culture donnée, les changements climatiques et surtout l'accroissement des températures. Ceux-ci constituent, d'une part, de sérieuses menaces pour l'état sanitaire des cultures, et d'autre part, des défis futurs pour toutes les disciplines en protection des plantes. Au vue de ces risques phytosanitaires, les recherches en ce sens à l'INRA doivent se focaliser sur la surveillance, les outils de diagnostic, l'évaluation, la détection précoce ainsi que sur le développement des modèles épidémiologiques capables de mieux analyser et prédire les risques associés.

Innovation de la recherche en protection des plantes dans le court, le moyen et le long terme

Les objectifs du PMV visent un haut niveau de performances productives et socio-économiques de plusieurs filières. D'un autre côté, la pression des consommateurs, le respect de l'environnement et l'évolution des exigences des marchés étrangers ont formé de vraies barrières à la lutte chimique massive dans l'intensification de l'agriculture. Souvent, nous apprenons que des produits agricoles ont été refusés ou peinent pour pénétrer des marchés et soient acceptés par les consommateurs. La recherche agronomique est un levier majeur pour l'accompagnement de ces objectifs, mais pour le domaine de recherche qui nous concerne ici, l'enjeu est donc de concevoir et de favoriser une diversité de pratiques phytosanitaires durables et adaptées aux conditions locales tant écologiques que socioéconomiques.

A cet égard, le domaine de la protection des plantes est appelé à être de plus en plus présent et innovateur suivant le contexte particulier des exploitations agricoles qui sont ancrées dans des territoires. Pour cela, il s'agit de prendre en compte les risques, dans un contexte plus incertain qu'auparavant, mais aussi, d'adopter une démarche globale et collective afin de dépasser une organisation cloisonnée et fragmentée des équipes de recherche au niveau des différents Centres Régionaux de la Recherche Agronomique.

Ainsi, les nouvelles thématiques qui nécessitent une exploration approfondie et une prise en charge par des compétences à la fois scientifiques et techniques en matière de la santé des cultures peuvent tourner autour des axes suivants :

• Développer de nouvelles approches et méthodes durables en matière de protection des plantes ;

• Comprendre les mécanismes de défenses et/ou d'adaptation des plantes à leurs ennemis ;

• Développer des approches et comprendre les mécanismes des interactions plantes-maladies-ravageurs-bioagresseurs ;

• Répondre aux phénomènes d'apparition de la résistance des ennemis des cultures à des traitements phytosanitaires ;

• Développer des méthodes de lutte propres et durables dans le domaine de la protection des plantes ;

• Développer un système performant de veille et de surveillance de la santé des cultures ;

• Cartographier, développer des collections de microorganismes et de ravageurs et dresser une situation de la biodiversité génétique des champignons, bactéries, virus, nématodes, ravageurs, ... ;

• Contribuer à l'évaluation des risques phytosanitaires ;

• Renforcer les compétences existantes dans les disciplines de génétique, phytopharmacie, moléculaire, bioinformatique, biochimique.

Les productions animales

La recherche menée dans le cadre du PRMT 2013-16 est globalement une suite de celle héritée de l'ancien Programme Viandes Rouges de l'INRA. Ce dernier a démarré dans les années 90 pour l'espèce ovine et a intégré l'espèce caprine pendant les années 2000. Comme les thématiques de recherche, l'équipe des chercheurs et les plateformes de recherche (Troupeaux expérimentaux, laboratoires, ...) sont pratiquement restées les mêmes avec quelques nouveautés de recherche qui restent insuffisantes. Or, depuis l'arrivée du PMV, et avec la dynamique qu'il a créé, les attentes sont importantes pour accompagner cette stratégie. Les Contrats Programmes (CP) des filières animales autres que la FVR (lait, avicole, apicole et camelin) sur toute la chaîne de valeur offrent des opportunités d'accompagnement énormes, et certains domaines du Pilier II comme les parcours et les changements climatiques méritent plus d'intégration de la recherche pour participer à fixer la complexité des questions qui se posent à différents niveaux. En conséquence, il est primordial et urgent que l'INRA (ou le Ministère dans le cadre de la stratégie SNFRA) dote la recherche dans le domaine des productions animales de moyens conséquents et sur le long terme. Ainsi, le renforcement des moyens pour la recherche sur les productions animales permettra notamment de :

• Mettre en phase les recherches du prochain PRMT 2017-2020 avec les doléances et les priorités des PAR et des CP des différentes interprofessions exerçant dans le domaine de l'élevage et particulièrement à l'aval des filières. En effet, ce dernier maillon a été ignoré par le passé par les politiques agricoles et qui certainement nécessite des besoins en études et en recherches importants.

Ainsi, le nouveau CP signé lors du SIAM 2017 pour la mise à niveau et le développement de la filière agroalimentaire stipule que l'INRA doit également s'intéresser davantage à l'aval des filières animales ;

• Mettre en priorité la recherche finalisée pour répondre aux doléances des partenaires à travers des résultats qui seront appliqués et transférables avec des messages clairs. En effet, les chercheurs ne doivent pas se limiter à des résultats intermédiaires qui ne trouvent pas leur chemin vers les éleveurs et le privé marocain ;

• Garder une marge de temps et de budget pour les études prospectives et les recherches scientifiques de base ou fondamentales. Cela, permettra à l'INRA de contribuer à enrichir les connaissances mais aussi d'être à l'avant garde et dans le train des institutions qui innovent et anticipent ;

• S'ouvrir à d'autres espèces animales (bovins laitiers, bovins viandes, camelins, aviculture, apiculture, ...) de façon que l'INRA puisse accompagner toutes les filières animales et pouvoir répondre aux attentes des différentes interprofessions. Toutefois, cette ouverture nécessite la création de troupeaux d'animaux expérimentaux dans les domaines de l'INRA sur lesquels les recherches seront menées ;

• Approcher les nouvelles thématiques de recherche d'actualité comme :

  - Le développement des méthodes et des outils d'amélioration et de conservation génétiques des populations d'animaux d'élevage, notamment celles en danger, telles que les populations de montagnes et les races nouvellement créées ;

  - L'élevage et l'adaptation aux changements climatiques ; En effet, la dynamique que connaît les systèmes d'élevage ruminants d'une part et l'érosion des ressources naturelles en général nécessitent une veille et des études pour un élevage durable ;

  - La détermination des mesures et pratiques d'élevage et d'agriculture susceptibles de contribuer à l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre produit par l' élevage des ruminants notamment ;

  - La détermination des possibilités d'évolution des systèmes d'élevage national vers des systèmes de production agricole durables. Il s'agit notamment d'analyser les marges comparées des systèmes de production biologiques et les systèmes de production conventionnels ;

  - La conscience et l'exigence de plus en plus du consommateur marocain en matière de la qualité des produits animaux impliquent que l'INRA doit disposer de résultats pertinents et d'innovations dans ce domaine ;

  - L'étude d'impact des innovations obtenues par la recherche en production animale sur l'élevage national ; ...

• Prioriser les domaines de recherche ayant un impact sur l'élevage national et qui répondent aux attentes des interprofessions et des éleveurs exerçant dans les filières animales en cas d'insuffisance de moyens.

L'industrie agroalimentaire

L'industrie agroalimentaire est le premier secteur industriel national contribuant avec une valeur de production de 107 milliards Dh. Cependant, les performances de ce secteur se trouvent au-dessous des ambitions et nécessitent dans certains domaines, une normalisation et une mise à niveau de l'outil industriel et des procédés de transformation.

C'est dans le cadre de la stratégie nationale des industries Agroalimentaires et la stratégie PMV que s'inscrit le Contrat Programme 2017-2021 qui lie les principales agro-industries et le gouvernement. L'enveloppe accordée à cette stratégie s'élève à 12 milliards de dirhams dont le tiers provient de fonds publics. Il s'agit d'un contrat-programme relatif au développement et à la modernisation de sept industries agro-alimentaires clés (Valorisation des agrumes et des fruits et légumes frais, fruits et légumes transformés, huile d'olive, lait, viandes, biscuiterie-chocolaterie-confiserie, pâtes et couscous) ainsi qu'aux mesures transverses.

L'INRA contribue grâce à ses laboratoires de technologies agroalimentaires dans la caractérisation de plusieurs produits agroalimentaires, notamment les nouvelles obtentions issues de la sélection variétale, comme c'est le cas des céréales, agrumes, arbres fruitiers et olivier. L'INRA est également initiateur de la certification des produits de terroirs sous signes distinctifs d'origines et de qualité (SDOQ). Cette certification reste un label important dans la distinction des produits à notoriété de qualité et un atout majeur dans le processus de commercialisation et d'exportation. En outre, grâce à son jury d'experts, l'INRA a contribué efficacement dans la caractérisation des performances organoleptiques de plusieurs produits de terroirs à notoriété au Maroc et à la caractérisation de plusieurs variétés d'olivier sélectionnées. Ce jury a œuvré également dans la caractérisation du potentiel organoleptique de plusieurs variétés de datte, de la noix du Haut Atlas, du cactus de la région des Rahmna.

Dans le cadre de la mise en œuvre de ce contrat programme qui invite les opérateurs privés à l'innovation à travers des dépôts de brevets et la réalisation d'études techniques et des programmes de recherche et développement, l'INRA doit également augmenter ses capacités d'action en renforçant son personnel chercheur et technicien d'une part, et d'autre part, en actualisant ses performances analytiques par le renforcement de ses laboratoires en équipements capables d'être en mesure de répondre aux besoins des industriels. Cette mise à jour est nécessaire pour se concorder aux exigences de qualité et de caractérisation, notamment, pour la reformulation des produits classiques ou les nouveaux produits, revus dans la dimension qualité nutritionnelle et les exigences des consommateurs sur cet aspect.

L'INRA devrait renforcer la structure de ses laboraoires en pôles d'excellence, qui restent la formule la plus adéquate dans ce contexte. Ainsi, trois laboratoires de technologie agroalimentaire peuvent être évolués en pôles d'excellence, il s'agit du **(i)** Laboratoire de technologie agroalimentaire du CRRA de Marrakech

(ii) Laboratoire de technologie agroalimentaire du CRRA de Rabat **(iii)** Laboratoire de technologie agroalimentaire du CRRA de Tanger. Ces trois laboratoires, évolués en pôles d'excellence (Encadré), seront renforcés par les capacités acquises au niveau des laboratoires de technologies agroalimentaires des Agropôles de Berkane, de Meknès et de Beni Mellal.

Pôle d'excellence en Technologie agroalimentaire de Marrakech	Pôle d'excellence en Technologie agroalimentaire de Rabat	Pôle d'excellence en Technologie agroalimentaire de Tanger
•L'industrie de valorisation des agrumes et des fruits et légumes frais ; •L'industrie des fruits et légumes transformés ; •L'industrie de l'huile d'olive. ***Besoins pour la transition vers le pôle d'excellence*** • Nécessité de mise à jour en équipements chromatographiques performants et de transformation ; • Mise en place d'un jury de dégustation des olives «agréé par le COI» ; • Recrutement d'un ingénieur pour la technologie des fruits et des légumes frais, notamment les olives ainsi que les produits agricoles transformés à fort potentiel cas des câpres, piment, cornichons ...; • Recrutement d'un ingénieur pour la technologie des huiles (Remplacer un départ en retraite) et deux techniciens spécialistes en technologie agroalmientaire.	•L'industrie de la biscuiterie-chocolaterie-confiserie ; •L'industrie des pâtes et couscous. ***Besoins pour la transition vers le pôle d'excellence*** • Nécessité d'équipements de transformation performants et d'évaluation de la qualité ; • Recrutement d'un ingénieur pour la technologie des pâtes, un ingénieur pour la technologie chocolaterie-confiserie et deux techniciens spécialistes en technologie agroalimentaire.	•L'industrie laitière ; •L'industrie des viandes. ***Besoins pour la transition vers le pôle d'excellence*** • Nécessité d'équipements de transformation performants ; • Recrutement d'un ingénieur pour la technologie laitière et deux techniciens spécialistes en technologie agroalimentaire.

Dans la même stratégie, les équipes au niveau des pôles d'excellence doivent être épaulées par des équipes de microbiologie performantes.

Économie et sociologie rurales

Partant de l'analyse de l'environnement agricole, le PMV a bâti son intervention sur deux leviers importants à savoir l'organisation des producteurs et l'investissement. Ainsi, la stratégie du PMV est basée sur sept fondements : (i) l'agriculture comme principal levier de croissance, (ii) l'agrégation comme modèle d'organisation, (iii) l'agriculture comme activité inclusive (pilier I et Pilier II), (vi) la promotion de l'investissement, (v) la contractualisation comme moyen de responsabilisation des acteurs, (vi) la durabilité comme approche (genre et environnement), et (vii) la refonte du cadre sectoriel en amont et en aval de l'agriculture.

Les recherches socioéconomiques à l'INRA sont interpellées à produire des connaissances d'aide à la prise de décision, à développer un avis sur les politiques publiques et à contribuer à l'analyse des politiques et problématiques agricoles. Compte tenu de ce qui précède, les priorités à développer pour le PRMT 2017-20 sont en relation avec les priorités du MAPMDREF et des professionnels et concernent les domaines ci-dessous :

L'Analyse des chaînes de valeur: Le PMV a organisé le secteur agricole en filières de production. Étant donné le choix fait pour centrer l'action de l'État sur sa fonction régalienne et de laisser l'activité de production au secteur privé, il a été promulgué la loi 03-12 sur les interprofessions agricoles. Celles-ci constitueront l'interlocuteur représentant les différents collèges d'une filière donnée vis-à-vis de l'État. Le gouvernement a par ailleurs signé des Contrat-programmes avec les dites interprofessions. Ces contrats comprennent les engagements des deux parties et notamment les objectifs de développement de la filière concernée, le plan d'action, les incitations et les modalités de financement. Afin d'être en harmonie avec cette approche et pour contribuer à l'analyse des performances des filières de productions, l'outil le mieux indiqué est l'analyse des chaînes de valeur. C'est un nouveau concept porteur et une approche analytique puissante et intéressante qui intègre tous les aspects de l'amont jusqu'à l'aval de la filière, prise dans son écosystème. L'analyse de la chaîne de valeur permet de planifier les besoins de la filière sur les plans politique, socio-économique, institutionnel et de gouvernance et ce selon une approche participative, systémique et systématique. L'analyse focalise sur la productivité et la compétitivité et permet d'identifier les domaines d'avantages comparatifs au niveau des maillons de production, de commercialisation, de transformation et d'identifier les activités qui sont rentables à développer et celles non rentables à améliorer. En outre, elle permet de déterminer les facteurs qui pèsent dans la formation des coûts, détermine les prix et les marges tout au long de la chaîne, ainsi que la répartition des bénéfices entre les différents acteurs. L'analyse de la gouvernance, de l'environnement politique, socioéconomique et institutionnel et de la structure de pouvoir au sein d'une chaîne de valeur permet d'identifier les acteurs influents et comprendre la répartition des marges de la chaîne. La coopération verticale entre les acteurs le long d'une chaîne permet d'augmenter sa compétitivité et facilite la communication et les transactions entre les différents maillons. L'analyse de la chaîne de valeur permet ainsi d'identifier les liens verticaux faibles ou manquants. Quant aux liens horizontaux, la coopération entre acteurs d'un même collège devrait faciliter l'apprentissage collectif, le partage des compétences, des savoirs et savoir-faire et le transfert de technologies pour améliorer les niveaux de productivité et de qualité des produits. Cette coopération permet également le partage des risques, la réduction des coûts, la création des économies d'échelle et la contribution à l'efficacité d'une chaîne. Par ailleurs, la concurrence entre ces acteurs peut inciter à l'innovation et la mise à niveau. Les résultats de l'analyse de la chaîne de valeur permettent ainsi d'orienter, conseiller et aider les décideurs à concevoir et planifier les politiques pour créer un contexte socioéconomique favorable au développement des filières de production.

L'Agrégation : L'un des chantiers sur lequel l'INRA est interpellé est celui de l'agrégation. Ce chantier a été ouvert depuis le lancement du PMV, toutefois, les résultats ne suivent pas à cause du manque de connaissances suffisantes sur le milieu humain et social dans lequel ce type de modèle est en cours de mise en œuvre. Par ailleurs, l'expérience du Maroc en matière de d'agriculture contractuelle est encore jeune et il faut capitaliser sur l'expérience des pays qui nous ont devancés. Le MAPMDREF a besoin d'analyses et d'investigations pour éclairer les décideurs d'une manière objective en valorisant les résultats des enquêtes sur le terrain, car malgré les progrès réalisés, la méfiance est de mise de la part des agrégateurs et des agrégés. Compte tenu des possibilités offertes par le chantier de l'agrégation, cet aspect est l'un des domaines sur lequel l'INRA peut montrer son utilité dans l'orientation, le conseil et l'aide à la prise de décision au niveau des mesures de politiques agricoles ;

L'économie des ressources naturelles : Compte tenu du contexte actuel marqué par le changement climatique et ses répercussions, les priorités visées concernent l'économie de l'eau d'irrigation, la rationalisation de l'utilisation des parcours et l'étude d'impact des changements globaux. L'eau, en particulier, constitue un domaine intéressant surtout pour les aspects liés à l'analyse des politiques et de la gouvernance, la modélisation, l'analyse et l'évaluation de la productivité économique et des prix de l'eau d'irrigation et le choix des spéculations qui valorisent au mieux le mètre cube d'eau. Concernant les parcours, les niveaux de dégradation atteints actuellement militent en faveur d'une approche écosystémique globale qui prend en compte le milieu humain. Ainsi, l'analyse des organisations professionnelles agricoles et de leur gouvernance seront abordées, vu leur importance dans la gestion des parcours, sachant que les solutions techniques à elles seules sont insuffisantes. Concernant le changement climatique, l'accent sera mis sur l'analyse de la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation;

Évaluation de l'impact des technologies de recherche : Les technologies produites par la recherche n'ont de sens que lorsqu'elles arrivent chez les utilisateurs. Ces technologies doivent assurer la durabilité des systèmes et donc être techniquement faisables, économiquement rentables et socialement acceptables. D'où la nécessité de mener les études d'évaluation, de rentabilité et d'impact de l'adoption des technologies agricoles. Ces études ont pour objectif de montrer l'utilité et le caractère stratégique de la recherche agronomique pour la société et de sensibiliser les décideurs politiques sur l'intérêt d'investir davantage dans la recherche agricole et ce en se basant sur des données objectives et chiffrées de terrain.

Les aspects sociologiques : Les aspects prioritaires concernent le problème de l'emploi en agriculture, le genre et les problèmes sociaux liés au développement agricole (conditions de travail, droits et obligations, responsabilité sociale, etc.). Par ailleurs, l'organisation des acteurs de différentes filières de production en tant que mesure d'amélioration des performances des chaînes de valeur, en termes de productivité et compétitivité, est un axe important à développer.

Pour l'ensemble de ces problématiques, l'équipe des sciences sociales doit contribuer à assurer la veille, développer des analyses et des réflexions, anticiper les problèmes et élaborer des outils d'aide à la décision et concentrer les efforts pour avoir un impact notable.

Les activités de recherche-développement

Le PMV a ordonné plusieurs restructurations Impactant ainsi le fonctionnement de l'INRA d'une manière générale et les activités de recherche-développement (RD) en particulier. Parmi ces changements, on note :

•L'adoption de plans régionaux fixant les objectifs de production pour chaque région et pour chaque filière de production ;

•La création de l'Office National de Conseil Agricole et la signature en 2014 d'une convention cadre entre l'INRA et cette structure ;

•L'adoption de la loi sur l'interprofession et l'élaboration de contrats programme entre l'État et l'interprofession. L'un des objectifs est la réalisation d'un programme RD pour lequel 'INRA est sollicité ;

•La mise en place de qualipôles dans le cadre du plan émergence et qui rassemblent plusieurs institutions dont l'INRA. Le rôle de ces qualipôles est de renforcer les capacités des acteurs et les accompagner pour améliorer leur compétitivité et permettre une meilleure valorisation de leur production ;

•L'adoption par l'INRA de la stratégie SNFRA qui prévoit des Programmes organisés par filières et domaines.

Devant ces changements, les activités RD devraient être orientées pour mieux suivre cette dynamique et répondre aux objectifs de développement tracés au niveau de chaque région. Elles doivent être réalisées dans la mesure du possible dans le cadre de contrats avec les différentes structures concernées. Les éléments suivants sont à prendre en considération :

Planification des activités RD : Un plan d'action par région est à préparer avec le concours des chercheurs de chaque filière et domaine. Ce plan doit contenir particulièrement les activités de vérification des technologies en milieu réel. Par ailleurs, un document dressant les principaux acquis obtenus par l'INRA est à éditer. Ce document sera la base de toute partenariat avec les utilisateurs.

Implication des partenaires : L'implication des différents partenaires est essentielle, et ce, depuis la planification du programme de recherche et de RD jusqu'à sa réalisation.

Implantation des activités RD : Les domaines expérimentaux jouent un rôle important pour le transfert des résultats de l'INRA. Des plateformes de démonstration qui durent toute l'année doivent être installés au niveau de chaque domaine. Concernant les essais chez les agriculteurs, il est souhaitable de les concentrer dans la mesure du possible dans un site pilote accessible pour une majorité d'agriculteurs au niveau de chaque région. Ceci permettra une meilleure visibilité et facilitera le suivi et l'organisation de visites.

Inclusivité des activités RD : Étant donné que le processus RD inclus les phases diagnostic, vérification, transfert et suivi évaluation, une coordination étroite est à mener entre les Services de recherche-développement (SRD) et les différents chercheurs, dont les socio-économistes. Ceci permettra de mieux cibler les travaux de recherche et de mieux orienter à travers le suivi-évaluation.

Organisation des activités RD : La RD est l'affaire de tous les chercheurs de l'INRA et chaque chercheur est tenu à lui consacrer 30% de son temps. Pars ailleurs, et dans chaque région administrative, les activités RD doivent être coordonnées par le chef du SRD relevant du CRRA concerné. Ceci permettra une meilleure visibilité de ces activités et une meilleure organisation des essais chez les agriculteurs. Aussi, le chef du SRD, chargé d'établir la liaison avec les partenaires de l'INRA au niveau régional sera mieux informée de toutes les activités RD réalisées dans sa zone d'action.

Pour renforcer davantage cette organisation, un plan de formation axé sur les méthodes de vulgarisation agricole et transfert de technologies est à prévoir pour les ressources humaines œuvrant dans les SRD. De plus, un échange d'expériences entre les responsables des SRD est à soutenir à travers le renforcement des liens et le réseautage.

Conclusion

La recherche, la recherche développement, l'innovation, et la valorisation de la recherche sont autant de missions qui incombent à l'INRA et qu'il doit assumer en allant sur la voie de la qualité et de l'excellence. Pour ce faire, l'INRA s'est doté depuis 2005 d'un processus de mise en œuvre de programme de recherche à moyen terme (PRMT) basée sur une approche systémique de priorisation. Depuis 2013, cette priorisation se fait par filière de production et domaine transverse.

L'INRA intègre et améliore son propre mode de développement en continu pour faire prévaloir ses projets et ses ambitions dans le cadre du Plan Maroc Vert (PMV) et du système national de la formation et de la recherche agricole (SNFRA) ainsi que dans la coopération internationale basée sur une compétition forte et des fonds de plus en plus limités.

Le PRMT 2013-2016 a été élaboré en tenant compte des besoins du PMV à travers les programmes agricoles régionaux (PAR), des contrat-programmes et des partenaires de l'INRA ainsi que des orientations retenues au PRMT 2009-2012. L'INRA a joué un rôle proactif dans toutes ces alliances.

La planification du PRMT 2013-2016 a été faite en considérant les ressources humaines et financières cibles projetées par l'étude du SNFRA. Ainsi, le budget accordé à l'INRA a connu une importante augmentation par rapport aux précédents PRMT profitant de l'augmentation budgétaire du département de l'agriculture et de l'instauration en 2014 du SNFRA. Toutefois, les ressources humaines n'ont pas suivi les prévisions.

L'évaluation de la recherche à l'INRA date de 2005 par contre l'accréditation, la certification et l'assurance-qualité sont des termes nouveaux. Le PRMT 2013-16 a mobilisé un large spectre de recherches, mais de façon dispersée. L'évaluation du PRMT a permis de dresser les acquis majeurs et saillants de recherche de l'INRA ainsi que des multi-performances en termes de production scientifique, de coopération et de développement des capacités. Cette évaluation a clairement montré que l'INRA reste toujours engagé dans la dynamique suscitée par le PMV et ouvert sur le partenariat national, régional et international. Le PRMT 2013-16 s'est appuyé sur des équipes de recherche diversifiées au niveau régional et national dans le cadre d'une mission majeure de production, de transfert et de partage de connaissances avec toutes les parties prenantes.

L'interprétation du PRMT 2013-16 fait ressortir que l'INRA doit renforcer plus la transdisciplinarité, le développement de nouvelles approches systémiques et de méthodologies d'analyses, ainsi que d'appuyer les équipes de recherche vers plus d'intégration et de synergie. Il est aussi primordial d'encourager l'excellence scientifique en favorisant plus d'échanges entre les structures de recherche à l'INRA aussi bien au sein d'un centre régional (CRRA) ou entre plusieurs CRRA.

Le PRMT 2013-16 a connu l'inscription de 15 variétés et la soumission au catalogue officiel de 24 autres variétés de plusieurs espèces végétales, la création d'une

race ovine (INRA 180). Le taux de publication est moyen de 0.66/chercheur/an mais les niveaux de dépôt de brevets sont très faibles. La valorisation des résultats de recherche mérite d'être améliorée et développée. Un des mérites de ce programme de recherche a été un soutien fort aux universités à travers l'encadrement 'environs 1500 étudiants à travers toute la réforme pédagogique LMD (soit 186 Doctorants, 262 Masters et 824 Licences).

Il ressort également de cette évaluation que l'INRA doit consacrer plus d'efforts dans la valorisation de ses acquis scientifiques dans les revues techniques et la littérature grise afin de les rendre plus visibles auprès de la société et des organismes de développement agricole et rural.

Cette évaluation, riche en résultats et enseignements, montre que l'INRA est une institution communicante et ouverte sur toutes les parties prenantes. En effet, environs 27000 bénéficiaires ont assisté aux différentes plates formes de démonstration, journées portes ouvertes et de renforcement de capacités organisées durant la période 2013-16. Toutefois, la communication doit être mieux organisée et renforcée à travers une feuille de route et un plan d'action.

L'INRA entretient des collaborations de longue date avec les différentes universités et établissements de l'enseignement supérieur ainsi qu'avec des organisations internationales (ICARDA, FIDA, FAO, AIEA, etc.). Durant la période entre 2013-16, l'INRA a conclu de nouveaux partenariats et a diversifié ces contrats de recherche et d'assistance. Ceci confirme que l'institut fait preuve d'une bonne capacité à mettre en cohérence des priorités nationales et internationales. Il reste qu'une stratégie de coopération mérite d'être débattue et construite.

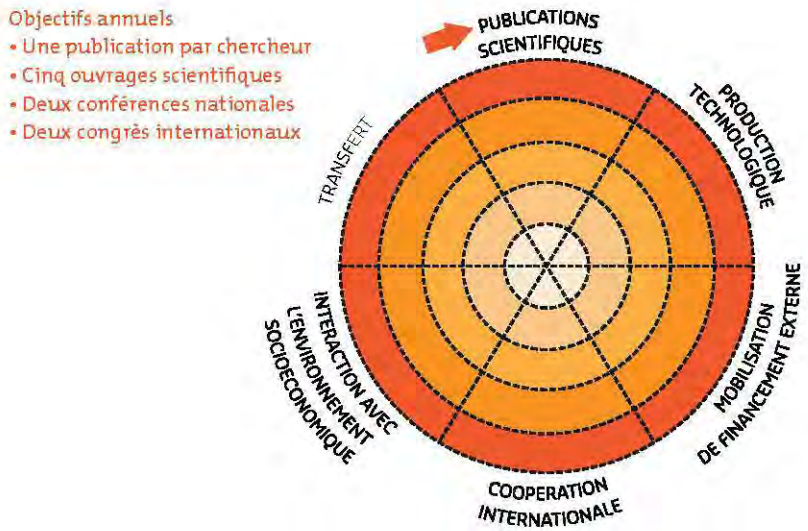
Le PRMT 2017-20, qui doit permettre de répondre à de nouveaux enjeux de la société, de pousser les frontières de recherche et d'anticiper les évolutions, est basé sur une approche distribuée de projets. En effet, pour maintenir un fort engagement scientifique de l'INRA vis-à-vis de ses partenaires et garantir un impact de la connaissance produite, le PRMT sera basé sur 18 mégaprojets. Ces mégaprojets seront construits pour accompagner les transitions scientifiques, technologiques, socio-économiques et écologiques. Ces projets doivent également assurer une forte adéquation des actions de recherche aux multiples enjeux et contextes. Cette démarche permet d'unifier la recherche éclatée à l'INRA en un nombre trop élevé de projets (147 projets durant le PRMT 2013-16) et d'équipes de recherche (souvent disciplinaires) et par conséquent d'éviter l'émiettement et la dispersion des ressources. Cette nouvelle dimension de méga-projets se veut favorable aux échanges scientifiques, encourager le décloisonnement interne à tous les niveaux et améliorer l'organisation globale de l'institut.

Le PRMT 2017-20 est construit sur la base de nouveaux chantiers de recherche ; particulièrement la génomique, la physiologie, l'agro-écologie, le réchauffement climatique, l'agro-alimentaire, l'innovation sociale et organisationnelle, les chaines de valeurs durables et la modélisation des systèmes. Ce PRMT sera

partagé et discuté avec les partenaires pour sa validation mais aussi son amélioration et actualisation au cours de son opérationnalisation.

A travers ce PRMT, l'INRA vise également la mise à niveau des équipements des infrastructures de recherche (laboratoires, stations de recherche, serres, etc.) et l'utilisation de toute technologie émergente et de pointe ainsi que la création de laboratoires d'excellence certifiés (sols, biotechnologies, technologies agro-alimentaires, qualité environnementale, etc.). En effet, la transformation des connaissances et des informations scientifiques et techniques en moteurs d'innovations est un objectif majeur de la stratégie scientifique de l'INRA.

L'INRA ne peut pas tout faire au risque de ne pas être performant et doit recentrer son action sur son cœur de métier, la recherche scientifique. De ce fait, le PRMT 2017-20 est un programme de recherche séquencé et hiérarchisé qui vise l'impact du savoir produit sur l'agriculture et l'agriculteur marocain. Cet impact doit aussi déboucher, directement ou indirectement, sur des produits ou des services exploitables et/ou commercialisables ainsi que sur des brevets protégés par la loi et les organismes de pratection de la PI. La valorisation et l'impact des résultats de recherche du PRMT 2017-20 sont explicités dans la figure ci-dessous. Il reste que pour satisfaire le SNFRA, la publication dans des revues scientifiques nationales ou internationales à comité de lecture constituera le principal canal de communication des résultats de recherche.



Objectifs en terme de valorisation du PRMT 2017-20

Pour ce faire, ce PRMT doit se baser sur trois axe : (i) la responsabilisation du corps scientifique et technique avec lettres de mission chiffrées ; (ii) la mise en œuvre d'un système rigoureux d'implémentation, d'exécution et de budgétisation des activités et actions de recherche et de recherche-développement et (iii) le changement et/ou le renouveau du processus de prise de décision, de métho-

dologies et d'approches pour la répartition des compétences, la création de valeurs, la communication et le partage des connaissances et des perspectives. Pour assurer que ces trois axes soit concrets, le système de suivi-évaluation sera appuyé par un système d'information, d'accompagnement et de cartographie des besoins (humains, matériels et procéduraux). Les technologies de l'information et de la communication constituent des leviers essentiels pour exécuter et dématérialiser le prochain PRMT. En effet, durant le prochain PRMT, l'INRA connaitra la mise en œuvre d'un environnement numérique de travail et la construction de son système d'information et de gestion (SIG). Cette structure donnera des bilans des actions menées au sein du PRMT et par l'INRA dans les domaines liés à la recherche, le renforcement des capacités, le transfert de technologies et la gouvernance.

Pour le PRMT 2017-20 et comme le prévoit le SNFRA, il y aura création des unités mixtes de recherche avec les universités, et les laboratoires d'excellence et de pointe avec des partenaires internationaux ainsi que le renforcement de l'attractivité du secteur privé. Ces structures sont indispensables pour une meilleure allocation des ressources et une concentration des énergies sur des thématiques d'avenir.

En matière de partenariat, durant ce nouveau PRMT, l'INRA doit resserrer les liens avec son environnement universitaire et socio-économique et conforter son développement à l'international. En effet, les alliances seront bâties sur la base de l'intérêt mutuel et l'échange des avantages comparatifs. A l'avenir, les méga-projets pourraient devenir des outils pour améliorer la coopération nationale et internationale à travers la participation de l'INRA dans la résolution des grands défis internationaux et régionaux.

La réussite du PRMT 2017-20 dépend de l'engagement collectif de tous les acteurs de l'INRA quel que soit leur niveau de responsabilité et d'implication. Ainsi les conditions de réussite sont l'esprit d'équipe, la dynamique de groupe et le leadership. Les leviers de l'excellence sont une communication interne forte, une mutualisation des forces et entraide, et l'instauration de la culture de responsabilité, de respect et de confiance. En effet, nous aurons à mettre en œuvre des projets construits, montés et portés en commun. En outre, il est envisagé que durant le prochain PRMT, les chercheurs investissent dans des études avancées spécifiques et des travaux de prospective pour le ministère de tutelle ainsi que pour des organisations internationales ou le secteur privé.

En dernier mot, l'INRA a fourni de grands efforts pour produire des volumes importants de résultats scientifiques et prévoit de les poursuivre pour l'élaboration de recherches finalisées répondant aux questions stratégiques et émergentes. Toutefois, un mécanisme d'exploitation et de diffusion de résultats doit être réfléchi et élaboré pour s'assurer que les recherches réalisées aient un impact. L'INRA veut que le PRMT 2017-20 soit ambitieux, intégré, innovant, compétitif, évolutif et finalisé.

Liste des Figures

Figure 1 : Les domaines expérimentaux de l'INRA 16
Figure 2 : Évolution des ressources humaines de l'INRA durant la période 2013-2016 19
Figure 3 : Évolution du personnel dédié à la recherche durant la période 2013-2016 19
Figure 4 : Évolution du personnel dédié à la recherche durant la période 2013-2016 19
Figure 5 : Départs à la retraite du personnel dédié à la recherche durant la période 2017-2020 20
Figure 6 : Profils et répartitions de chercheurs en 2016 20
Figure 7 : Répartition des chercheurs sur les dix CRRA en 2016 21
Figure 8 : Répartition des chercheurs par Département Scientifique en 2016 21
Figure 9 : Répartition du temps du chercheur de l'INRA 22
Figure 10 : Accueil des stagiaires par catégories entre le PRMT 2009-20012 et le PRMT 2013-2016 22
Figure 10 : Financement ou co-financement des PhD par des partenaires externes durant la période 2013-2016 23
Figure 11 : Evolution de la moyenne du budget de l'INRA entre les périodes 2009-2012 et 2013-2016 23
Figure 12 : Évolution des budgets entre 2013 et 2016 24
Figure 13 : Comparaison de budgets injectés dans l'activité scientifiques entre le PRMT 2009-2012 et 2013-2016 24
Figure 14 : Recette propres de l'INRA entre 2013 et 2016 25
Figure 15 : Répartition des accords de coopération conclus entre 2013 et 2016 26
Figure 16 : Répartition et typologie des accords signés entre 2013 et 2016 26
Figure 17 : Répartition des partenaires nationaux de l'INRA - PRMT 2013-2016 26
Figure 18 : Les partenaires internationaux par catégorie - PRMT 2013-2016 29
Figure 19 : Projet par instance internationale - PRMT 2013-2016 29
Figure 20 : Les variétés d'orges inscrites au Catalogue en 2016 46
Figure 21 : Performances des lignées domestiquées de A. magna et A. murphyi par rapport aux variétés hexaploïdes 47
Figure 22 : Identification d'une région génomique associés à la tolérance à la sécheresse chez la lentille 49
Figure 23 : Localisation chromosomique du QTL associé à la tolérance à la sécheresse chez la lentille 49
Figure 24 : Variabilité génétique intra et inter-régions de l'orobanche 50
Figure 25 : Stade 51 de l'olivier, stade clé de la floraison 52
Figure 26 : Relation entre la teneur en polyphénols des feuilles de l'olivier et le taux d'infestation par le psylle 53
Figure 28 : Détermination de 4743 Marqueurs de type SNP permettant la discrimination entre les principales variétés 55
Figure 29 : Les Besoins en eau selon l'âge du palmier dattier Najda 55
Figure 30 : Les trois nouvelles obtentions du PRMT 2013-2016 55
Figure 31 : Cals de porte-greffes d'agrumes 57
Figure 32 : Élevage artificiel de la cératite (Pupes de la génération du laboratoire) 57
Figure 33 : Plateforme de démonstration au niveau du domaine expérimental El Menzeh 58
Figure 34 : Comparaison du taux des estérases entre le verger d'Azrou et deux vergers de régions différentes 59
Figure 35 : Révélation sur gel d'agarose des populations de carpocapse 61
Figure 36 : Méthodes de multiplication végétative des têtes de clones sélectionnés développées à l'INRA 61
Figure 37 : Variabilité phénotypique entre les clones de cactus 62
Figure 38 : Identification de la cochenille du cactus 63
Figure 39 : Micropropagation de la fraise 64
Figure 40 : La structure en chapelle améliore l'efficience de transmission de rayonnement actif de plus de 30% 65
Figure 41 : Substrat de culture hors sol 67
Figure 42 : Taux de multiplication des cormes par rapport à la densité initiale 67
Figure 43 : La fertilisation silicatée a permis une augmentation des performances des cormes même en conditions salines 68
Figure 44 : Cartographie chémotypique 68
Figure 45 : Répartition des proportions des six composés majoritaires d'Origanum compactum entre onze régions prospectées 70
Figure 46 : État des peuplements d'O. compactum et d'O. elongatum 70
Figure 47 : Trois Pools génétiques d'O. compactum révélés par analyse moléculaire 70
Figure 48 : Mesure par ultrasons et cliché échographique 70
Figure 49 : Composition de la banque de gènes (en 2016) 73
Figure 50 : Carte de vocation des terres du centre du Maroc aux céréales sous le système de la culture de conservation 75
Figure 51 : Nodulations sur racines de haricot et pois chiche 76
Figure 52 : Données CVAT compilées sur SIG 77
Figure 53 : Carte des sols de Kelaa Sraghna et de leur aptitude à l'olivier 79
Figure 54 : Carte des types de sol de Tadla-Azilal et de leur vocation générale 79
Figure 55 : Les corrélations de la biomasse et des indices de végétation (NDVI, RVI, SAVI et OSAVI) 79
Figure 56 : Évolution des espaces forestiers et pastoraux dans la région du Nord entre 1984 et 2014 80
Figure 57 : La plateforme www.cgms-maroc.ma 81
Figure 58 : Part des langues de rédaction des articles publiés dans les revues 81
Figure 59 : Répartition de l'IF pour les supports de publication des chercheurs INRA 85
Figure 60 : Part des disciplines de l'INRA dans la publication dans les revues à comité de lecture 86
Figure 61 : Répartition de l'IF pour les supports de publication des chercheurs INRA 86
Figure 62 : Éditions scientifiques et techniques de l'INRA durant le PRMT 2013-2016 87

ACRONYMES

AAA : Initiative pour l'Adaptation de l'Agriculture Africaine au Changement Climatique

AARINENA : Association of Agricultural Research Institutions in the Near East and North Africa

ABA : Acide abscissique

ACLIMAS : Adaptation to Climate Change of the Mediterranean Agricultural Systems

ACSAD : Arab Center for the Studies of Arid zones and Dry lands

ADA : Agence de Développement Agricole

AG3 : Acide gibberilique

AIA : Acide Indol Acétique

AMABIO : Association MArocaine des professionnels de la filière BIO

ANA : Acide Naphtalene Acétique

ANDZOA : Agence Nationale de Développement des Zones Oasiennes et de l'Arganier

ANOC : Association Nationale Ovine et Caprine

AOSPRA : Association des Œuvres Sociales du Personnel de la Recherche Agronomique

ARIMNET : Agricultural Research In the Mediterranean area Network

APPSG : Association des Producteurs des Plantes Sucrières du Gharb

AVIAMED: AVI anviral disease prevention and control with plant vaccines for the Mediterranean area

BacPlant: Towards a sustainable agriculture by increasing plant tolerance to biotic stress under climatic change»

BAP : Benzyl Adénopurine

BID : Banque Islamique de Développement

BIOFERT : Bio fertilisant

BM : Banque Mondiale

CAAS : Académie Chinoise des Sciences de l'Agriculture

CEC : Capacité d'échange cationique

CG/SM : Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse

CGIAR : Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale

CGMS-MAROC : Crop Growth Monitoring System - Maroc

CI : Coefficient d'Infection

CIMMYT : Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

CIRAD : Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement

CNRST : Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique

COP : Conference of the parties

CPS : Cahier des prescritions spéciales

CPCS : Construction Plant Competence Scheme

CRDI : Centre pour le Développement International MESRSFC

CRP : CGIAR Research Programs

DHS : Distinction, Homogénéité et Stabilité

DIAEA: Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole

DRA : Direction Régionale de l'Agriculture

DRCA : Direction Régionale du Conseil Agricole

EACCE : Etablissement Autonome de Contrôle et de Coordination des Exportations

ENFI : Ecole National Forestière des Ingénieurs

ENS : Ecole Normale Supérieure

ENSA : Ecole Nationale des Sciences Appliquées

EU-IFAD : Union Européenne - International Fund for Agricultural Development

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FDA : Fonds de Développement Agricole

FéDAM : Fédération interprofessionnelle de la filière de l'arboriculture fruitière au Maroc

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondial

FIFEL : Fédération Interprofessionnelle Marocaine de production et d'exportation des Fruits Et Légumes

FIMARGANE : Fédération interprofessionnelle de l'arganier

FIMASAFRAN : Fédération Marocaine Interprofessionnelle du Safran

FNM : Fédération Nationale de la Minoterie

FOLEA : Fédération interprofessionnelle des oléagineux

FUNCI : Fundacion de Cultura Islamica

HCEFLCD : Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification

HE : Huiles Essentielles

HMW-SG : High Molecular Weight Glutenin Subunit

ICARDA : Centre International de Recherche Agricole dans les Zones Arides

ICBA : International Center for Biosaline Agriculture

ICRISAT : Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides

IF : Impact Factor

IIN : Institut international de nutrition

IMILA : Initiative Maroco-Indienne de développement des Légumineuses Alimentaires

IPNI : International Plant Nutrition Institute

ISHS : International Society of Horticultural Science

IST : Information Scientifique et Technique

ISTA : Institut supérieur de technologies appliquées

JEB-Rabat : Jardin d'Essais Botaniques de Rabat

KAFACI : Korea-Africa Food & Agriculture Cooperation Initiative

LGP : Lenght Growth period

LMW-SG : Low Molecular Weight Glutenin Subunit

LOARC : Laboratoire Officiel des Analyses et de la Recherche Chimiques

MAPM : Ministre de l'Agriculture et de la Pêche Maritime

MCA : Millennium Challenge Account

MDA : Malondialdehyde

MAScIR : Moroccan Foundation for Advanced Science Innovation and Research

MESRSFC : Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche scientifique et de la formation des cadres.

Mileu MS : Murashig et Skoog

NAIK : Centre National de la Recherche Agronomique et de l'Innovation hongrois

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

OASIL : Revitalising Oasis Agro-ecosystemes trough a sustainable, integrated and landscape approach in the Draâ-Tafilalet Region

OCP : Office Chérifien des Phosphates

ONCA : Office National du Conseil Agricole

ONCF : Office National des Chemins de Fer

ONSSA : Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires

ONUDI : Organisation des Nations unies pour le développement industriel

OSAVI : optimierter bodenbereinigter Vegetationsindex

PHC : Partenariats Hubert Curien

PCR : Polymerase Chain Reaction

PGPR : Plant Growth Promoting Rhizobacteria

PMV : Plan Maroc Vert

PICC-PMV : Projet d'Intégration du Changement Climatique dans la mise en œuvre du Plan Maroc Vert

PMG : Poids de 1000 grains

PMSG : Pregnant Mare Serum Gonadotropin

PNDRS : Programme National de Développement de la Recherche Sectorielle

PRAD : Programme de Recherche Agronomique pour le Développement

PRMT : Programme de Recherche à Moyen Terme

QTL : Quantitative trait Loci

RAPD : Random Amplified Polymorphic DNA

RVI : Ratio Vegetation Index

SAR images : Synthetic aperture radar

SAVI : Soil-Adjusted Vegetation Index

SDOQ : Signes Distinctifs d'Origine et de Qualité

SIAM : Salon International de l'Agriculture du Maroc

SIDattes : Salon International des Dattes

Sifel : Salon International des Fruits et Légumes

SLD : Septoria-like diseases

SMAHo : Société Marocaine d'Agronomie et d'Horticulture

SNFRA : Système National de la Recherche et la Formation Agricole

SNP : Single-Nucleotide Polymorphism

SONACOS : Société Nationale pour la Commercialisation des Semences

SSR : simple sequence repeats

SUNABEL : Groupe des Sucreries Nationales de Betterave du Gharb et du Loukkos

SWIM : Programme de gestion intergré de l'eau

TEEAL : The Essential Electronic Agricultural Library

UPGMA : Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean

VAT : Valeur Agronomique et Technologique

Remerciements

A la demande de Monsieur le Directeur, les chercheurs de l'INRA ont été sollicités pour recueillir les données présentées dans ce Rapport d'Auto-évaluation. Nous les remercions pour leur réactivité et la qualité des travaux qu'ils ont réalisés durant ces quatre années du PRMT 2013-2016. Nous avons interagi en outre avec les chefs de CRRA et les chefs des Unités Centrales de l'INRA. Les échanges ont été constructifs et leur collaboration a contribué de manière significative à la réalisation de ce Rapport. Mes remerciements vont également à l'équipe de la Division Scientifique qui a été mobilisée ces derniers mois pour l'organisation de l'auto-évaluation et à la rédaction de ce document.

Dr Rachid Mrabet
Chef de la Division Scientifique
Institut National de la Recherche Agronomique
MAPMDREF

Ont collaboré à la réalisation de ce rapport

Al Balghitti Abdelwahed, **Al Faiz** Chaouki, **Dahan** Rachid, **El Antari** Abderraouf, **El Arab** Fatima Ezzahra, **El Asri** Mohammed, **El Fadili** Moussa, **Hammi** Fatima, **Hilali** Hamida, **Mouaaid** Abdelali, **Moussadek** Rachid, **Mrabet** Rachid, **Sbaghi** Mohamed, **Sebbata** Otmane, **Tirazi** Reddad, **Zirari** Abdelmalek.

Division de l'Information
et de la Communication

INRA - Édition 2017
Dépôt Légal : 2017MO2773
ISBN : 978-9954-0-6711-6
Conception et fabrication : HTC

المعهد الوطني للبحث الزراعي

ⴰⵙⵉⵏⴰⴳ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔ ⵏ ⵓⵔⵣⵣⵓ ⵏ ⵜⵙⵏⵍⵍⴰⵃⵜ

Institut National de la Recherche Agronomique

INITIATIVE AAA

ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AFRICAINE

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

Tél : +212 53 777 09 55
Fax : +212 53 777 00 49

www.inra.org.ma