



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
كلية العلوم الطبيعية و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم العلوم الزراعية
Département des Sciences Agronomiques

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Magister en Sciences Agronomiques
Option :

« Agroforesterie et développement rural durable en milieux semi-arides »

Présenté par : Mr. BERKANE Ibrahim

Thème

Étude d'aménagement des systèmes agroforestiers en milieux Semi-arides : cas de la plaine de la Mina (Wilaya de Relizane)

La composition du jury de soutenance :

| Nom et prénom | Grade | Qualité | Appartenance administrative |
|--------------------------|-------|---------------|-----------------------------|
| Mr. LOTMANI Brahim | Prof. | Président | Université de Mostaganem |
| Mr. BENDRAOUA Abdelazziz | Prof. | Examineur | USTO |
| Mme. SOUIDI Zahira | MCA | Examinatrice | Université de Mascara |
| Mr. BENABDELLI Kheloufi | Prof. | Encadreur | Université de Mascara |
| Mr. LARID Mohamed | MCA | Co- Encadreur | Université de Mostaganem |

Année universitaire : 2015/ 2016

Remerciements

Louange à Dieu, Seigneur tout puissant

Qui nous a comblé de sa miséricorde jusqu'à la réalisation de ce modeste travail.

*En premier lieu, je tiens à remercier mon directeur de mémoire, Monsieur **BENABDELI Kheloufi**, professeur au département de Biologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (Université de Mascara) pour m'avoir accordé sa confiance en acceptant de m'encadrer, mais aussi pour ses informations, ses conseils, ses orientations, qui ont été fort précieux.*

*Je tiens aussi à remercier Monsieur **LARID Mohamed**, Maître de conférences au département de l'Agronomie de l'Université de Mostaganem, avec qui j'ai eu la chance d'effectuer ce travail et de m'avoir fait l'honneur de le diriger avec beaucoup d'attention et de patience.*

*Mes remerciements les plus respectueux vont également à Monsieur **LOTMANI Brahim**, professeur au département de l'Agronomie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (Université de Mostaganem) pour m'avoir fait le grand honneur d'accepter la présidence de ce jury.*

*Je tiens à exprimer ma gratitude à l'égard de : Monsieur **BENDRAOUA Abdelazziz**, professeur à l'USTO et Madame **SUIDI Zahéra**, Maître de conférences au département de biologie de l'Université de Mascara d'avoir bien voulu accepter d'examiner ce travail.*

Toute ma gratitude va également aux nombreuses personnes qui, au sein des différentes institutions que j'ai eu l'occasion de contacter pour réaliser ce travail (DSA, INSID, Conservation des forêt, CNCC etc.), se sont démenées pour me fournir les informations que je recherchais. Elles se sont toujours montrées bienveillantes et ont largement participé à orienter mes recherches bibliographiques ou à les compléter.

Je salue aussi tous les agriculteurs qui ont bien voulu consacrer un peu de leur temps à répondre à mes questions et à me faire part de leur point de vue à l'enquête agro socioéconomique et mon sujet traité.

A tous mes Enseignants du Magistère notamment ceux de la Faculté des Sciences de la nature et de la vie, des Universités de Mostaganem et de Mascara ainsi qu'à toute personne ayant contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

Enfin, et bien que des simples remerciements ne suffisent pas pour exprimer tout ce que je leurs dois, mes remerciements les plus chaleureux à mes parents, à ma femme et à tous les membres de ma famille.

Mots clés : *Système agroforestier, zone semi-aride, aménagement, la plaine de la Mina, Relizane.*

Situé dans le Nord Ouest du pays à une centaine de kilomètres à l'Est d'Oran, La Plaine de la Mina, d'une superficie de 930 km² environ, d'altitude moyenne 80m, d'un climat semi-aride à aride, consiste en une portion subsidence du bassin du Bas-Chélif. Cette plaine subit encore aujourd'hui les conséquences néfastes de l'agriculture conventionnelle : la dégradation des sols (la salinité, l'érosion et perte de la fertilité), l'utilisation intensive des intrants chimiques, la monoculture, faible couvert végétal...etc. comme elle est d'une importance agronomique et économique majeure, il convient pourtant de l'aménager, de la préserver et de bien la gérer, par l'introduction de l'arbre dans les parcelles agricoles en favorisant notamment d'une agriculture plus durable. Les parcelles agroforestières de par leur synergie produisent en effet d'avantage qu'un assolement de culture pure. Ainsi les systèmes agroforestiers ont un objectif de diversifier la production tout en protégeant les cultures, la qualité des sols et des eaux, en stimulant la biodiversité et, peut être, en stockant du carbone. En outre les parcelles agroforestières correctement aménagées et gérées constituent le maillon essentiel de la durabilité et de la performance des écosystèmes agricoles.

Après une caractérisation phytoécologique et socioéconomique de la plaine de la Mina, un diagnostic exhaustif de l'occupation du sol et une analyse du fonctionnement des agrosystèmes, l'analyse typologique nous a permis une meilleure connaissance des caractéristiques des exploitations, les aménagements réalisés afin de proposer des aménagements agroforestiers adéquats par l'introduction raisonnée d'arbres sur les parcelles agricoles qui présente des retombées positives, à la fois d'un point de vue économique et agro-environnemental.

Abstract

Keywords: *Agroforestry system, semi-arid zone, management, the plain of Mina, Relizane.*

Located in the northwest of the country at a hundred kilometres east of Oran, the Plain of Mina, with an area of about 900 km², medium altitude 80 m, a semi-arid to arid climate, is a portion of subsidence in the Lower Chellif basin. This plain is still suffering today the adverse consequences of conventional agriculture: soil degradation (salinity, water and wind erosion), the intensive use of chemical inputs, monoculture, low plant cover ... etc. as it is of major agronomic and economic importance, yet it should develop it, to preserve and manage, through the introduction of trees into agricultural plots, particularly by encouraging a more sustainable agriculture. The agroforestry plots by their synergy indeed produce an advantage of crop rotation pure culture. And agroforestry systems have a goal to diversify production while protecting the crops, the quality of soil and water, stimulating biodiversity and, perhaps, by storing carbon. Furthermore agroforestry plots properly developed and managed are the essential link in the durability and performance of agricultural ecosystems.

After phytoecological and socioeconomic characterization of the plain of Mina, a comprehensive diagnosis of land use and an analysis of the functioning of agricultural systems, cluster analysis allows us a better understanding of farm characteristics, made adjustments to propose adequate agroforestry by reasoned introduction of trees on agricultural plots that this positive impact, both economically and agro-environmental perspective.

الكلمات المفاتيح: نظام الزراعة الحراجية، منطقة شبه الجافة، تهيئة، سهل مينا، غليزان.

يقع سهل مينا شمال غرب البلاد على بعد مائة كلم شرق ولاية وهران، بمساحة تقدر حوالي 900 كلم² و ارتفاع متوسط عن سطح البحر بحوالي 80 م ومناخ شبه جاف إلى جاف، و هو يمثل جزء منخفض من حوض شلف الأسفل. هذا السهل لا يزال يعاني اليوم من الآثار السلبية للزراعة التقليدية: تدهور التربة (الملوحة، الانجراف وفقدان خصوبة التربة)، الاستخدام المكثف للمدخلات الكيميائية خصوصا في زراعة الخضر، الزراعة الأحادية وانخفاض الغطاء النباتي ... الخ. بالرغم من أهميته الزراعية والاقتصادية الكبيرتين لذا يجب تهيئته، حمايته وتسييره من خلال إدخال الأشجار على مستوى المساحات الزراعية، ولاسيما عن طريق تشجيع الزراعة الأكثر استدامة. الأراضي الزراعية الموجهة للحراثة الزراعية تعطي أكبر ميزات من الزراعة المناوبة الأحادية، هذه النظم للزراعة الحراجية لديها هدف المساهمة في تنوع الإنتاج، حماية المحاصيل، جودة التربة والماء بالإضافة إلى تحفيز التنوع البيولوجي وربما تخزين الكربون. علاوة على ذلك هذه النظم للزراعة الحراجية المهيأة و المسيرة بشكل صحيح تُكوّن الحلقة الأساسية في أداء و ديمومة النظم الإيكولوجية الزراعية. بعد إعطاء وصف إيكولوجي نباتي، اجتماعي و اقتصادي لسهل مينا، بالإضافة إلى تشخيص شامل لاستخدام الأراضي وتحليل أداء النظم الزراعية. التحليل النمطي يسمح لنا بفهم أفضل لخصائص المزرعة، و كذا التهيئة المنشئة وذلك لاقتراح الزراعة الحراجية كبديل و كتهيئة ملائمة من خلال إدخال عنصر الأشجار في الأراضي الزراعية و التي تعطي آثار إيجابية، سواء على الصعيد الاقتصادي، الزراعي وكذا البيئي.

Liste des tableaux

| | | |
|-------------------|--|----|
| Tableau 1 | Caractéristiques géographiques de la station de référence | 09 |
| Tableau 2 | Les moyennes annuelles des précipitations des deux périodes | 10 |
| Tableau 3 | Précipitations moyennes mensuelles et annuelle durant les deux périodes | 11 |
| Tableau 4 | Précipitations moyennes saisonnières durant deux périodes | 11 |
| Tableau 5 | Les données thermiques (°C) de la station de Relizane de deux périodes | 12 |
| Tableau 6 | Evapotranspiration potentielle (ETP) moyenne durant les deux périodes. | 13 |
| Tableau 7 | Vitesses du vent de la station météorologique de Relizane | 14 |
| Tableau 8 | Humidité relative de l'air (%) des stations météorologiques | 14 |
| Tableau 9 | Nébulosité à la station d'Oued Djemaa | 14 |
| Tableau 10 | Durées moyennes D'insolation | 15 |
| Tableau 11 | Indice de continentalité de la zone d'étude | 15 |
| Tableau 12 | Indice d'aridité du PNUE de la zone d'étude | 16 |
| Tableau 13 | Indice de sécheresse estivale de la station de référence | 16 |
| Tableau 14 | Ambiance bioclimatique de la plaine de la Mina | 18 |
| Tableau 15 | barrages de la wilaya de Relizane | 19 |
| Tableau 16 | Nappes de la wilaya de Relizane | 21 |
| Tableau 17 | Évolution de la population 1987/2008 | 28 |
| Tableau 18 | Taux d'accroissement de la population par commune 1987/1998 | 29 |
| Tableau 19 | Taux d'accroissement de la population de la plaine de la Mina par commune 1998/2008 | 29 |
| Tableau 20 | Evolution de la population par commune entre 1987 et 2008 | 30 |
| Tableau 21 | Répartition des densités de population | 31 |
| Tableau 22 | Évolution de la population selon la dispersion | 32 |
| Tableau 23 | Répartition de la population par dispersion RGPH 2008 | 32 |
| Tableau 24 | Répartition de la population rurale | 34 |
| Tableau 25 | Répartition de la population par grands groupes d'âge (RGPH 2008) | 34 |
| Tableau 26 | Classement national de la wilaya | 35 |
| Tableau 27 | Répartition générale des terres | 37 |
| Tableau 28 | Répartition des exploitations agricoles | 37 |
| Tableau 29 | Répartition du matériel agricole | 38 |
| Tableau 30 | Répartition des productions des cultures herbacées | 40 |
| Tableau 31 | Répartition des cultures et des productions des cultures pérennes | 41 |
| Tableau 32 | Effectif de grands élevages et petits élevages | 41 |
| Tableau 33 | Infrastructures d'élevage | 42 |
| Tableau 34 | Les productions animales | 42 |
| Tableau 35 | Ouvrages de mobilisation des ressources hydriques pour la PMH | 43 |
| Tableau 36 | Répartition des superficies irriguées par spéculation et mode d'irrigation | 44 |
| Tableau 37 | Répartition des classes de l'occupation du sol et de la plaine de la Mina | 51 |
| Tableau 38 | Répartition des classes d'occupation du sol de site pilote | 55 |
| Tableau 39 | Répartition des classes d'occupation du sol selon les communes | 57 |
| Tableau 40 | Répartition des exploitations agricoles selon la classe de SAU | 58 |
| Tableau 41 | Répartition des exploitations agricoles par nature juridique (ha) | 58 |
| Tableau 42 | Répartition des exploitations agricoles enquêtées par communes | 58 |
| Tableau 43 | Salinité de l'eau du barrage de Sidi m'hamed Benaouda(Relizane) | 60 |
| Tableau 44 | Qualité de l'eau du barrage de Sidi m'hamed Benaouda (Relizane) | 60 |
| Tableau 45 | Résultats d'analyses de l'eau sur 179 points d'eau dans le périmètre de la Mina | 60 |
| Tableau 46 | Ouvrages de mobilisation et de régulation des ressources hydriques pour l'irrigation | 62 |
| Tableau 47 | Bâtiments d'élevage | 63 |
| Tableau 48 | Principales cultures légumières | 69 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tableau 49 | Rendements des cultures maraîchères | 70 |
| Tableau 50 | Rendements des cultures pérennes | 75 |
| Tableau 51 | Critères de base pour définir un système agroforestier | 87 |
| Tableau 52 | Fonctions et potentialité de l'agroforesterie | 92 |
| Tableau 53 | catégorie d'arbres et leurs Fonctions et potentialité en agroforesterie | 96 |
| Tableau 54 | Modèles de projets d'aménagement en système agroforestier « agrisylviculture » | 127 |
| Tableau 55 | Modèles de projets d'aménagement en système agroforestier « sylvopastoralisme » | 131 |

Liste des figures

| | | |
|------------------|---|-----|
| Figure 1 | localisation géographique de la plaine de la Mina | 04 |
| Figure2 | Découpage administratif de la zone d'étude | 05 |
| Figure3 | ensembles géomorphologique de la zone d'étude | 06 |
| Figure 4 | le modèle numérique du terrain (MNT) pour la wilaya de Relizane | 06 |
| Figure5 | Carte géologique de Relizane | 08 |
| Figure 6 | La variation des précipitations moyenne annuelle période (1987-2009) | 10 |
| Figure7 | Répartition des pluies mensuelles | 11 |
| Figure 8 | carte de précipitations annuelles moyennes (1987-2009) | 12 |
| Figure 9 | Diagramme Ombrothémique de la zone d'étude périodes (1918-1938) et (1987-2009) | 17 |
| Figure 10 | Localisation de la zone d'étude dans le climagramme d'Emberger, (1953). | 18 |
| Figure 11 | carte de réseau hydrologique de la zone d'étude | 19 |
| Figure 12 | profil du cours d'eau principal du bassin versant | 21 |
| Figure 13 | Taux d'accroissement de la population période 1987-2008 | 30 |
| Figure 14 | Répartition de la population par type de dispersion | 33 |
| Figure 15 | carte de zonage agricole | 36 |
| Figure 16 | répartition des terres agricoles par nature juridique | 38 |
| Figure 17 | localisation du site pilote de l'étude | 47 |
| Figure 18 | graphique des classes d'occupation du sol | 53 |
| Figure 19 | carte d'occupation du sol de la plaine de Mina | 54 |
| Figure 20 | Répartition de l'occupation du sol de site pilote d'étude | 55 |
| Figure 21 | la carte d'occupation du sol de la zone d'étude | 56 |
| Figure 22 | carte de répartition des exploitations agricoles par nature juridique | 59 |
| Figure 23 | carte du réseau du périmètre irrigué de la Mina | 61 |
| Figure 24 | calendrier des principales cultures | 69 |
| Figure 25 | Carte de salinité du sol | 81 |
| Figure 26 | Systèmes agroforestiers classifiés selon la nature de leurs composantes | 88 |
| Figure 27 | Schéma théorique des avantages de l'agroforesterie | 93 |
| Figure 28 | Schéma théorique des fonctions et services de l'arbre dans les SAF | 94 |
| Figure29 | Carte des grandes unités de sols et carte de salinité du sol | 97 |
| Figure 30 | Carte des limites de tolérance à la salinité pour les cultures végétales | 97 |
| Figure 31 | schéma illustrant la technique de l'émondage | 108 |
| Figure 32 | Modèles de projets d'aménagement en système agroforestier « agrisylviculture » | 128 |
| Figure 33 | Modèles de projets d'aménagement en système agroforestier « Sylvopastoralisme » | 132 |

Liste des photos

| | | |
|-----------------|--|-----|
| Photo 1 | Vue des terres agricoles et cultures | 40 |
| Photo 2 | parcours en végétation halophyte de type Ndjl ou la Suéda (<i>Suaeda fruticosa</i>) | 56 |
| Photo 3 | modes d'irrigation (à gauche : système aspersion / à droite (cliché INSID-2012) : Irrigation gravitaire d'un verger d'agrumes) | 62 |
| Photo 4 | différents types d'espèces qui forment les brise-vent | 64 |
| Photo 5 | état avancé de dégradation de la plantation de brise-vent | 64 |
| Photo 6 | clôture en lignes de branches d'arbres secs | 66 |
| Photo 7 | Cultures maraîchères (Pomme de terre - Artichaut) | 69 |
| Photo 8 | Cultures pérennes (oliveraies, abricotier, vergers d'agrumes) | 73 |
| Photo 9 | l'effet de l'irrigation par une eau salée sur le sol | 82 |
| Photo 10 | effet de la salinité sur les terres (terres abandonnées) | 82 |
| Photo 11 | Haie de brise-vent composés de peupliers au Québec | 90 |
| Photo 12 | bande riveraine Nouveau-Brunswick | 90 |
| Photo 13 | Taureaux à l'ombre d'eucalyptus en Andalousie, Espagne | 90 |
| Photo 14 | Apisylviculture Ruches d'abeilles s'alimentant des fleurs de haie et de culture | 90 |
| Photo 15 | culture sous couvert forestier « d'actée à grappes noires » près de Québec. | 90 |
| Photo 16 | agrisylviculture ou SCI | 90 |
| Photo 17 | un système agrisylvicole associant des noyers noirs à des cultures céréalières | 92 |
| Photo 18 | Les grandes fonctions de l'arbre- Diversification des paysages. | 92 |
| Photo 19 | Olivier de Bohème (<i>Eleagnus angustifolia</i> L.) | 112 |
| Photo 20 | luzerne arborescente (<i>Medicago arborea</i> L.) | 112 |
| Photo 21 | Gousses de Caroubier (<i>Ceratonia siliqua</i> L.) | 112 |
| Photo 22 | Le micocoulier (<i>Celtis australis</i> L.) | 112 |
| Photo 23 | <i>Prosopis juliflora</i> Swartz D.C. | 112 |
| Photo 24 | Le févier d'Amérique (<i>Gleditschia triacanthos</i> L.). | 112 |
| Photo 25 | Plantation de Figuier de Barbarie (<i>Opuntia ficus indica</i> L.) | 113 |
| Photo 26 | Modalités d'utilisation de l' <i>Opuntia ficus-indica</i> . | 113 |
| Photo 27 | Moutons qui se nourrissent d' <i>Atriplex nummularia</i> | 115 |
| Photo 28 | Culture en bandes de l' <i>Atriplex nummularia</i> avec des céréales. | 115 |
| Photo 29 | Plantation du cyprès vert comme brise-vent | 123 |
| Photo 30 | Plantation de <i>Casuarina equisetifolia</i> L. comme brise- vent- | 123 |
| Photo 31 | Le <i>Zizyphus lotus</i> (jujubier) | 123 |
| Photo 32 | <i>Balanites aegyptiaca</i> D , | 123 |
| Photo 33 | <i>Retama raetam</i> (Forssk.) Webb | 123 |
| Photo 34 | <i>Tamarix aphylla</i> (L.) Karst. | 123 |

ANNEXES

1- Guide d'enquêtes

2- Analyses pédologiques

3- Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| Introduction générale | 01 |
| Chapitre I : Caractérisation phytoécologique de plaine de la Mina | |
| 1. Caractérisation phytoécologique | 03 |
| 1.1. Présentation de la zone d'étude – la plaine de la Mina | 03 |
| 1.1.1. Cadre géographique | 03 |
| 1.1.2. Découpage administratif | 04 |
| 1.2. Caractérisation de la composante physique | 05 |
| 1.2.1. Aspect géomorphologique | 05 |
| 1.2.2. Le relief | 06 |
| 1.2.2.1. Zone de plaines | 06 |
| 1.2.3. Géologie | 07 |
| 1.2.4. Pédologie | 08 |
| 1.2.5. Le climat | 08 |
| 1.2.5.1. Les facteurs climatiques | 09 |
| 1.2.5.1.1. Précipitations | 09 |
| 1.2.5.1.1.1. le régime pluviométrique | 10 |
| 1.2.5.1.1.2. le régime annuel | 10 |
| 1.2.5.1.1.3. Précipitations moyennes mensuelles | 10 |
| 1.2.5.1.1.4. Régime saisonnière | 11 |
| 1.2.5.1.2. Les températures | 12 |
| 1.2.5.1.3. L'évapotranspiration | 12 |
| 1.2.5.1.4. La gelée blanche | 13 |
| 1.2.5.1.5. le Sirocco | 13 |
| 1.2.5.1.6. le vent | 13 |
| 1.2.5.1.7. Humidité relative | 14 |
| 1.2.5.1.8. Nébulosité | 14 |
| 1.2.5.1.9. Durée d'insolation | 14 |
| 1.2.5. Synthèse climatique | 15 |
| 1.2.5. Indice de continentalité ou indice de Debrach (1953) | 15 |
| 1.2.5. Indice d'aridité du PNUE | 16 |
| 1.2.5. Indice de sécheresse | 16 |
| 1.2.5. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls & Gaussen (1953) | 16 |
| 1.2.5. Quotient pluviométrique et climagramme D'Emberger (1955) | 17 |
| 1.2.6. Les ressources en eau | 19 |
| 1.2.6.1. Les eaux de surfaces | 19 |
| 1.2.6.1.1. Réseau hydrographique de la plaine de la Mina | 19 |
| 1.2.6.2. les eaux souterraines | 21 |
| 1.2.6.2.1. L'hydrogéologie de la plaine de la Mina | 21 |
| 1.3. Caractérisation de la composante biologique | 21 |
| 1.3.1. La biodiversité animale | 21 |
| 1.3.2. La biodiversité végétale | 22 |
| 1.3.2.1. La végétation cultivée | 22 |
| 1.3.2.1.1. La strate arborée | 22 |
| 1.3.2.1.1. La strate basse (herbacée) | 23 |
| 1.3.2.1. La flore spontanée | 24 |

Chapitre II : Caractérisation socioéconomique de plaine de la Mina

| | |
|--|----|
| 1. Caractéristiques démographiques | 27 |
| 1.1. Évolution et répartition spatiale de la population | 27 |
| 1.1.1. Evolution de la population au cours des périodes intercensitaires | 27 |
| 1.1.1.1. Évolution de la population au cours de la période 1987/1998 | 27 |
| 1.1.1.2. Évolution de la population au cours de la période 1998/2008 | 27 |
| 1.1.1.3. Évolution de la population par commune | 28 |
| 1.1.2. Analyse des résultats du RGPH 2008 | 30 |
| 1.1.2. Répartition de la population par commune | 31 |
| 1.1.2.1. Répartition des densités de la population | 31 |
| 1.1.2.2. Répartition de la population par type de dispersion | 32 |
| 1.2. La population rurale | 33 |
| 1.3. Structure de la population par catégorie d'âge | 34 |
| 2. Caractéristiques économiques | 35 |
| 2.1. La vie économique | 35 |
| 2.1. L'activité agricole | 35 |
| 2.1.1. Les grandes zones agricoles | 36 |
| 2.1.2. Exploitations agricoles | 37 |
| 2.1.3. Les moyens techniques - Mécanisation | 38 |
| 2.1.4. Les cultures pratiquées | 38 |
| 2.1.4.1. Les cultures herbacées | 39 |
| 2.1.4.2. Les cultures pérennes | 40 |
| 2.1.5. Les productions animales | 41 |
| 2.1.6. Les activités hydro-agricoles | 42 |

Chapitre III : Diagnostic de l'occupation du sol et description de son agrosystème

| | |
|--|----|
| 1. Méthodologie et outils de travail | 45 |
| 1.1. Choix de la démarche | 45 |
| 1.1.1. Sources de données | 45 |
| 1.2. Présentation du site pilote | 46 |
| 2. Diagnostic de l'occupation du sol | 48 |
| 2.1. L'occupation du sol (Land Cover) | 48 |
| 2.1.2. Importance des données sur l'occupation du sol | 48 |
| 2.1.3. Outils de collecte de données | 49 |
| 2.2. L'occupation du sol de plaine de la Mina | 50 |
| 2.2.1. Résultats statistiques issus de la carte de l'occupation du sol | 51 |
| 2.2.2. Répartition de l'occupation du sol | 51 |
| 2.2.2.1. Occupation du sol agricole | 51 |
| 2.2.2.2. Occupation hors agricole | 52 |
| 2.2.3. Synthèse sur l'occupation des sols | 53 |
| 3. L'occupation du sol de site pilote | 54 |
| 3.1. Mode d'exploitation du milieu | 57 |
| 3.1.1. Le Foncier | 57 |
| 3.1.2. Statut juridique des terres | 58 |
| 3.2. L'utilisation de l'eau | 60 |
| 3.2.1. La qualité de l'eau d'irrigation | 60 |
| 3.3. L'aménagement agricole | 62 |
| 3.3.1. Infrastructures d'élevage | 62 |
| 3.3.2. Les brises vents, les clôtures et les alignements | 63 |
| 3.3.3. Alignements et clôtures | 65 |
| 4. Caractérisation des systèmes de culture et d'élevage | 66 |
| 4.1. Système de culture | 66 |
| 4.2. Système d'élevage | 66 |
| 4.3. Système de production agricole | 67 |
| 4.3.1. L'Agrosystème | 67 |

| | |
|--|----|
| 4.3.2. Exploitation agricole | 67 |
| 4.4. Systèmes de culture et d'élevage | 68 |
| 4.4.1. Le système de culture maraîchère | 68 |
| 4.4.2. Le système de grandes cultures | 71 |
| 4.4.3. Le système arboricole | 73 |
| 4.5. Le système "élevage " | 75 |
| 4.5.1. Système « Elevage ovin » | 75 |
| 4.5.2. Système « Elevage bovin » | 77 |
| 4.5.3. Autres Systèmes d'Elevage | 77 |
| 4.2.5. Elevage associé aux cultures | 78 |
| 5. Contraintes du développement agricole de plaine | 78 |
| 5.1. Un contexte climatique toujours incertain | 79 |
| 5.2. Une dégradation continue et alarmante des sols | 79 |
| 5.2.1. Un déclin de la fertilité du sol | 80 |
| 5.2. 2. Des sols menacés par la salinité | 80 |
| 5.2. 2. Effets néfastes de la salinité sur les sols et les plantes | 82 |
| 5.2. 3. La dégradation de la biodiversité | 82 |
| 6. Synthèse | 84 |

Chapitre IV : Introduction de l'agroforesterie

| | |
|--|-----|
| Introduction | 85 |
| 1. L'agroforesterie comme solution d'aménagement de la plaine de la Mina | 85 |
| 1.1. Présentation de l'agroforesterie | 86 |
| 1.1.1. Qu'est-ce que l'agroforesterie ? | 86 |
| 1.1.2. Système agroforestier | 87 |
| 1.1.2.1. Classification des systèmes agroforestiers | 87 |
| 1.1.2.1.1. Les systèmes agroforestiers multifonctionnels | 88 |
| 1.1.2.1.2. Les systèmes agroforestiers à vocation productive | 88 |
| 1.1.3. Les avantages de l'agroforesterie | 90 |
| 1.1.3.1. Protection des sols contre l'érosion | 91 |
| 1.1.3.2. Protection des eaux | 91 |
| 1.1.3.3. Itinéraires techniques et auto-fertilisation des sols | 91 |
| 1.1.3.4. Diversification des paysages | 91 |
| 1.1.3.5. Une meilleure productivité et rentabilité | 92 |
| 1.1.4. Impact favorable d'arbres | 93 |
| 1.1.5. Des associations envisageables avec beaucoup de précautions | 94 |
| 1.1.6. Catégories de sélection des espèces d'arbres | 95 |
| 1.2. Les systèmes agroforestiers à possibilité d'introduire dans la plaine de Mina | 96 |
| 1.2.1. Potentialité agro-écologique du sol de la zone d'étude | 96 |
| 1.2.1. Les critères de sélection | 98 |
| 1.2.3. L'agrisylviculture : une pratique à faire aménager | 98 |
| 1.2.3.1. Présentation de la pratique | 98 |
| 1.2.3.1.1. Les apports agro-environnementaux de l'agrosylviculture | 100 |
| 1.2.3.1.2. Les attraits économiques de l'agrosylviculture | 101 |
| 1.2.3.2. Identification des espèces d'arbres | 102 |
| 1.2.3.2.1. Les essences d'arbres fruitiers | 102 |
| 1.2.3.2.2. Les essences ligneuses à multifonctionnalité | 104 |
| 1.2.3.3. Quelques conseils pour la réussite du système « agrisylviculture » (SCI) | 104 |
| 1.2.4. Le sylvopastoralisme : une pratique à faire de régénérer | 105 |
| 1.2.4.1. Présentation de la pratique | 105 |
| 1.2.4.2. Identification des espèces à introduire | 106 |
| 1.2.4.2.1. Olivier de Bohême (<i>Eleagnus angustifolia</i> L) | 106 |
| 1.2.4.2.2. Luzerne arborescente (<i>Medicago arborea</i> L) | 107 |
| 1.2.4.2.3. Le caroubier (<i>Ceratonia siliqua</i> L.) | 108 |

| | |
|---|------------|
| 1.2.4.2.4. Le Micocoulier de Provence (<i>Celtis australis</i> L.) | 109 |
| 1.2.4.2.5. Prosopis juliflora Swartz D.C | 110 |
| 1.2.4.2.6. Le févier d'Amérique (<i>Gleditschia triacanthos</i> L.) | 110 |
| 1.2.4.2.7. Le Figuier de Barbarie (<i>Opuntia ficus-indica</i>) | 112 |
| 1.2.4.2.8. Atriplex halimus et Atriplex nummularia | 113 |
| 1.2.4. Les haies brise-vent : un système multifonctionnel à faire développer | 115 |
| 1.2.4.1. Présentation de la pratique | 115 |
| 1.2.4.2. Potentiel d'utilisation des haies brise-vent | 116 |
| 1.2.4.2.1. Intérêts environnementaux et agronomiques du système haie brise-vent | 116 |
| 1.2.4.2.2. Intérêts socio-économiques des haies brise-vent : produire plus du bois | 117 |
| 1.2.4.3. Identification des espèces à introduire | 117 |
| 1.2.4.3. 1.Le cyprès vert <i>Cupressus sempervirens</i> | 117 |
| 1.2.4.3. 2.Le Filao (<i>Casuarina equisetifolia</i>) | 118 |
| 1.2.4.3. 3.Le Zizyphus lotus (jujubier) | 119 |
| 1.2.4.3. 4.Balanites aegyptiaca D (le dattier du désert) | 120 |
| 1.2.4.3. 5.Retama raetam (Forssk.) Webb | 121 |
| 1.2.4.3. 6.Tamarix aphylla | 122 |
| 1.3. Modèles de projets d'aménagement en système agroforestier | 124 |
| 1.3.1. Modèles de projets d'aménagement en agrosylviculture (SCI) | 124 |
| 1.3.1. 1. Présentation des exploitations agricoles | 124 |
| 1.3.1.2. Description du projet | 124 |
| 1.3.2. Modèles de projets d'aménagement en sylvopastoralisme | 129 |
| 1.3.2.1. Présentation des exploitations agricoles | 129 |
| 1.3.2.2. Description du projet | 129 |
| 1.3.3. Besoins en eau d'irrigation des cultures | 133 |
| 1.3.4. Les résultats attendus de ces modèles de projets d'aménagement en systèmes agroforestiers proposés | 133 |
| 1.4. Les perspectives de l'introduction et du développement de l'agroforesterie | 134 |
| Conclusion générale | 136 |

Références bibliographiques

Annexes

Liste des acronymes

ABH : Agence de Bassin Hydrographique
AEP : Approvisionnement en eau potable
ANRH: Agence Nationale des Ressources Hydriques
APFA : Accession à la Propriété Foncière Agricole
ASE : Agro Socio Economique
CE : Conductivité électrique du sol
°C : degrés Celsius
CPCS: Commission de Pédologie et de Cartographie des sols
DAS : Domaine Agricole Socialiste
DRE : Direction des Ressources en Eau
DSA : Direction des Services Agricoles
EAC : Exploitation Agricole collective
EAI : Exploitation Agricole Individuelle
ETP : Evapotranspiration potentielle
FAO: Food and Agriculture Organization of the United nations
FNRDA : Fonds National de Régulation et de Développement Agricole
GCA : Générale des Concessions Agricoles
GPI : Grand Périmètre Irrigué
INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie
INSID: Institut National des Sols, de l'Irrigation et du drainage
Is : Indice de Sécheresse
J.O : Journal officiel
Kc : Coefficient Cultural
LANDSAT : Programme américain d'observation de la terre par satellite
MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement rural
MNT : Modèle Numérique de Terrain
MO : Matière Organique
ONID: Office National de l'Irrigation et du Drainage
ONM: Office National de Météorologie
ONS : office national de statistique
PATW: plan d'aménagement du territoire de la wilaya
PDARE : plan directeur d'aménagement des ressources en eau
PME : Petite et Moyenne Entreprise
PMH : Petite et Moyenne H hydraulique
PNDA. Plan national de développement agricole
PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement
RGA 2001 : Recensement Général Agricole
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SAU : Superficie Agricole Utile
SCDV : Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique
Série B : statistique agricoles annuelles
SIG : Système d'Information Géographique
SOGREAH : Société Grenobloise d'Etude et d'Application Hydraulique
SPOT : Programme européen d'observation de la terre par satellite
USDA: United States Department of Agriculture
WGS 84 : World Geodetic System (Système Géodésique Mondial- révisé 1984)

Introduction générale

Le secteur agricole Algérien fait face à des problématiques agro-environnementales diverses : fluctuation des productions agricoles qui menace la sécurité alimentaire, la dégradation des sols (la salinité, l'érosion et le déclin de la fertilité), la désertification l'utilisation intensive des intrants chimiques, le changement climatique, la dégradation des parcours, la monoculture, la perte de biodiversité...etc.

La plaine de la Mina, d'une superficie de 930 km² environ, d'une altitude moyenne 80 m, d'un climat semi-aride à aride, consiste en une portion subsidence du bassin du Bas-Chélif. Cette plaine subit encore aujourd'hui les conséquences néfastes de ces contraintes agro-écologiques. Comme elle est d'une importance agronomique et économique majeure, il convient pourtant de l'aménager, de bien la gérer et de la préserver en favorisant notamment d'une agriculture plus durable.

Face à ces problématiques agro-environnementales et cette crise du modèle agricole, la recherche d'une agriculture durable s'impose. Plusieurs solutions sont envisagées : agriculture de conservation, agriculture biologique, agro-écologie...etc. Parmi elles, l'agroforesterie est en bonne place.

L'agroforesterie, qui est définie par **Steppler et Nair (1987)** comme « l'association délibérée, dans l'espace et/ou dans le temps, de plantes pérennes ligneuses avec des cultures végétales et/ou des animaux, sur une même unité de surface » est, selon **Williams et al. (1997)**, « susceptible de limiter les problèmes environnementaux et d'aider à la préservation des milieux naturels ».

La présence raisonnée d'arbres sur les parcelles agricoles présente des retombées positives, à la fois d'un point de vue économique et agro-environnemental. Les parcelles agroforestières de par leur synergie produisent en effet d'avantage qu'un assolement de culture pure. Ainsi les systèmes agroforestiers ont un objectif de diversifier la production tout en protégeant les cultures, la qualité des sols et des eaux, en stimulant la biodiversité et, peut être, en stockant du carbone. En outre les parcelles agroforestières correctement aménagées et gérées constituent le maillon essentiel de la durabilité et de la performance des écosystèmes agricoles« **l'agroforesterie est considérée comme une pratique d'ingénierie agro-écologique** ».

L'introduction de l'arbre dans les parcelles agricoles permet tout à la fois de produire de la biomasse, d'amortir le changement climatique par stockage de carbone, de protéger les cultures des coups de chaud ou de froid, du vent, de protéger le sol de l'érosion et de réduire les impacts environnementaux liés à la monoculture (appauvrissement des sols... etc.).

L'objectif principal de cette étude est d'aller vers une agriculture durable basée sur l'association des arbres avec des cultures et d'élevage à travers la réintroduction des arbres au cœur des exploitations agricoles. Plusieurs associations ou systèmes agroforestiers sont identifiés à proposer pour résorber et résoudre ces problématiques agro-environnementales et économiques de la plaine.

Cette étude s'organise en 4 chapitres selon une méthodologie de la recherche adoptée qui s'articulée comme suit :

- dans un premier temps, **les chapitres (1 et 2)** concernent respectivement la Caractérisation phytoécologique et la caractérisation socioéconomique de la plaine de la Mina :
 - bibliographie, observation et Enquête sur terrain.
 - Caractérisation du milieu naturel avec leur composante physique et biologique
 - caractérisation socioéconomique de la zone d'étude.
- Dans **le troisième chapitre**, nous présentons la méthodologie adoptée et nous abordons le Diagnostic de l'occupation du sol avec la description de son agrosystème de la zone d'étude :
 - Analyse et traitement des données collectées de différents instituts et structures...etc.
 - Enquête et observation sur terrain

- Apport des SIG et/ou télédétection dans le diagnostic de l'occupation du sol,
- Description et répartition des agrosystèmes existants de la zone d'étude,
- Dans **le quatrième chapitre**, nous proposons les aménagements par l'introduction de l'agroforesterie » :
 - D'après le diagnostic de l'occupation du sol, l'analyse des agrosystèmes existants et les contraintes agro-écologiques du développement agricole de plaine, nous proposons des aménagements agroforestiers (modèles de projets d'aménagement en systèmes agroforestiers) adaptés aux conditions pédoclimatiques locales. Ainsi la gestion de ces systèmes agroforestiers proposés.
 - Les perspectives de l'introduction et du développement de l'agroforesterie dans la zone d'étude et en Algérie en générale
- nous terminerons ensuite par une conclusion générale

CHAPITRE I : Caractérisation phytoécologique de plaine de la Mina

1. Caractérisation phytoécologique

1.1. Présentation de la zone d'étude – la plaine de la Mina

Introduction

La willaya de Relizane est située au Nord Ouest de l'Algérie, limitée au Nord par la willaya de Mostaganem, au Sud par les monts de Beni-Chougrane, à l'Est par le massif de l'Ouarsenis et à l'Ouest par la plaine d'El-Habra.

La plaine de la Mina constitue une partie importante de la superficie totale de la willaya de Relizane (**930 km²**).

1.1.1. Cadre géographique

Le bassin du Bas-Chélif s'allonge sur plus de 300 km au Nord de la chaîne Tellienne, Béni Chougrane et Ouarsenis. L'ensemble géographique appelé les plaines de Chélif.

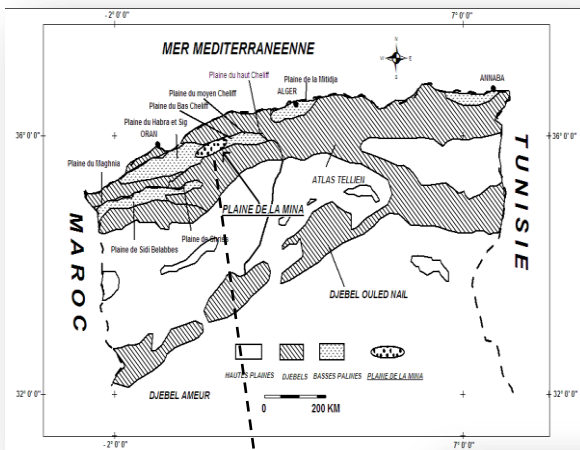
Ce domaine comporte une région déprimée, constituée de la plaine de la Mina qui occupe une superficie de 900 km², tire son nom de dernier affluent important d'oued Chélif. Elle s'inscrit entre les coordonnées géographiques suivantes (**fig. 01**) :

$$X_1 = 0^\circ 13' 48'' \quad ; \quad Y_1 = 35^\circ 26' 38''$$

$$X_2 = 1^\circ 25' 41'' \quad ; \quad Y_2 = 36^\circ 13' 40''$$

Elle est limitée :

- Au Nord, par le plateau de Mostaganem et les monts de Dahra.
- Au Sud, par les monts de Béni Chougrane.
- A l'Ouest, par la plaine d'El-Habra et le massif de Bel Hacer.
- A l'Est, par le massif de l'Ouarsenis.



Quelques plaines de centre et d'ouest d'Algérie- (Meddi. H & Meddi. M, 2009)

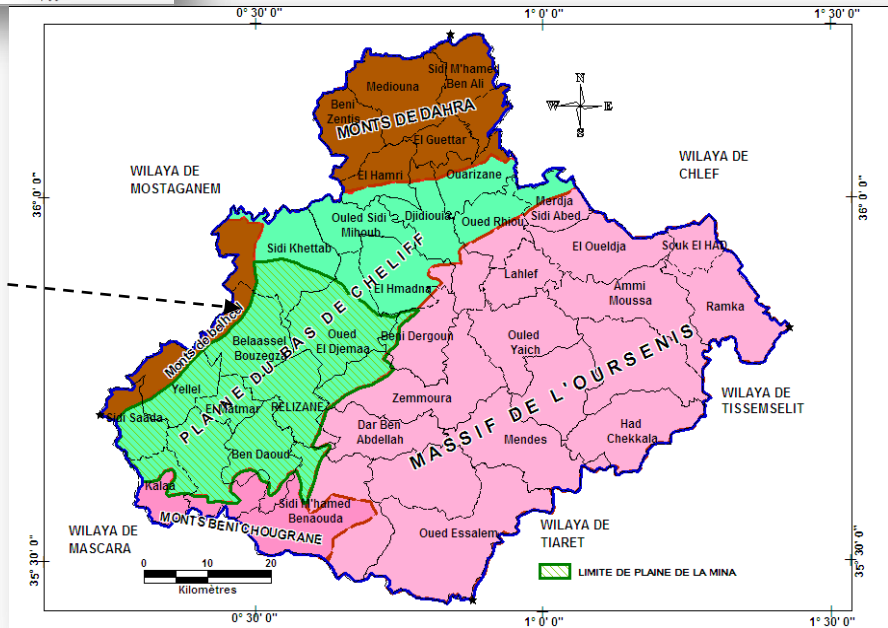


Figure n°01 : localisation géographique de la plaine de la Mina

1.1.2. Découpage administratif

La wilaya de Relizane est issue du dernier découpage administratif de 1984 institué par la loi 84-09 du 04 avril 1984. Avant cette date, cet espace était lié administrativement à la wilaya de Mostaganem. Elle se compose de 13 daïras regroupant 38 communes (**Fig. 02**), et s'étend sur une superficie de 4842,73 Km² avec une population estimée à 726 180 habitants en RGPH 2008, soit une densité de 150 hab/Km² et au 31/12/2012 à 803 278 habitants soit une densité de 166 hab/Km². La plaine de la Mina compte 08 communes totalisent une superficie de 968,71 Km² regroupant 03 dairates : Relizane, Matmar et Yellel avec une population 271 609 soit une densité de 280 hab/Km². Et en fin de 2012 la population de la plaine est estimée à 304508 soit une densité de 314 hab/Km² (**ONS, 2013**)

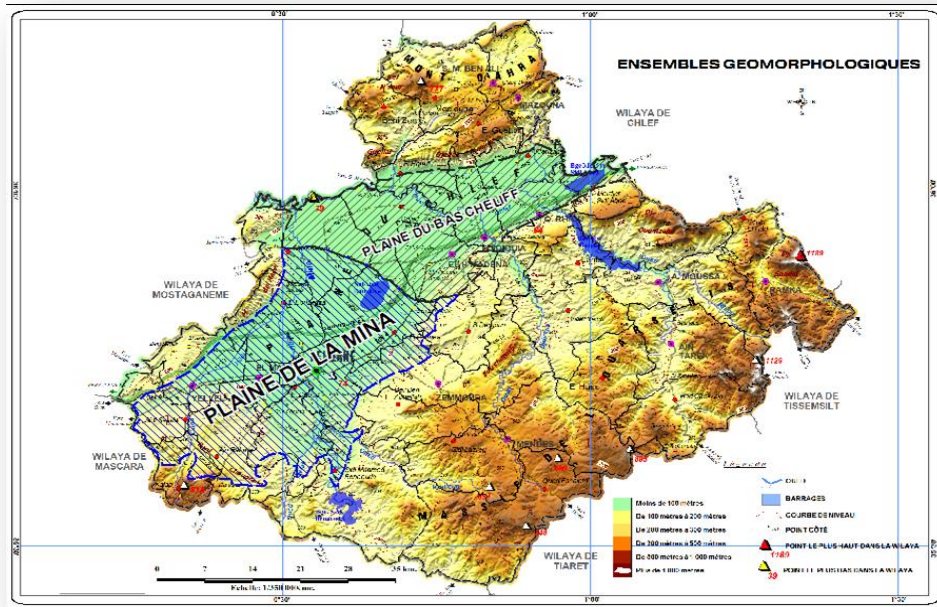


Figure n°03 : ensembles géomorphologique de la zone d'étude - PATW; SOGREA, 2013.

1.2.2. Le relief

1.2. 2.1. Zone de plaines

Constituée des plaines du bas Chélif et de la haute vallée de la Mina. Elle couvre 37% de la superficie totale de la Wilaya, la zone des plaines est située de part est d'autre de la route nationale N° 04. Elle s'étend d'Est en Ouest avec une altitude qui variée entre 40 et 200 m. Occupant la partie centrale de la Wilaya, cette zone est caractérisée par des basses plaines au relief plat (**fig. 04**).

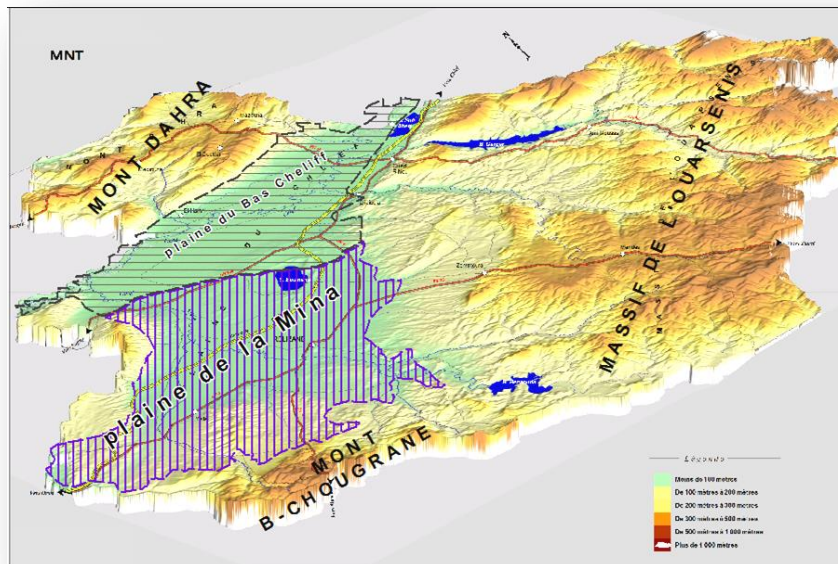


Figure 04 : le modèle numérique du terrain (MNT) pour la wilaya de Relizane - PATW; SOGREA, 2013.

1.2.3. Géologie

La plaine de la Mina est une zone déprimée dominée au sud, à l'est et l'ouest par des massifs montagneux (ANRH, 2003) :

- **Région de Hillil (Yellel) :** Au nord-ouest, elle est entourée par les monts de Belhacel, qui sont formés de grès pliocène et de sables de désagrégation de ces grès. A l'ouest, on trouve un affleurement de grès recouvert d'une croûte calcaire sur le piedmont. Au sud, les monts de Gerbouça sont formés de grès et marne du pliocène.
- **Région de Touila-Khaourara :** A l'ouest les affleurements sont formés de grès pliocène et de marnes grises du miocène. A l'est, la plaine est séparée de la vallée de la mina par des collines formées de grès et de poudingues.
- **Vallée de la Mina :** Au sud et à l'est, la vallée est bordée de massifs érodés de marnes miocènes (du helvétien) à petits cristaux de gypse. A l'ouest la vallée est bordée par des collines de Relizane, formées de grès et de poudingue encroûtés.
- **Région d'Oued Djemâa :** La partie sud- ouest d'Oued Djemâa est bordée par des affleurements de marnes et d'argiles du miocène qui se raccordent à la plaine de Relizane par un glacis de piedmont ancien, recouvert d'une croûte calcaire.

Du point de vue géomorphologique, la plaine est caractérisée par quatre types de formations géomorphologiques (Ghoul, 1974 ; Ghoul et Peter, 1974):

a) Les glacis de piedmonts : Ce sont des formations colluviales de piedmonts s'appuyant sur des versants, de topographie régulière ou peu ondulée, se raccordant, en aval à des formations colluviales ou à des alluvions. Elles sont recouvertes d'une croûte calcaire épaisse et durcie du quaternaire ancien.

b) Les alluvions : Ce sont des formations déposées par les oueds qui coulent dans la plaine (Hillil, Mina, Malah, Djemâa). Leur texture est variable et est sous la dépendance de la lithologie de l'arrière-pays drainé vers la plaine. Dans les parties basses la texture devient plus argileuse et vers le centre de la plaine, les sols de la rive gauche sont de texture moyenne et deviennent de texture fine et sont mal structurés dans la rive droite. Dans la limite Est, ces formations sont moyennement salées.

- Certains oueds ont raviné des formations géologiques salées (marnes à gypse miocène du bassin versant de la Mina, massif de gypse du trias du bassin versant de l'oued Malah) qui ont déposés dans certaines zones des alluvions salées ;

- Ces alluvions salées sont localisées dans la vallée de l'oued Malah, la plaine de Khouara, la vallée de la Mina, et la partie sud de la sebkha de Benziane (action de la nappe phréatique salée dans certaines zones et ravinement de la colline argileuse salée bordant la sebkha de Benziane) ;

c) Les cônes de déjection des oueds : Les bordures géologiques de la zone d'étude sont ravinées par des petits oueds qui déposent un cône de matériaux à l'aval de texture variable : dans la vallée de la mina et la plaine de oued djemâa, le cône de déjection comporte une texture lourde, alors que dans les zones de Khouara et Yellel, la texture est plus légère. Les couvertures sableuses sont caractérisées par des dépôts sableux épais (plus de 2m) d'origine éolienne qui proviennent des sables de désagrégation des grès pliocènes. La topographie est légèrement ondulée à uniforme. Ces dépôts sont localisés dans la plaine de Yellel au pied du massif de Belhacel.

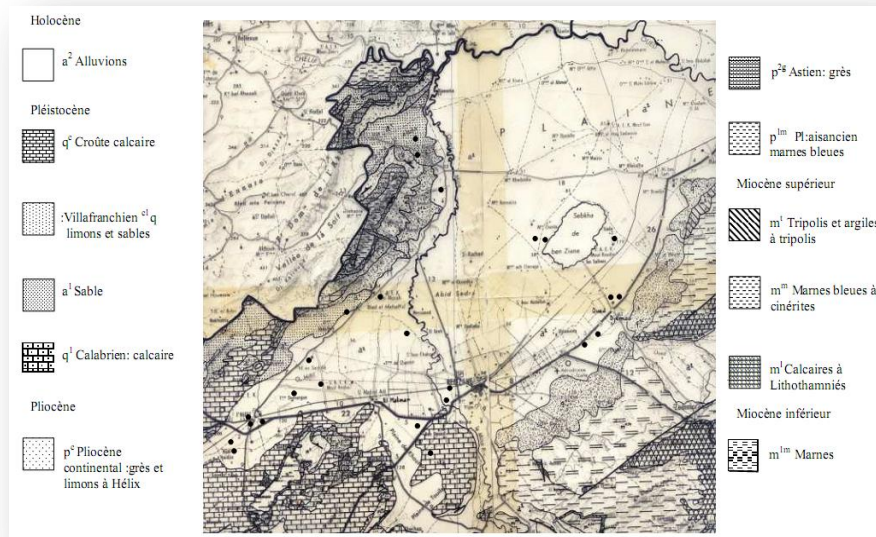


Figure 05. Carte géologique 1/50000 de Relizane - (Boualla, 2002)

1.2.4. Pédologie

La plaine de la Mina est constituée d'apports alluviaux caractérisés par des terres à structure fine (argile - limon), potentiellement salinisables, avec la présence d'un taux de calcaire appréciable. La profondeur des sols est de 1 à 1.5 m en moyenne (ANRH, 2003).

Les sols présentent, à des degrés divers, de fortes teneurs en particules fines liées à l'origine des alluviaux, des caractères vertiques, des teneurs en sels élevées et des tâches d'excès d'eau dans le profil. Les éléments fins dérivés des marnes ou argiles tertiaires confèrent au sol du périmètre une cohésion et une compacité excessives.

Ces sols de texture fine à moyenne sont plus argileux et souvent engorgés d'eau dans les dépressions. Ils présentent le plus souvent une faible teneur en matière organique qui décroît avec la profondeur pour devenir négligeable. Le pH est généralement voisin de la neutralité à légèrement alcalin (INSID, 2011).

Les sols sont regroupés dans différentes classes pédologiques qui sont : les sols peu évolués, les sols halomorphes, les sols hydromorphes, les sols calcimagnésiques et les vertisols (Ghoul, 1974 ; Ghoul et Peter, 1974).

1.2.5. Le climat

Le climat est défini par l'ensemble des actions de l'atmosphère (pluie, température, vent, etc.), c'est un facteur de distribution spatiale de la végétation de la pédogenèse (formation des sols et leur évaluation (Pierre et Alain, 1970).

L'Algérie du nord est sous l'influence d'un climat méditerranéen de transition entre le tempéré et le tropical (Emberger, 1955; Estienne & Godron, 1970) caractérisé par une période froide et humide allant de Novembre à Mars (hiver) et une autre chaude et sèche s'étalant d'Avril à Octobre.

La position méridionale de Nord Ouest du pays par rapport à la zone climatique méditerranéenne, la sécheresse estivale prolongée et l'irrégularité des pluies sont autant de facteurs écologiques limitants, menaçants perpétuellement les régions naturelles. Le milieu climatique n'est favorable pour le développement des formations végétales que sur une portion assez restreinte de cette région.

Cette région est caractérisée également par une aridité singulière car les perturbations climatiques abordent le Maghreb par l'ouest lorsque l'anticyclone des Açores occupe une position méridionale (**Benabdeli, 1996**).

D'autre part, le bâti structural de l'Algérie est orienté nord ouest – nord est. Le Tell oranais est à la même latitude que les Hautes Plaines Constantinoises et pourtant la tranche pluviométrique recueillie est totalement différente. Cette aridité est expliquée par le fait que la dorsale du moyen Atlas bloque les mouvements ascendants accentués qui redécouvrent une stabilité sur l'Algérie occidentale.

D'une manière générale le climat est relativement sec sur l'ensemble de la région nord ouest. La pluviométrie est souvent inférieure à 500 mm à l'exception des hauteurs où elle atteint 700 à 800 mm sur une étendue appréciable.

Les phénomènes météorologiques et surtout pluviométriques jouent un rôle fondamental dans toute étude d'aménagement mais, ils ne sont pas toujours simples à analyser et cela par suite de la faiblesse du réseau d'observation au niveau de la zone d'étude qui n'est qu'un échantillon représentatif du réseau météorologique national.

Le climat joue un rôle essentiel dans la répartition et le développement des plantes et la nature du sol (**Boulaine, 1971 ; Torrent 1995**) son analyse à l'échelle d'une région se base sur des données fournies par des stations météorologiques, nous avons fait une synthèse climatique de notre région d'étude sur la base des données météorologiques de la station de Relizane.

1.2.5.1. Les facteurs climatiques

Notre étude est basée sur la comparaison des données climatiques (précipitations et températures) entre deux périodes ; l'ancienne (1913-1938) qui a été obtenue à partir du recueil météorologique de Seltzer (1946), et l'autre récente (1987- 2009), qui a été fournie par l'Office National de la Météorologie (O. N. M.) de la station de Relizane (**tab. n°01**).

Cette dernière est considérée comme source des données climatiques et hydrologiques vu sa proximité de la plaine de la Mina.

Les précipitations et les températures sont les composantes majeures qui constituent la charnière du climat, car elles influent directement sur le sol et la végétation (**Djebaili, 1984**).

Afin de montrer les variations dans le temps, il a été procédé à l'analyse des données climatiques de deux périodes différentes :

- L'ancienne : **1918 -1938**
- L'autre : **1987- 2009**.

Tableau 01 : Caractéristiques géographiques de la station de référence.

| Station météo | Altitude (m) | Coordonnées géographiques: | | Période |
|---------------|--------------|----------------------------|-------------|--------------|
| | | Longitude | latitude | |
| Relizane | 79 | 0°33'36" E | 35°44'48" N | (1918-1938) |
| | | | | (1987- 2009) |

1.2.5.1.1. Précipitations

La pluviométrie varie en fonction de l'éloignement de la mer et l'exposition des versants par rapport aux vents humides (**Djebaili, 1984**). Cette dernière agit d'une manière directe sur la végétation et le sol. En effet le régime pluviométrique contribue dans une proportion importante au maintien et la répartition du couvert végétal. C'est la quantité d'eau qui tombe et qui forme la lame d'eau ou la lame pluviométrique. Elle est évaluée en mm par jour, par mois ou par an (**Aime, 1991**).

L'un des traits originaux du climat en méditerrané s'exprime par l'irrégularité des pluies le long de l'année : abondantes en automne et en hiver et parfois en printemps et presque nulles en été (Aubert & Monjauze, 1946).

1.2.5.1.1.1. le régime pluviométrique

Le régime pluviométrique est la répartition de la hauteur des précipitations annuelles entre les diverses périodes, le plus souvent entre les divers mois de l'année (Peguy 1961). L'analyse de ces régimes est basée sur les moyennes arithmétiques des deux périodes.

1.2.5.1.1.2. le régime annuel

L'examen des données de précipitation enregistrées durant deux périodes différentes, anciennes (1918-1938) selon les travaux de Seltzer (1949) et récente (tab.02) montre de nettes variations d'une époque à une autre notamment entre la récente et l'ancienne.

Tableau 02 : Les moyennes annuelles des précipitations des deux périodes

| Période | Pluie moyenne annuelle (mm) |
|----------------------|-----------------------------|
| Ancienne (1913-1938) | 325,0 |
| Récente (1987- 2009) | 257,5 |

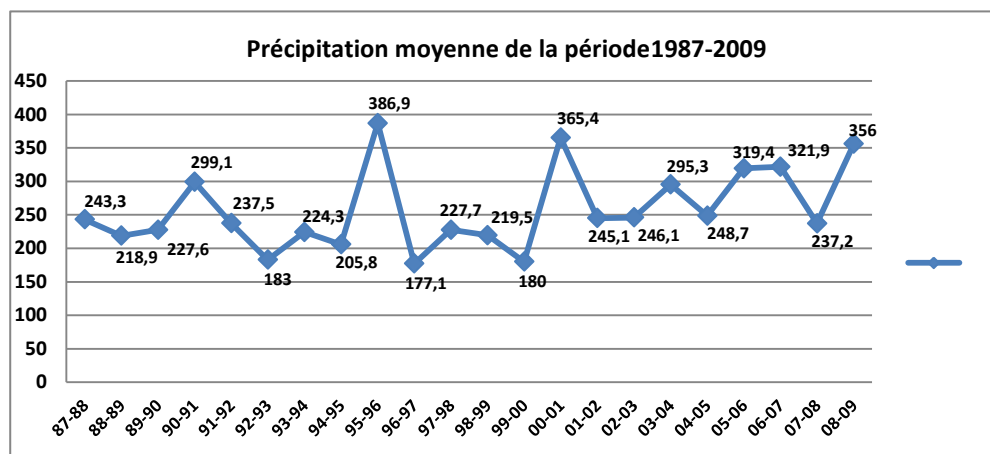


Figure n°06. La variation des précipitations moyenne annuelle période (1987-2009)

La figure n°06 représente les précipitations moyennes annuelles de 1987 à 2009 (période récente) soit un nombre d'observations N = 22 ans.

1.2.5.1.1.3. Précipitations moyennes mensuelles

L'analyse de tableau ci-dessous montre un régime saisonnier du type AHPE (période 1918-1938) et de type HP AE (période 1987-2009) avec une tranche pluviométrique annuelle et saisonnière assez bien répartie.

La comparaison des données de deux périodes anciennes et récentes révèle une notable différence. Une différence qui se traduit par une nette tendance vers un cycle de sécheresse caractérisée par un cycle long des mois secs (mi-mars jusqu'à mi-octobre).

La plaine de la Mina est caractérisée par une irrégularité spatio-temporelle de la pluviosité.

Elle reçoit une précipitation moyenne annuelle de 257,54 mm (1987-2009) (carte de précipitations (Fig n°08). Le maximum des précipitations moyennes mensuelles correspond au mois de Novembre avec 39.1 mm, et le minimum au mois de juillet avec 1.5 mm (tab .03 et fig. 07).

Tableau n° 03. Précipitations moyennes mensuelles et annuelle durant les deux périodes.

| Période | Sept | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | juin | Juit | Août | Année |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| Ancienne (1918-1938) | 13,0 | 29,0 | 45,0 | 48,0 | 47,0 | 35,0 | 37,0 | 30,0 | 32,0 | 7,0 | 1,0 | 1,0 | 325,0 |
| Récente (1987-2009) | 12,6 | 21,5 | 39,1 | 32,2 | 33,3 | 29,1 | 29,7 | 28,4 | 22,8 | 4,7 | 1,5 | 2,8 | 257,5 |

SOURCE : O.N.M

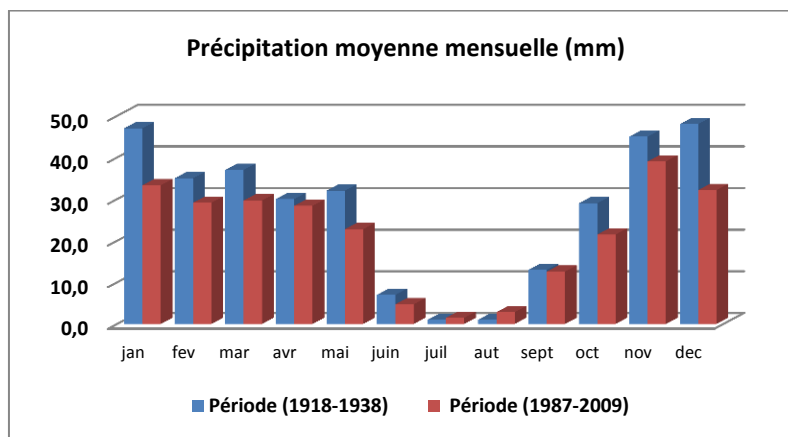


Figure n° 07 : Répartition des pluies mensuelles

1.2.5.1.1.4. Régime saisonnier

On remarque qu'il y a un changement des régimes saisonniers durant les deux périodes.

Dans la plaine de la Mina, cette répartition met en relief un rapport très marqué entre le régime thermique et le volume des pluies.

La répartition saisonnière pour la récente période (1987-2009) s'établit de la manière suivante:

- L'automne : 28,4% des apports annuels
- L'hiver : 36,7% du volume annuel
- Le printemps : 31,4% de la pluviométrie annuelle
- L'été : 3,5% du total annuel.

Cette répartition détermine pour la région un indicatif saisonnier (indicatif de Musset) de type HPAE par contre dans la période ancienne (1918-1938) l'indicatif saisonnier était de type AHPE (tab .04).

Tableau n°04. Précipitations moyennes saisonnières durant deux périodes.

| Saison | Automne | | Hiver | | printemps | | Eté | | Moyenne (mm) |
|-----------------------------|---------|------|-------|------|-----------|------|-------------|-----|--------------|
| | mm | % | mm | % | mm | % | mm | % | |
| Ancienne (1918-1938) | 122 | 37,5 | 119,0 | 36,6 | 69,0 | 21,2 | <u>15,0</u> | 4,6 | 325,0 |
| Récente (1987-2009) | 73,1 | 28,4 | 94,6 | 36,7 | 80,8 | 31,4 | <u>2,0</u> | 3,5 | 257,5 |

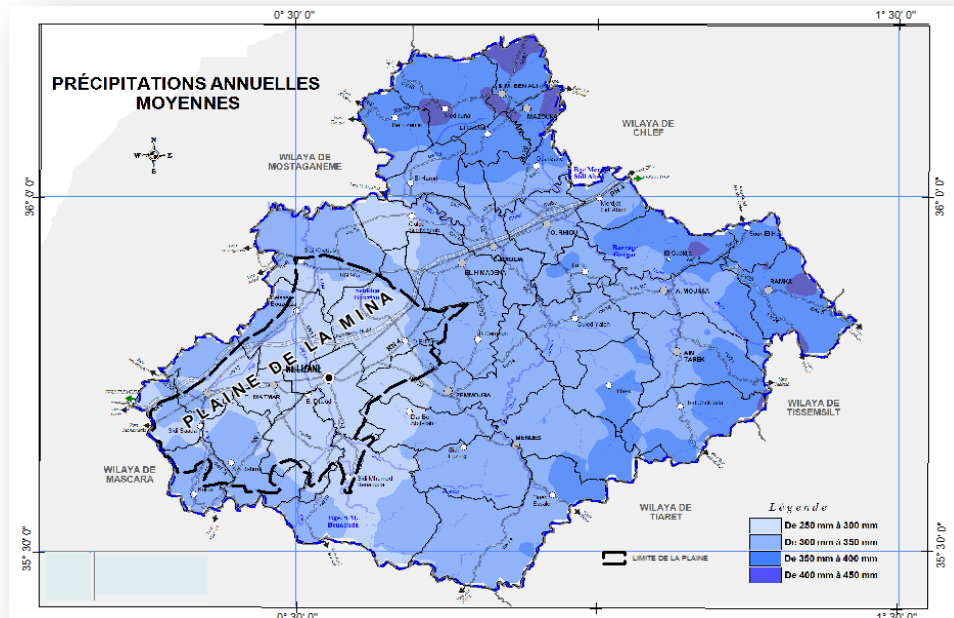


Figure n°08 : carte de précipitations annuelles moyennes (1987-2009)- PATW; SOGREA, 2013.

1.2.5.1.2. Les températures

La température est également un élément écologique fondamental en tant que facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux. Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation, ainsi que la répartition géographique des espèces (Aime, 1991). Elles jouent un rôle majeur dans la détermination du climat régional à partir des valeurs des moyennes annuelles « T » et mensuelles et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid « m » et des maxima du mois le plus chaud « M ».

La caractéristique de la température en un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance d'au moins cinq variables importantes qui sont les moyennes des minimums et des maximums, la moyenne mensuelle, le minimum absolu et le maximum absolu ainsi que l'amplitude thermique.

Des fortes variations saisonnières sont enregistrées entre le mois le plus chaude 38.9 °C, en Juillet, et le mois le plus froid 6.1 °C, en Janvier, ou la moyenne annuelle est de 20 °C (tab.05).

Tableau 05. Les données thermiques (°C) de la station de Relizane durant les deux périodes.

| Période | Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | Jt | A | Moy | M-m |
|-------------------------|--------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|-------------|------|--------------|-------------|
| Ancienne (1918-1938) | m °C | 17,6 | 12,8 | 9,1 | 5,5 | <u>4,5</u> | 5,7 | 7,1 | 9,1 | 12,3 | 15,1 | 18,6 | 19,7 | 11,4 | 14 |
| | M °C | 32,5 | 26,4 | 19,9 | 16,1 | 15,3 | 16,9 | 19,8 | 23,4 | 27,8 | 32,1 | <u>37,2</u> | 37,7 | 25,4 | |
| | Moy °C | 28,7 | 19,6 | 14,5 | 10,8 | 9,9 | 11,3 | 13,5 | 16,3 | 20,1 | 23,6 | 27,9 | 28,7 | 18,43 | |
| Récente (1987-2009) | m °C | 17 | 14,5 | 9 | 7,7 | <u>6,1</u> | 6,4 | 9,4 | 11,6 | 15 | 17 | 21,1 | 20,8 | 13,0 | 14.3 |
| | M °C | 32,5 | 27,1 | 23,1 | 19,3 | 17,2 | 18,9 | 23 | 24,2 | 30,1 | 34,7 | <u>38,9</u> | 38,5 | 27,3 | |
| | Moy °C | 24,2 | 20,8 | 15,9 | 13,6 | 11,6 | 12,8 | 16,1 | 18,5 | 22,7 | 25,8 | 29,6 | 29,3 | 20 | |

1.2.5.1.3. L'évapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle (ETP) constitue le facteur primordial caractérisant la zone d'étude, à travers la restitution de l'eau évaporée par la surface du sol recouverte de végétation, Cette composante dépend entièrement du climat ou se trouve la plaine de la Mina et s'appelle (l'évapotranspiration potentielle)

Il existe plusieurs méthodes de calcul de l'évapotranspiration :

❖ Méthodes basées sur le traitement des données statistiques des observations de plusieurs années, telles que les méthodes de Blaney-Criddle, Thornwaithe, Turc ...etc.

❖ Méthodes basées sur le bilan énergétique des champs, ce sont les méthodes de Penman, Bouchet, Brochet Gerbier.

Sur la base de nouvelles méthodes de calcul de l'évapotranspiration, la direction de FAO a élaboré des logiciels à utiliser dans le milieu DOS, CROP-WATER, pour le milieu Windows la version CROP-WATER V8. Cette méthode tient compte des facteurs climatiques de la zone d'étude.

L'évapotranspiration est très importante au mois d'Août avec 232 mm par contre elle est très faible au mois de Décembre avec 39 mm (**tab n°06**).

Tableau 06.Evapotranspiration potentielle (ETP) moyenne durant les deux périodes.

| Période | Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | Jt | A | Année |
|-----------------------------|-------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| Ancienne (1918-1938) | ETP (mm) formule Thornwaith e | 124 | 80 | 35 | 19 | 17 | 21 | 36 | 78 | 112 | 139 | 183 | 182 | 966 |
| Récente (1987-2009) | ETP (mm) formule PENMAN | 153 | 98 | 55 | 39 | 44 | 60 | 99 | 137 | 174 | 198 | 231 | 232 | 1520 |

La comparaison des données de tableau ci-dessus montre une notable différence de l'ETP mensuelles et annuelles. Une différence qui se traduit par une nette tendance vers un cycle de sécheresse.

1.2.5.1.4. La gelée blanche

Les gelées dans la zone du périmètre d'irrigation existent pendant une bonne période de l'année du fait du climat continental de la région. Les gelées représentent un risque pour les cultures agricoles surtout les maraîchères en période de semis.

Le nombre moyen annuel de jours de gelées blanchâtres est environ 40.

1.2.5.1.5. le Sirocco

Le sirocco peut être observé dans n'importe quel mois de l'année, c'est le vent sec et chaud qui assèche le sol et fait augmenter l'évapotranspiration des plantes et de ce fait il constitue un danger pour les cultures agricoles.

Le sirocco, particulièrement important, se manifeste durant la saison de l'été ; le nombre moyen de jours de sirocco par an est d'environ 20 jours.

1.2.5.1.6. le vent

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Sous l'influence des vents violents, la végétation est limitée dans son développement et par conséquence sur les rendements des cultures. Le vent a tout d'abord une action indirecte :

- en abaissant ou en augmentant la température, suivant les cas ;
- en augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant.

Dans la zone d'étude, on ne dispose que d'une station dans laquelle les vents sont observés, c'est la station de Relizane (**tab n°07**). A cette station les vents de direction Nord – Ouest et Ouest sont prédominants. En hiver certains vents d'ouest sont assez forts et peuvent atteindre des vitesses de 10 à 20 m/s.

La vitesse moyenne annuelle du vent est 2,8 m/s à la zone de la Mina Relizane

Tableau 07 : Vitesses du vent de la station météorologique de Relizane

| Station de Relizane | Mois | | | | | | | | | | | | Année |
|------------------------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------------|
| | Sept | Oct | Nov | Déc | Janv | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | Juil | Aout | |
| Vitesses du vent (m/s) | 2,7 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,0 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |

1.2.5.1.7. Humidité relative

Une des principales caractéristiques du climat de la région est la valeur assez basse de l'humidité relative des différents mois de l'année.

Pour le calcul des moyennes mensuelles et annuelles de cet élément, on a pris en considération les mesures des observations de station météorologique dans le tableau n° 09.

On constate que les taux les plus élevés de l'humidité relative sont rencontrés le matin à 6H et rarement le soir à 18H.

Le mois le plus humide est janvier et le plus sec est celle du mois de juillet.

Tableau n° 08 : Humidité relative de l'air(%) des stations météorologiques :

| Station | Humidité relative(%) | Mois | | | | | | | | | | | | Année |
|----------|----------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----------|
| | | Sept | Oct. | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | Juit | Aout | |
| Relizane | 6H | 77 | 83 | 87 | 89 | 90 | 85 | 87 | 79 | 76 | 72 | 69 | 73 | 81 |
| | 12H | 43 | 54 | 63 | 66 | 67 | 63 | 58 | 50 | 45 | 41 | 34 | 37 | 52 |
| | 18H | 55 | 57 | 77 | 79 | 80 | 74 | 72 | 60 | 53 | 48 | 43 | 46 | 63 |
| | moyenne | 58 | 65 | 76 | 78 | 79 | 74 | 72 | 63 | 58 | 54 | 49 | 52 | 65 |

1.2.5.1.8. Nébulosité

La nébulosité indique la fraction du ciel couverte par des nuages. Elle joue un rôle important sur la température et l'évaporation. Un ciel totalement couvert représente un indice de 10, un ciel clair par 0.

Une surveillance régulière de la nébulosité a été portée sur la station d'Oued Djemaa, elle bénéficie d'une période d'observation s'étalant de 1959 à 1981 (**Tab. 09**).

Tableau n°09 : Nébulosité à la station d'Oued Djemaa

| Station d'Oued Djemaa | Mois | | | | | | | | | | | | Année |
|-----------------------|------|------|------|------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-------|------|------------|
| | Sept | Oct. | Nov. | Déc. | Janv. | Fév. | Mar | Avr | Mai | Jui | Juil. | Aout | |
| Nébulosité | 2,2 | 2,7 | 3,2 | 3,4 | 3,8 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 2,3 | 1,9 | 1,2 | 1,6 | 2,7 |

D'après les données de la période d'observation, on constate que le mois le plus couvert de l'année est le mois de janvier et le mois le plus dégagé est celui de juillet.

1.2.5.1.9. Durée d'insolation

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle.

La connaissance de ce paramètre est très primordiale pour l'installation des cultures et aussi pour l'identification et la sélection des espèces d'arbres agroforestiers dans le cadre de notre étude (étude d'aménagement en systèmes agroforestiers)

La durée moyenne mensuelle de l'insolation est celle calculée d'après les données météorologique de Relizane (**tab. n°10**).

Le nombre moyen annuel d'heures d'insolation (1987-2009) est environ 2882 heures.

Le maximum est enregistré en Juillet avec 351 heures, le minimum est enregistré en Janvier (157 heures).

Tableau 10 : Durées moyennes D'insolation

| Mois | Sep | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | Juil | Aout | Année |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-------------|
| Durée d'insolation solaire (heures) | 244 | 223 | 169 | 160 | 157 | 186 | 239 | 251 | 289 | 318 | 351 | 295 | 2882 |
| Durée d'insolation solaire (heures/j) | 8,1 | 7,2 | 5,6 | 5,2 | 5,1 | 6,6 | 7,7 | 8,4 | 9,3 | 10,6 | 11,3 | 9,5 | 7,9 |
| Pourcentages(%) | 8,5 | 7,8 | 5,9 | 5,6 | 5,4 | 6,4 | 8,3 | 8,7 | 10 | 11 | 12,2 | 10,2 | 100 |

1.2.5.2. Synthèse climatique

Pour chaque pays suffisamment étendu, il existe un climat général qui dépend de sa latitude, sa proximité de la mer ou sa situation à l'intérieur du continent. Mais pour ces mêmes régions, il y'a aussi un climat dit local qui peut être plus au moins chaud ou froid ou sec ou humide (**Dahane, 2006**). La synthèse des données climatiques permet ainsi de classer ce climat afin de mieux se rendre compte sur la répartition et le comportement des différentes associations végétales et animales. De nombreux indices et formules ont été élaborés pour caractériser le climat d'une région, ils font intervenir essentiellement, la conjonction température pluviométrie.

1.2.5.2.1. Indice de continentalité ou indice de Debrach (1953)

L'amplitude thermique extrême moyenne est un paramètre climatique qui permet de définir l'indice de continentalité (**Debrach ,1953**). Il nous indique de dire si la région est sous influence maritime ou continentale. Selon la classification thermique basée sur la valeur de l'écart thermique, nous distinguons 4 types de climat qui sont regroupés dans le tableau ci dessous.

| Type de climat | M-m (c°) |
|-------------------------|---------------|
| Climat insulaire | M-m < 15 |
| Climat littoral | 15 < M-m < 25 |
| Climat semi continental | 25 < M-m < 35 |
| Climat continental | M-m > 35 |

L'indice de continentalité que nous avons calculé pour la station pendant les deux périodes à savoir la période ancienne (1918-1938) et la période récente allant de 1987 à 2009, est consigné dans le tableau n° 11.

Tableau n° 11 : Indice de continentalité de la zone d'étude

| Zone d'étude | Période | M (C°) | m (C°) | M-m (C°) | Type de Climat |
|----------------------|----------------------|--------|--------|----------|-------------------------|
| La plaine de la Mina | Ancienne (1918-1938) | 37,2 | 4,5 | 32,7 | Climat semi continental |
| | Récente (1987-2009) | 38,9 | 6,1 | 32,8 | Climat semi continental |

En se référant à la classification de **Debrach (1953)**, il apparaît clair que notre zone d'étude jouit d'un type de climat qui est de type continental caractérisant la brutalité des contrastes thermiques.

1.2.5.2.2. Indice d'aridité du PNUE

Il existe une définition proposée par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) basée sur le rapport entre précipitation et évaporation : quand ce rapport est inférieur à 0,03 nous sommes dans une région « hyper- aride » ; quand il est compris entre 0,03 et 0,20 il s'agit d'une région « aride » ; entre 0,20 et 0,50 une région « semi- aride » ; entre 0,50 et 0,75 une région « sub-humide sèche » (Bied-Charreton, 2009).

L'indice d'aridité défini par le PNUE que nous avons calculée pour la zone d'étude durant les deux périodes ancienne et récente, est consigné dans le tableau n° 12.

Tableau n° 12 : Indice d'aridité du PNUE de la zone d'étude

| Zone d'étude | Période | P (mm) | ETP (mm) | Rapport P / ETP | Type de Climat |
|---|----------------------|--------|----------|-----------------|-------------------|
| Plaine de Mina « Station de Relizane » | Ancienne (1918-1938) | 325 | 966 | 0,33 | Climat semi-aride |
| | Récente (1987-2009) | 257,54 | 1523 | 0,17 | Climat aride |

1.2.5.2.3. Indice de sécheresse

Le Houeroux (1979) suggère cet indice en complément du régime pluviothermique pour caractériser le climat méditerranéen. Il est calculé de la façon suivante :

$$I_s = P \text{ (mm)} / M \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Selon Emberger (1942) « I_s » ne doit pas passer la valeur de 7 pour le climat méditerranéen, par contre Daget (1977) a fixé le seuil à 5 pour mieux caractériser le climat méditerranéen du climat océanique. Pour notre cas, nous avons calculé l'indice de sécheresses correspondant à notre station météorologique pour les deux périodes.

P : moyenne des précipitations saison été (mm).

M : moyenne des températures maximales du mois les plus chauds (°C).

La valeur de cet indice calculé pour la station est consignée dans le tableau n° 13.

Tableau n° 13 : Indice de sécheresse estivale de la station de référence.

| Zone d'étude | Période | M (C°) | P (mm) | Indice de sécheresse |
|---|----------------------|--------|--------|----------------------|
| Plaine de Mina « Station de Relizane » | Ancienne (1918-1938) | 37,2 | 15 | 0,40 |
| | Récente (1987-2009) | 38,9 | 9,03 | 0,23 |

On ressort de ce tableau que la valeur de l'indice de sécheresse pour notre zone d'étude est de 0,40 pour la période Ancienne (1918-1938) et de 0,23 pour celle de la période Récente (1987-2009). Ces faibles valeurs de « I_s » confirment la xéricité (l'ensemble des paramètres qui déterminent un milieu caractérisé par une aridité persistante et une végétation adaptée à la sécheresse, autrement dit xérique.) de la saison sèche et la rareté des pluies estivales. Cette valeur caractérise nettement le climat méditerranéen.

1.2.5.2.4. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls & Gaussen (1953).

Selon Bagnouls & Gaussen (1953), la sécheresse n'est pas le résultat de l'absence totale des précipitations mais de leur faiblesse qui se conjugue aux fortes chaleurs. En effet un mois est considéré comme étant sec lorsque le total mensuel des précipitations est égal ou inférieur au double de la moyenne des températures soit :

$$P = 2T.$$

- **P** : précipitations mensuelles (mm).
- **T** : températures moyennes mensuelles (°C).

Ils proposent un modèle de représentation graphique où ils juxtaposent les températures et les précipitations. La sécheresse se manifeste alors lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière (**fig. n°09**).

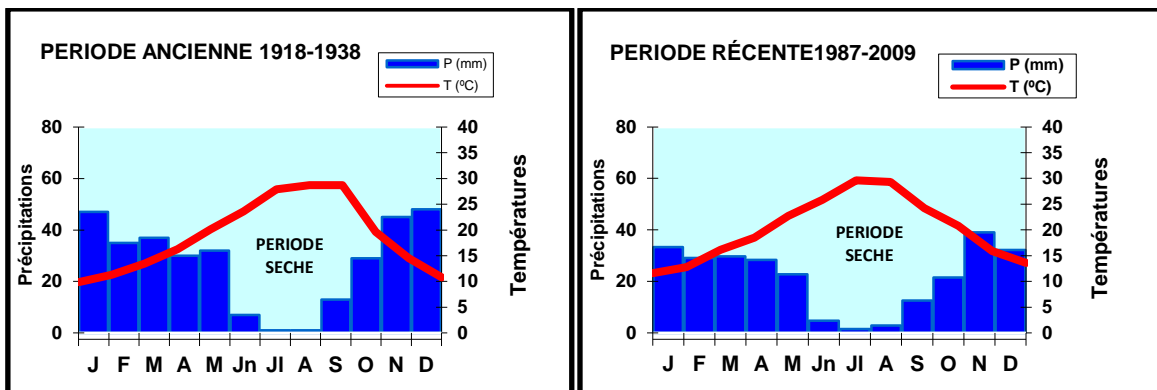


Figure n°09 : Diagramme Ombrothérmiq ue de la zone d'étude périodes (1918-1938) et (1987-2009)

L'analyse de deux diagrammes pour la plaine de la Mina permet de visualiser une période pluvieuse qui s'étend généralement d'octobre à la fin d'avril et une séquence sèche bien accusée pour le reste de l'année (du mois de avril jusqu'au mois de mi-octobre). Toutefois les mois de juin, juillet, août et septembre demeurent les mois les plus secs pour les deux périodes.

Pour ce qui est de la période sèche, en plus de la longueur de la mauvaise saison, les pluies printanières marquent une grande baisse ces dernières années. La végétation passe donc une saison très dure marquée par des perturbations sur le plan physiologique d'où la nécessité de l'irrigation pour combler le déficit hydrique.

1.2.5.2.5. Quotient pluviométrique et climagramme D'Emberger (1955)

Ce quotient nous permet de déterminer l'ambiance bioclimatique d'une région où règne le climat du type méditerranéen, en faisant intervenir les précipitations, les températures maximales et minimales selon la formule suivante :

$$Q2 = \frac{1000P}{\frac{(M - m)(M2 - m2)}{2}} = \frac{2000P}{M + m}$$

Celle-ci a été ensuite modifiée par **Stewart (1969)** et s'écrit :

$$Q3 = 3,43 \frac{P}{M+m} = \frac{M2+m2}{2} = \text{Température moyenne}$$

Le positionnement sur un tel diagramme est établi par le Q2 calculé à partir de la formule suivante :

$$Q2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

P : moyenne des précipitations annuelles (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré Kelvin ($T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273,2$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré kelvin ($T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273,2$).

Pour définir l'étage bioclimatique, nous avons utilisé le climagramme pluviothermique de

Sauvage (1963) qui combine les deux paramètres climatiques (température et pluviométrie).

Les quotients obtenus et l'ambiance bioclimatique correspondants sont indiqués dans le tableau n°

Tableau n° 14 : Ambiance bioclimatique de la plaine de la Mina.

| Zone D'étude | Période | M (K°) | m (K°) | P (mm) | Q2 | ambiance bioclimatique | |
|----------------|-------------|--------|--------|--------|-------|------------------------|----------|
| | | | | | | Etage | Variante |
| Plaine de Mina | (1918-1938) | 310,4 | 277,7 | 325 | 33,80 | Aride supérieur | Tempéré |
| | (1987-2009) | 312,1 | 279,3 | 257,54 | 26,55 | Aride inférieur | Tempéré |

Les résultats obtenus dans ce tableau, nous on permit de situer notre zone d'étude en étage bioclimatique aride supérieur à hiver tempéré (période 1918-1938) à un étage aride inferieur (période 1987-2009) (Fig. n°10).

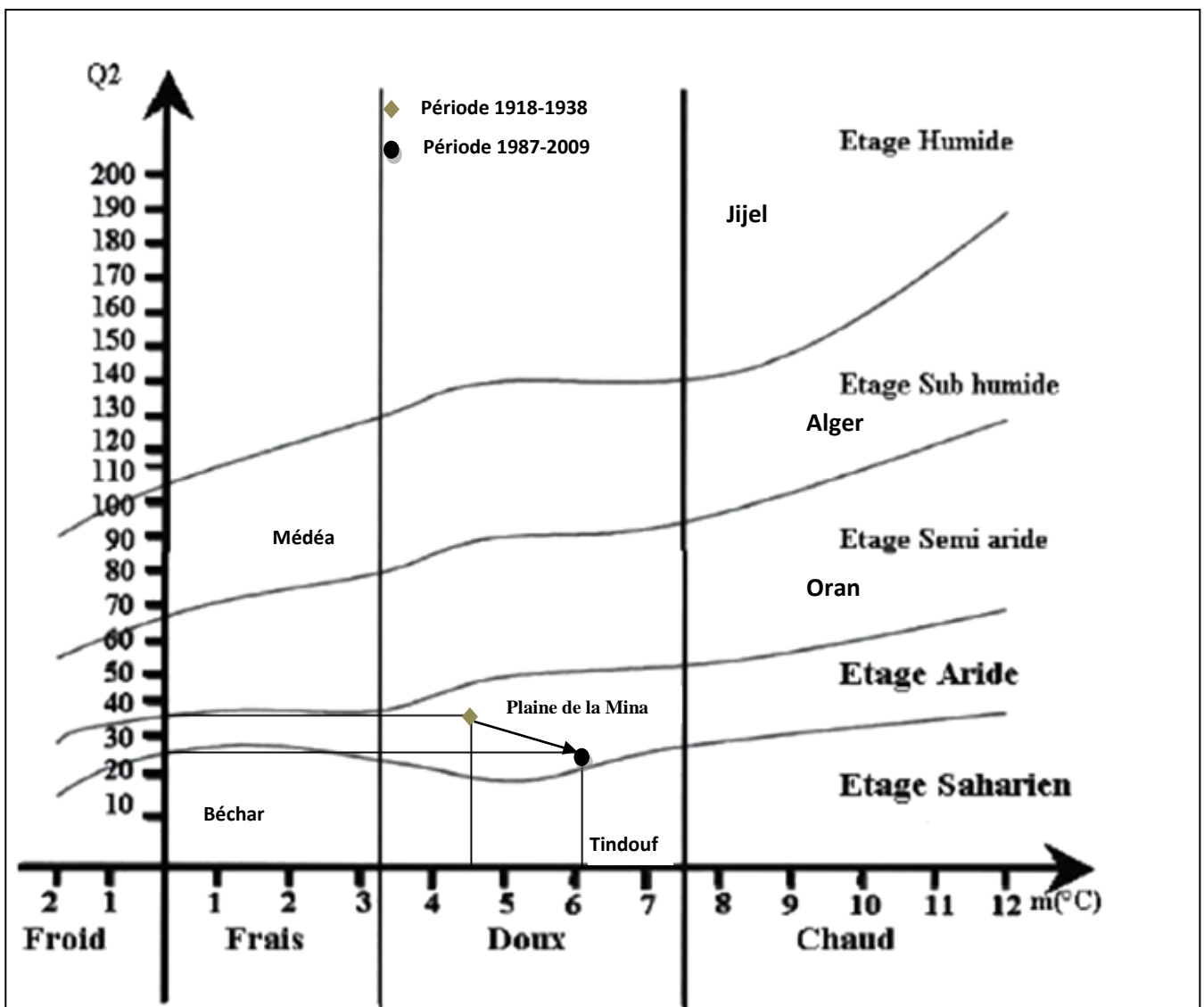


Figure n°10 : Localisation de la zone d'étude dans le climagramme D'Emberger, (1953).

1.2.6. Les ressources en eau

1.2.6.1. Les eaux de surfaces

D'un point de vue hydrologique, la wilaya de Relizane chevauche sur trois grands bassins versants (**fig. n°11**), à savoir :

- Le bassin versant de l'Oued Chélif ;
- Le bassin versant Macta ;
- Le bassin versant des Côtiers Algérois

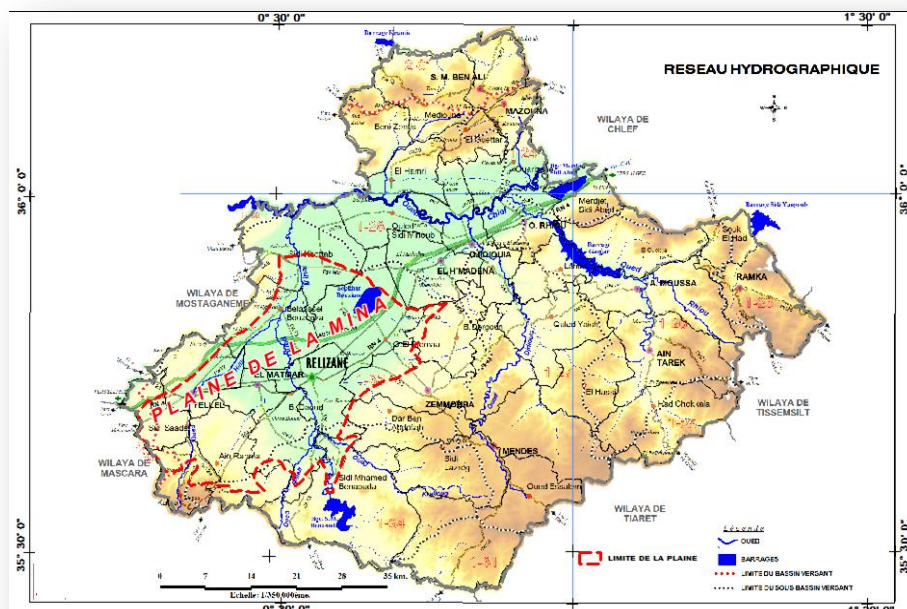


Figure n°11 : carte de réseau hydrographique de la zone d'étude- PATW; SOGREA, 2013.

On dénombre 3 grands barrages ayant une capacité de stockage de 561 millions m^3 , pouvant régulariser jusqu'à 200 Hm³ /an (Tab. n°15). Toutefois en raison des dérèglements climatiques, le volume stocké actuellement est de 295 Hm³ ce qui représente 52,6% des capacités de remplissage.

Tableau n°15: barrages de la wilaya de Relizane

| Barrage | Date de mise en eau | Capacité Initial/Actuel Hm ³ | Volume régularisé Initial/Actuel Hm ³ | Usage | Grand Périmètre irrigué |
|------------------|---------------------|---|--|-----------------|-------------------------|
| S.M.Benaouda | 1978 | 225/153 | 120/70 | AEP-Irrigations | La Mina |
| Gargar | 1989 | 450/358 | 120/90 | AEP-Irrigations | Le Bas du Cheliff |
| Merdja Sidi Abed | 1984 | 58/50 | 50/40 | AEP-Irrigations | |
| Total | / | 733/561 | 290/200 | AEP-Irrigations | |

Source : DRE de Relizane

1.2.6.1.1. Réseau hydrographique de la plaine de la Mina

La disposition du réseau hydrographique est liée en grande partie à l'évolution des phénomènes structuraux qui ont affecté la région au cours des temps géologiques.

La vallée de la Mina, affluent du Chélif inférieur, est sensiblement parallèle à celle de la Habra. Cette vallée est celle de ces affluents principaux, rivière Takhemaret (oued El-Abd), rivière de Frenda

(oued El-That), ont leur origine à la lisière des Hauts-Plateaux descendent du Sud au Nord et traversent une région très montueuse entre des falaises de grès profondément érodées (Toumi, 2013).

a) Bassin versant de la Mina

Le bassin de l'Oued Mina draine une superficie de 8200 km² comprise depuis les hautes terres (monts de Frenda) jusqu'à la mer Méditerranée par le biais du Oued Chélif.

Les principaux affluents prenant naissance à partir des montagnes et se déversant dans l'Oued Mina sont :

- Oued Abd, prend naissance des monts à partir des monts de Sidi Youcef et Boudfir et draine le djebel d'Argoub, Toukiret, Moualek et Djebel Maida.
- Oued Taht draine les monts de Kaf Safsaf passant par les monts de Keskas et Coulamzan.
- Oued Haddad draine les monts de Loukda.
- Oued Kreloua, draine les monts de Sidi Yahia et de Bou Barha.

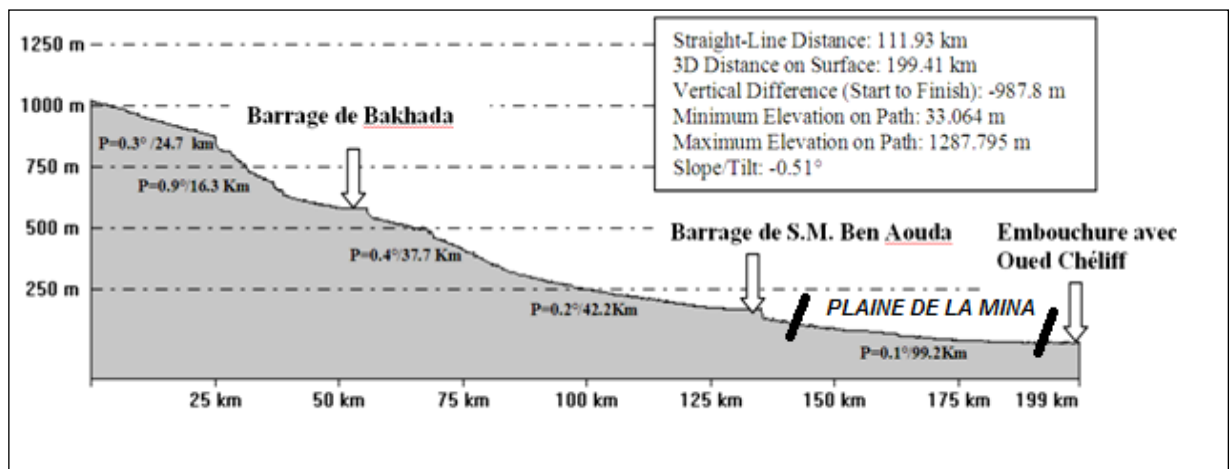


Figure n°12: profil du cours d'eau principal du bassin versant (Toumi, 2013).

A 200 m d'altitude se situe le barrage de Sidi M'Hamed Benaouda sur l'oued Mina qui rejoint l'oued Chélif environ 80 Km à l'aval du site du barrage (Fig. n°12). A quelques kilomètres en amont du barrage de S.M. Benaouda, l'oued Mina est contrôlé par le barrage de Bakhada (à 600 m) qui draine un bassin de 1300 Km² (Toumi, 2013).

Dans la plaine de la Mina, il existe deux principaux oueds: l'oued Yellel à l'est et l'oued Mina au centre qui reçoit un affluent salé au sud du périmètre : l'oued Malah.

Le réseau hydrographique est constitué par l'Oued Mina qui draine les reliefs de l'Ouarsenis et est considéré comme l'un des principaux affluents de l'Oued Cheliff.

Ces oueds charrient tous des eaux saumâtres par suite de l'existence de sources salées et du lessivage des terrains salins triasiques et miocènes de l'amont.

Ces eaux s'infiltrant et s'accumulent dans les couches sablonneuses inter stratifiées entre les argiles salées et constituent des nappes qui s'écoulent souterrainement, se dispersent et viennent s'écouler dans les petites dépressions imperméables où elles forment des marais après les fortes pluies d'hivers et les irrigations trop abondantes.

La mise en eau du barrage de Sidi M'hamed Benaouda en 1978 avec une capacité de 225 Hm³ a permis l'exploitation du potentiel en eaux de surface de l'Oued Mina pour l'irrigation de la plaine de la Mina.

1.2.6.2. les eaux souterraines

Les ressources en eau souterraines captées dans la wilaya de Relizane est utilisées pour l'agriculture, l'A E P et l'industrie ont pour origine les principales formations aquifères suivantes :

- Nappes alluviales monocouches des vallées alluviales (Oued Rhiau, Oued Djidiouia, Oued Mina et Oued El Ardjem) ;
- Nappe Alluviale de la plaine du Bas Chélif /La Mina ;
- Les formations sédimentaires imperméables ou semi perméable du Massif de l'Ouarsenis et des Monts du Dahra (peu productives) ;
- Les formations karstiques à surface libre localisées au sein du Massif de l'Ouarsenis;
- La nappe libre du plateau de Mostaganem en limite Ouest de la wilaya de Relizane.

Le tableau ci-dessous représente les différentes nappes souterraines, localisations et leurs réserves utiles en eau dans la wilaya de Relizane.

Tableau n°16 : Nappes de la wilaya de Relizane

| Dénomination de la nappe | Localisation | Région agricole | Réserves utiles Hm ³ |
|--------------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|
| Quaternaire de la Mina | Yellel, Matmar, Relizane , O/Djemaa, Sidi Khattab, Belhacel Bouzegza | Plaine de la Mina | 23 |
| Quaternaire du Cheliff | Hamri, O/S/Mihoub , Ouarizane , O/Rhiau, Merdja, Djidiouia | Plaine du Bas de Cheliff | 19 |
| Calcaires à lithothamniées | O/Rhiau | | 12 |
| Le calcaire et grés de Zemmora | Zemmora/ Draa ben Abdelah | Massif d'Ouarsenis | 05 |
| Le calcaire de Kalaa | Kalaa | Monts de Beni Chougrane | 01 |

Source: DRE de Relizane

Partant de ce fait, l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH, 2012) estime que les potentialités hydriques souterraines renouvelables disponibles seraient de l'ordre de 60 Hm³/an.

1.2.6.2.1. L'hydrogéologie de la plaine de la Mina

Sur le plan hydrogéologique, on distingue sur la plaine de la Mina, plusieurs horizons aquifères plus ou moins bien individualisés. Séparés les uns des autres par des couches d'argiles discontinues. Il existe donc des interconnexions hydrauliques entre tous ces horizons.

A partir de l'analyse lithologique et structurale, on peut détailler la plaine de la Mina en cinq (05) aquifères potentiels connus, du plus récent au plus ancien :

- ❖ Les alluvions récentes.
- ❖ Les alluvions anciennes, y compris les sables des dunes continentaux.
- ❖ Les grés à Hélix.
- ❖ Les grés à Ostréa.
- ❖ Les calcarénites du sommet des marnes bleues.

1.3. Caractérisation de la composante biologique

1.3.1. La biodiversité animale

Un inventaire de la faune, établi volontairement en 2010 par les services de la protection de la biodiversité animale et végétale de la conservation des Forêt de la wilaya de Relizane, dans les trois régions : massif d'Ouarsenis, monts de Dahra et Beni Chougrane et la plaine de Bas du Cheliff, a révélé la présence de centaine espèces d'Invertébrés, dominées par la classe des Insectes, et environ 80 espèces de Vertébrés, en majorité des oiseaux. En outre, cet inventaire a montré que la faune des zones montagnardes (Sud est et Nord) sont fortement similaires en matière de diversité faunistique. Au niveau de la plaine de la Mina, la faune est constituée des espèces suivantes :

a) Les Mammifères

En plus des espèces domestiques : mouton, chèvre, vache, lapin, âne, mulet, chien et chat, on rencontre le Hérisson d'Afrique du nord (*Erinaceus algirus*) et le Sanglier (*Sus scrofa*), des rongeurs dont le la souris domestique (*Mus musculus*), le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*), Gerboise et Chauve souris. D'autres espèces, on rencontre aussi le lièvre brun (*Lepus capensis*), le chat sauvage (*Felis sylvestris*).

b) Les oiseaux

Les plus connus dans la plaine sont : le Moineau domestique (*Passer domesticus*), la tourterelle des bois (*Streptopelia semequale*), la pie bavarde (*Lanius excubita*), la perdrix gabra (*Alectoris barbara*), et le pigeon (*Columba livia*) et autres plus ou moins abondant comme la Caille de blés.

En plus des mammifères et des oiseaux cités, les reptiles sont représentés par plusieurs espèces telles que l'agame, le caméléon commun, le lézard, la couleuvre, et la vipère.

Quant aux invertébrés, ce sont les insectes et les acariens qui sont les plus abondants et les plus diversifiés, Parmi l'entomofaune, on cite la cochenille et de nombreuses espèces de papillons, coccinelles, mouches, criquets et pucerons



Lièvre brun



Moineau domestique



Caille de blés



Hérisson d'Afrique du nord

1.3.2. La biodiversité végétale

La végétation constitue un élément important du milieu physique. D'ailleurs elle n'est que le reflet de la qualité du sol et bien sur du climat (**Benabdeli, 1996**).

La plaine de la Mina comporte deux catégories de plantes, la végétation anthropogène (agro diversité) qui occupe les terrains cultivés et la flore spontanée qui pousse dans les autres espaces.

1.3.2.1. La végétation cultivée

Les espèces de cette catégorie appartiennent à une douzaine de familles botaniques, on peut les répartir selon le port en trois strates.

1.3.2.1.1. La strate arborée

Elle est occupée par une dizaine d'espèces fruitières, dominées par les agrumes: l'oranger (*Citrus sinensis*) avec les variétés communes, WASHINGTON et THOMSON navel, DOUBLE FINE, PORTUGAISE, SANGUINE, VALENCI LATE et CANADERA en plus des autres variétés dispersées dans les vergers comme le bigaradier (*Citrus aurantium*). Les autres agrumes sont la

clémentine (*Citrus climentina*) avec ou sans pépin, le mandarinier (*Citrus nobilis*), le citronnier (*Citrus limon*) avec deux variétés LIMON et CITRON et la pamplemousse (*Citrus maxima*).

L'autre groupe d'arbres est formé de rosacées : le pommier (*Pyrus malus*) représenté par quatre variétés, YORKA, REINETTE, GOLDEN Dilicieux et ANA. Le poirier (*Pyrus communis*), dont on distingue une seule variété, SANTA MARIA, le prunier (*Prunus domestica*) avec la variété GOLDEN Japan, le Néflier (*Erybothria japonica*) et plus d'autres Prunus comme le pêcher (*Prunus persica*) variété de NACTARINE, le cerisier (*Prunus cerasus*) variété BURLAT et l'abricotier (*Prunus armeniaca*) dominée par deux variétés CANINO et BULLIDA et le cognassier (*Cydonia oblonga*)

L'olivier (*Olea europea sativa*) est représenté par les variétés : SIGOISE, Verdelle SEVILLANE, CHEMLAL et CORNI CAPRA.

La liste se complète par les arbres rustiques : le grenadier (*Punica granatum*) avec une variété très délicieuse SEFRI et le figuier (*Ficus Carica*), dont on peut distinguer sur la base du fruit, une variété BAKOR (le précoce) à grosses figues noirâtres, une autre à fruits jaunes, la troisième à figues verdâtres et variété CHETOUL.

1.3. 2.1.2. La strate basse (herbacée)

Cette strate est la plus diversifiée, ses espèces sont réparties entre maraîchage, fourrages, céréales et cultures industrielles. Nous citerons :

- **Les Astéracées** : Artichaut (*Cynara scolymus*) Espèce originaire des régions méditerranéennes, Plante herbacée pérenne tolérante à la salinité, parmi les variétés cultivées : Violet de Provence, violet d'hyeres, blanc d'hyeres... on note aussi d'autre culture dans la même famille la laitue (*Lactuca scariola*) variété de beurre pommée et laitue à couper

- **Les Apiacées** : la carotte (*Daucus carota*) deux variétés SUPER MUSCADE, MUSCADE et Céleri Branche (*Apuim gravéolens*)

- **Les Liliacées** : l'oignon (*Alium cepa*), l'ail (*Alium sativum*) deux variétés Rouge local, Rose de Kabylie,

- **Les Chénopodiacées** : la betterave (*Beta vulgaris*), l'épinard (*Spinacia olearacea*),

- **Les Brassicacées (crucifères)** : le navet (*Brassica campestris*), le radis (*Raphanus sativus*), le Chou (*Brassica oléracea*) et le Chou fleur (*Brassica oléracea*), ces cultures sont très localisées dans la partie ouest de la plaine dans des jardins potagers (commune de Yellel et Sidi Saada);

- **Les Solanacées** cultivées sont : la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) représentées par les variétés Spunta, Fabula, Nicola, Diamant, Timate, Atlas, Bartina, Désirée, Kondor l'aubergine (*Solanum melongena*), la tomate (*Solanum lycopersicum*) et le piment et poivron (*Capsicum annum*).

- **Les Fabacées** : la fève (*Vicia faba*), le pois (*Pisum sativum*) et le Haricot (*Phaséolus vulgaris*) ;

- Le maraîchage pratiqué se compose aussi de **Cucurbitacées**, dont le concombre (*Cucumis sativus*), la courgette (*Cucurbita pepo*) et le potiron (*Cucurbita maxima*). On cite également dans la même famille, la pastèque (*Citrullus vulgaris*) et le melon (*Cucumis melo*) dont la variété cultivée dominante dans la plaine est JAUNE CANARIA, elle peut atteindre des dimensions énormes,

- Les Lamiacées (Labiées) : La menthe (*Mentha aquatica*)

On note enfin deux **Ombellifères** : le fenouil (*Foeniculum vulgare*) et le persil (*Pétroselinum crispum*).

Concernant les céréales : face aux conditions climatiques méditerranées caractérisées par des variations interannuelles des précipitations ainsi que leur distribution irrégulière au cours de la saison de croissance, toutes les céréales et leurs variétés sélectionnées sont précoce et mieux adaptées aux régions arides et semi-arides.

Le blé dur (*Triticum turgitum L.var.durum*) les variétés cultivées dans la zone sont : VITRON, WAHA, SIMETO et CHEN'S, pour le blé tendre (*Triticum aestivum*) on rencontre plusieurs variétés dont les plus cultivées : ARZ (Beni Slimane), ANZA, HD 1220 (Hidab) et AIN ABID, en plus de deux

céréales cultivées dans la zone, c'est l'orge (*Hordeum vulgare*) qui vient en seconde après le blé dur, les agriculteurs locaux cultivent plusieurs variétés à destinations différentes : SAÏDA 183 (semi-précoce), RAIHANE (précoce), FOUARA et TICHEDRIET dont la plus emblavée c'est la variété de SAIDA 183 : destinée à la consommation humaine ou principal fourrage des bétails. Les autres fourrages sont : l'avoine (*Avena sativa*), la vesce avoine, la luzerne (*Medicago sp*) et le sorgho (*Sorghum sp.*).

1.3.2.2. La flore spontanée

La flore nord africaine est très proche de celle du domaine méditerranéen d'Europe avec cependant un caractère nettement xérothermique (**Benabdeli, 1996**).

Par flore méditerranéenne on entend l'ensemble des plantes que l'on peut trouver sur le pourtour méditerranéen, de l'Espagne à la Turquie, et les côtes de l'Afrique du nord.

Ce que ces plantes ont de commun, c'est une bonne adaptation à leur environnement et à leur climat. Leur cycle est inversé par rapport à ceux des autres flores par exemple. Durant les mois d'été, qui sont des mois de sécheresse prononcée pour ces régions (le cas du Nord Ouest algérien), ces plantes se mettent en repos végétatif, on parle alors d'estivage : elles ne fleurissent pas. En septembre et octobre, avec l'arrivée des pluies, la végétation redémarre. L'hiver étant doux, elle continue à se développer pour fleurir dès la fin de l'hiver. L'arbousier *Arbutus unedo* par exemple, fleurit en octobre (en même temps que ses fruits sont disponibles), l'asphodèle *Asphodelus sp...* (**A. Chaabane, 2010**). Les feuilles de ces plantes sont souvent petites et charnues.

Les herbacées évitent quant à elles les rudes conditions estivales. Elles germent rapidement en automne, poussent en hiver, fleurissent et fructifient au printemps, juste avant la sécheresse.

Elle se distingue par un ensemble d'adaptations morphologiques et physiologiques, qui font face à la rigueur des facteurs climatiques (xérothermique), dont la lignification des tissus, l'absorption de l'eau sous toutes ses formes et la limitation de ses pertes, les caractéristiques de la partie aérienne et le raccourcissement du cycle végétatif.

A l'inverse de la précédente catégorie de plantes, qui vivent et se développent grâce à l'entretien de l'homme, la végétation spontanée dépend des conditions naturelles, des facteurs édaphiques particulièrement. C'est pour cette raison que les études d'inventaires floristiques, du moins dans cette zone sauf que quelques recueils des espèces de la faune et la flore établis par les services de la protection de la biodiversité de la conservation des forêts de Relizane, abordent cette catégorie à travers la diversité géomorphologique de la zone. La géomorphologie offre une diversité de biotopes, dont le bassin versant de la Mina et leur relief plat dans la partie étudiée (altitude inférieure à 200 m), prédominance des alluvions et de sable (90% de la lithologie de la zone) et aussi la salinité des sols sont les types de biotope les plus variés (**Chaabane. A, 2010**).

Dans le cas de notre plaine, on rencontre les différentes strates de la végétation spontanée, on peut citer les espèces suivantes :

Les espèces à port buissonnant, arboré ou arbustive offrent du bois: Cyprès (*Cupressus sempervirens*), Casuarina (*Casuarina collina*), Acacia avec les espèces : *Acacia pycnantha* (mimosa à large feuilles) *Acacia cyclops* (mimosa cyclope) *Acacia Mimosa* (Mimosa hérissé), Figuier de berbère (*Opuntia*), Rétame (*Rétama rétama*) et quelques Pin d'Alep (*Pinus helpensis*), Pin pignon ou pin parasol (*Pinus pinea*), chêne Kermès (*Quercus coccifera*), Olivier (*Olea europaea spp oleaster*), Caroubier (*Ceratonia siliqua*), Eucalyptus avec deux espèces : (*Eucalyptus camaldulensis*) et (*Eucalyptus cladocalyx*) dispersées dans la plaine.

Ces espèces végétales disposées en limites de parcelle pour assurer diverses fonctions : offre du bois, utilisant comme brise vent, séparation des propriétés ou la protection contre l'intrusion comme le Cyprès, Casuarina, Acacia.

D'autres plantes vivaces : La Sedra ou Jujubier sauvage (*Zyziphus lotus*), la Tarfa ou le Tamaris (*Tamarix articulata*), Laurier rose (*Nerium oleander*), Filaire à feuilles étroites (*Phillyrea angustifolia*) et Passerine hérissée (*Thymelaea hirsuta*) offrent aussi du bois.

La flore spontanée fournit aussi des plantes à vertu médicinale comme l'Eucalyptus, le Cyprès, Pin d'Alep, le Feijel ou le Rue (*Ruta tuberculata*).

Nerprun alaterne (*Rhamnus alaternus*), Asperge commun (*Asparagus acutifolius*), Guettaf ou l'Atriplex (*Atriplex halimus*), Ndjil ou la Suéda (*Suaeda fruticosa*), Fumana élevée (*Fumana calycina*), Oseille d'aristide (*Rumex aristidis*) et Alfa (*Stipa tenacissima*). Ces plantes dont le Guettaf et Ndjil (végétation halophyte) occupant une grande surface de pâturage dans la zone constituent des fourrages pour des petits troupeaux mixtes de chèvres et de moutons.

Il existe encore plusieurs plantes éphémères, dont : le Saadane (*Neurada procumbens*), le khobaiz (*Malva aegyptica*), l'épinard (*Spinacia olearacea*), l'Ortie le Hadj (*Colocynthis vulgaris*), Aneb edib (*Solanum nigrum*), le Kikout (*Pancreatium saharae*) et le Guiz (*Dipcardi serotinum*).

Pour la flore adventice : les études botaniques et phyto-sociologiques des mauvaises herbes des grandes cultures en Algérie sont anciennes et montre la diversité de la flore adventice en relation avec le milieu physique et les cultures (**Deslabre, 1945 ; Chevassus, 1971 cité par ITGC, 1995**)

La flore adventice se compose des espèces suivantes :

- La folle avoine (*Avena sterilis* L) une forte infestation de cette adventice réduit considérablement le rendement du blé ;
- Le brome (*Bromus* ssp) plusieurs espèces sont présentes les plus importantes sont les suivantes : brome rigide (*bromus rigidus* Roth) et Brome de Madrid (*Bromus madritensis*)
- Les ray-grass annuels avec deux espèces : Ray-grass rigide (*Lolium rigidum* L) et ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum* Lam) ;
- Les alpistes annuels (*Phalaris*) trois espèces sont souvent rencontrées : *Phalaris déformé* (*Phalaris paradoxa* L), *phalaris à épi court* (*Phalaris brachystachys* Link) et *Phalaris mineur* (*Phalaris minor* Retz)
- Moutarde des champs (*Sinapis arvensis*)
- Ravenelle
- Coquelicot (*Papaver rhoeas* L)
- Capselle bourse à pasteur (*capsella bursa-pastoris* L)
- Chiendent officinal (*Elytrigia repens*)
- Petit pois sauvage (*Pisum sativum arvense*)
- Camomille (*Anthemis nobilis*)
- Mélilot (*Melilotus albus*)

Concernant l'utilisation de la flore naturelle arborée et arbustive, il faut noter que ces plantes ligneuses en associant avec la culture et/ou l'élevage si bien aménagée et entretenue présentent des emplois multiples fonctionnels : les haies brise vent, l'ombrage pour l'homme et l'animal, et productifs : source de bois et de fruits, une vertu médicinale, fourrage pour le bétail.



Cyprès toujours vert



Caroubier



Jujubier sauvage



Eucalyptus



Atriplex



Nerprun alaterne

CHAPITRE II. Caractéristiques démographiques

La connaissance du milieu humain est fondamentale pour la caractérisation des grandes tendances en zones d'étude.

La démarche de cette caractérisation démographique s'articule autour des principaux indicateurs de la population, et dont l'appréciation sera saisie à travers la démarche suivante :

- L'évolution de la population selon les différentes périodes intercensitaires et sa répartition à travers les communes de la plaine.
- La pression du poids démographique sur les charges territoriales, perçue à travers les notions de dispersion et de concentration des populations à l'intérieur du territoire de la wilaya en générale et la zone d'étude en particulier.
- Les aspects structurels de la population, sa répartition selon l'âge et le sexe

La population de la wilaya de Relizane est répartie sur un territoire caractérisé par trois ensembles physiques.

- Au Nord l'ensemble montagneux du Dahra ;
- Au sud les massifs de l'Ouarsenis et les monts de Beni-Chougrane;
Ces deux ensembles constitués de montagnes s'étendent sur 70% de la superficie de la wilaya
- Un troisième ensemble est constitué des plaines (partie centrale) occupé par la plaine du Bas Chéelif et la Mina constituant les 30% de la superficie totale.

Notre analyse s'appuie sur l'évolution des principaux indicateurs de la population de la wilaya obtenus, à partir des résultats des recensements RGPH de 1987,1998 et 2008.

1.1. Évolution et répartition spatiale de la population

Les éléments de caractérisation développés ci-dessous illustrent bien une nette évolution de la population au niveau de la wilaya et la plaine de la Mina en particulier au cours des différentes périodes intercensitaires. Des changements sont enregistrés en termes:

- D'effectifs et de rythme d'accroissement ;
- De structure ;
- De répartition spatiale entre communes, entre population agglomérée et population éparse et entre agglomérations chefs lieux et agglomérations secondaires.

1.1.1. Evolution de la population au cours des périodes intercensitaire

1.1.1.1. Évolution de la population au cours de la période 1987/1998

Durant la période 1987 – 1998, le peuplement de la zone de Mina s'est accru à un rythme supérieur en se comparant à la moyenne wilaya pour la même période. Sa population est passée de 178525 habitants en 1987 à 233 139 habitants en 1998 soit un taux d'accroissement de 2,39%.

Dans la même période, la wilaya de Relizane a connu un accroissement inférieur à la moyenne nationale. La population est passée de 544 870 habitants en 1987 à 642 205 habitants en 1998, soit un taux d'accroissement de 1,50% inférieur au taux national de l'époque qui était de 2,28%.

Ce rythme d'accroissement de la wilaya (inférieur à la moyenne nationale et de la zone d'étude) est lié probablement aux caractéristiques démographiques de la région Nord- Ouest (mode de vie influant sur le comportement démographique), conditionnées par les mutations socio-économiques et peut être lié également à la situation sécuritaire dans les zones montagneuses obligeant les populations à fuir pour gagner les zones les plus sécurisées (les plaines) (PATW, 2013).

1.1.1.2. Évolution de la population au cours de la période 1998/2008

Au cours de cette décennie, l'évolution de la population a connu un ralentissement de l'augmentation du volume. L'apport n'a été que de 38 470 personnes soit un apport annuel de 3847 personnes par an contre un apport de 54614 personnes (soit un apport annuel 5416 personnes) pour la période précédente.

Le même rythme d'évolution a été enregistré au niveau de la wilaya et national.

Le taux d'accroissement moyen enregistré dans la plaine de la Mina à cette époque était de 1,58 % contre 1,24% pour la wilaya (inférieur toujours au taux national) ainsi qu'au taux précédent de la wilaya. A noter toute fois que l'écart en terme de rythme d'accroissement commence à se rétrécir entre la wilaya et le niveau national (PATW, 2013).

L'évolution constatée vers la baisse enregistrée au cours de la dernière décennie, montre qu'il y'a eu bien un changement dans le comportement démographique, à travers le recul de la natalité, de l'indice de fécondité ainsi que le recul de la nuptialité (tableau n°17). D'autre part, les événements douloureux qu'ont connus les zones montagneuses au cours de la décennie noire incitant une partie de ces populations à émigrer vers d'autres régions ce qui a contribué à la baisse du taux d'accroissement.

La tendance à la baisse du taux d'accroissement au cours de la dernière décennie (1998 et 2008) est observée également sur presque toutes les communes de la zone d'étude et la wilaya.

Tableau n°17 : Évolution de la population 1987/2008

| Périodes | RGPH 1987 | RGPH 1998 | RGPH 2008 | Taux d'accroissement moyen annuel 1987/1998 | Taux d'accroissement moyen annuel 1998/2008 |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|---|---|
| Algérie | 22 714 320 | 29 100 867 | 34 080 030 | 2,28 % | 1,59 % |
| Wilaya de Relizane | 545 061 | 642 204 | 726 180 | 1,50 % | 1,24 % |
| Plaine de la Mina | 178 525 | 233 139 | 271 609 | 2,39 % | 1,58 % |

Source : ONS

1.1.1.3. Évolution de la population par commune

- **Évolution au cours de la période 87/98**

L'évolution de la population par commune au cours de cette période a connu des taux d'accroissements différenciés avec un taux élevé de 4,9% au niveau de la commune d'El Matmar et un taux faible de 1,0 % au niveau de la commune Bendaoud.

Les taux d'accroissement enregistrés dans les différentes communes de la zone de plaine ne sont pas homogènes et reflètent dans beaucoup des cas une tendance à la récursivité dans certaines communes principalement rurales (tab.n° 20).

La répartition des communes selon le critère « taux d'accroissement » fait apparaître trois groupes (tab. n° 18) :

- Taux d'accroissement relativement moyens (entre 1 et 1,99%) : Ces taux sont proches du taux moyen de la wilaya. Ces taux sont enregistrés dans uniquement 2 communes de la wilaya. La commune de Bendaoud étant à la périphérie de Relizane alors que l'autre commune (Sidi Khatteb) est située au Nord de la wilaya.
- Taux d'accroissement relativement très élevés (2 et 2,99%) : ces taux ont été enregistrés dans 05 communes de la wilaya soit 42% des circonscriptions territoriales de la wilaya. Le chef lieu de la wilaya est compris dans cette catégorie de communes. Ce sont généralement les communes situées sur les plaines et la partie Nord considérée comme pôle de développement. .
- Taux d'accroissement relativement très élevé (3 et 5%) : ce taux a été enregistré dans la commune d'El Matmar.

Les fortes migrations rurales dues aux événements douloureux qu'a connus la wilaya surtout dans les zones Sud et Sud Est (montagnes d'Ouarsenis et de Beni Chougrane) ont provoqué des départs massifs vers les zones les plus sécurisées (les plaines). Ces dernières qui pouvaient offrir des conditions favorables de fixation de ces populations.

Tableau n° 18 : Taux d'accroissement de la population par commune 1987/1998

| Taux d'accroissement supérieur ou égal à 1% et inférieur à 2% | Taux d'accroissement supérieur ou égal à 2% et inférieur à 3% | Taux d'accroissement supérieur ou égal 3% et inférieur à 5% |
|---|--|---|
| 1. Bendaoud 2. Sidi Khettab | 1. Belaassel Bouzegza 2. Yellel 3. Oued El Djemaa 4. Sidi Saada 5. Relizane | 1. El Matmar |
| 02 Communes | 05 Communes | 01 Commune |

• **Évolution de la période 1998/2008**

L'analyse du taux d'accroissement moyen par commune de cette période, met en évidence des tendances à la baisse sinon en diminution des taux d'accroissement de la population de la majorité des communes de la plaine de la Mina.

- 05 communes de la zone d'étude ont connu au cours de la période 1998/2008, un accroissement annuel situé entre 1,24% et 2,12% et qui ont enregistré les meilleurs taux d'accroissement de population de la wilaya (**tab. n°19**).

- Les taux d'accroissement relativement moyen de population ont été enregistrés dans 03 communes de la plaine de la Mina (les taux varient entre 1,12 et 1,24%). Les communes ayant connu ces taux à l'instar de Sidi KHETTAB, Yellel et Oued El Djemaa, qu'ils sont situées au Nord et Ouest de la zone (**PATW, 2013**).

Tableau n°19 : Taux d'accroissement de la population de la plaine de la Mina par commune 1998/2008

| Taux d'accroissement relativement élevés Supérieur à 1,24% et inférieur à 2,12% | Taux d'accroissement relativement moyen Supérieur à 1% et inférieur à 1,24% |
|--|---|
| 1- Bendaoud 2- Relizane 3-Bellassel Bouzagza 4-Sidi Saada 5-El Matmar | 1- Sidi Khettab 2- Yellel 3- Oued El Djemaa |
| 05 communes | 03 communes |

- Les taux négatifs enregistrés durant cette période dans la wilaya ont touché 07 communes (un taux moyen de - 0,25) (**tab. n°20**). Ces communes font partie de la chaîne montagneuse du Sud Est (massif de Ouarsenis) et qui ont connu durant la décennie noire, des situations difficiles obligeant les populations locales à fuir les lieux non sécurisés.

La tendance enregistrée durant cette dernière période intercensitaire (1998/2008) confirme une régression de la population dans la majorité des communes ainsi qu'une faible augmentation du volume de la population où le taux d'accroissement moyen de la plaine a connu une régression de 2,39 à 1,58 à l'exception de la commune de Bendaoud, ce qui confirme, une fois de plus, de nouveaux comportements démographiques et une probable émigration de la population vers d'autres lieux.

Tableau n°20 : Evolution de la population par commune entre 1987 et 2008

| | Communes | Superficie Km ² | Pop 1987 | Pop 1998 | Pop 2008 | taux d'accroissement 1998/87 | taux d'accroissement 2008/98 |
|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------------------|------------------------------|
| Plaine de la Mina | Relizane | 110,47 | 83 864 | 111 186 | 130 094 | 2,60% | 1,58% |
| | Bendaoued | 115,53 | 13 029 | 14 560 | 17 953 | 1,00% | 2,12% |
| | Oued El Djemaa | 181,18 | 15 939 | 20 844 | 23 481 | 2,50% | 1,20% |
| | El-Matmar | 52,97 | 8 570 | 14 533 | 17 442 | 4,90% | 1,84% |
| | Yellel | 115,92 | 26 211 | 34 010 | 38 102 | 2,40% | 1,14% |
| | Sidi Saada | 73,24 | 11 082 | 14 479 | 17 558 | 2,50% | 1,95% |
| | Belaassel Bouzagza | 137,55 | 8 797 | 10 933 | 12 905 | 2,00% | 1,67% |
| | Sidi Khatteb | 181,85 | 11 033 | 12 594 | 14 074 | 1,20% | 1,12% |
| | Plaine de la Mina | 968,71 | 178525 | 233139 | 271609 | 2,39% | 1,58% |
| Régions agricoles | Plaine de la Mina et du Bas Chélif | 1637,3 | 282559 | 373917 | 436267 | 2,45% | 1,55% |
| | Massif de l'Ouarsenis | 2285,36 | 162385 | 148456 | 156136 | -1,79% | -0,25% |
| | Massif de Béni Chougrane | 505,23 | 28948 | 27109 | 30253 | -0,77% | 1,03% |
| | Monts du Dahra | 414,84 | 71169 | 92722 | 103527 | 2,42% | 1,09% |
| | Wilaya de Relizane | 4842,73 | 545061 | 642204 | 726183 | 1,50% | 1,24% |

Source : ONS

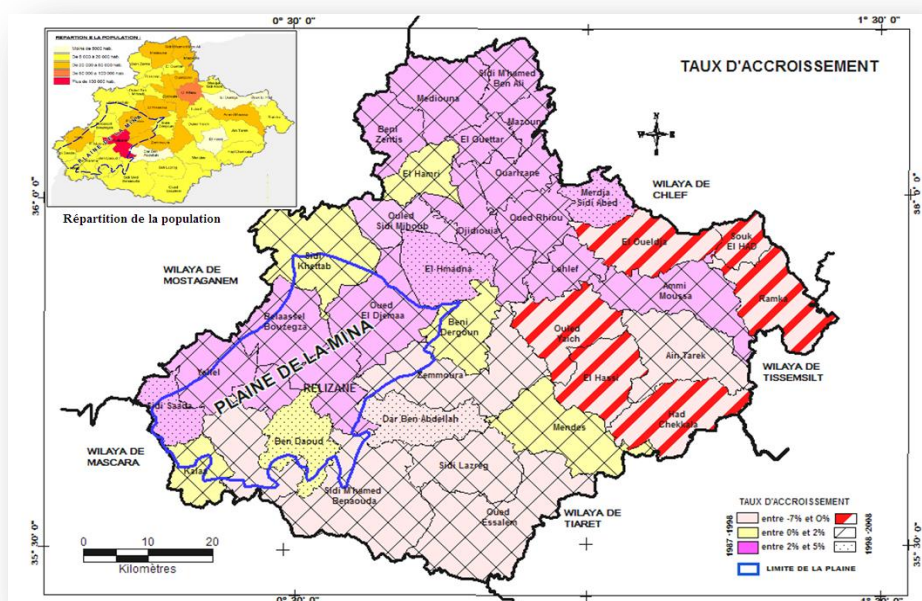


Figure n°13 : Taux d'accroissement de la population période 1987-2008

Source : PATW; SOGREA, 2013.

1.1.2. Analyse des résultats du RGPH 2008

Les résultats du recensement de 2008, mettent en évidence, la tendance à la baisse des taux d'accroissement de la population enregistrée au cours de la période précédente, sinon une décroissance de la population enregistrée dans la plupart des communes de la plaine et la wilaya en générale.

D'après les données du RGPH 2008, le taux d'accroissement moyen au cours des deux périodes intercensitaires (1987/1998- 1998/2008), il est passé :

- Pour la zone de la Mina, de **2,39% à 1,58%**, soit un taux d'accroissement égal au taux national et supérieur au taux de la wilaya enregistré à cette période.
- Pour la wilaya, de **1,50 à 1,24%** ce taux reste inférieur au taux national enregistré à cette période. Cette situation peut s'expliquer par des exodes importants de la population vers d'autres wilayat ou ailleurs ainsi que par les nouveaux comportements démographiques (PATW, 2013).

1.1.2. Répartition de la population par commune

1.1.2.1. Répartition des densités de la population

L'évolution de la répartition spatiale de la population de la zone d'étude à travers les périodes intercensitaires (1987, 1998 et 2008) révèle une augmentation moyenne de la densité de population qui est dépassée de 184 habitants/km² en 1987 à 280 habitants/km² en 2008, cette densité est supérieure par rapport à celles enregistrées dans la même période pour la wilaya (113 habitants/km² en 1987 à 150 habitants/km² en 2008). Soit un accroissement moyen annuel de 1,38%. Concernant la densité totale de populations de la zone d'étude, elle est très forte avec 280 habitants au km² (**tab. n°21**).

La répartition de la densité par commune est assez nuancée :

- elle devient assez faible au niveau de la partie Nord de la Mina (Belacel et Sidi Khattab) avec 77 et 94 habitant au km² ;
- La moyenne est enregistrée au niveau des communes d'Oued Djemaa et Bendaoud avec une densité comprise entre 130 et 155 habitants au km².
- Elles sont très fortes dans la partie Ouest de la zone au niveau des communes Matmar, Yellel et Sidi Saada avec 240 et 329 habitants au km²
- La densité la plus forte est enregistrée au niveau de la commune de Relizane (chef lieu de la wilaya) avec 1178 habitants au km².

Tableau n°21 : Répartition des densités de population

| | Communes | Superficie Km ² | Pop. 1987 | Pop. 1998 | Pop. 2008 | Densité 1987 | Densité 1998 | Densité 2008 |
|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Plaine de la Mina | Relizane | 110,47 | 83 864 | 111 186 | 130092 | 759 | 1006 | 1178 |
| | Bendaoued | 115,53 | 13 029 | 14 560 | 17953 | 113 | 126 | 155 |
| | Oued El Djemaa | 181,18 | 15 939 | 20 844 | 23480 | 88 | 115 | 130 |
| | El-Matmar | 52,97 | 8 570 | 14 533 | 17442 | 162 | 274 | 329 |
| | Yellel | 115,92 | 26 211 | 34 010 | 38101 | 226 | 293 | 329 |
| | Sidi Saada | 73,24 | 11 082 | 14 479 | 17558 | 151 | 198 | 240 |
| | Belaassel Bouzagza | 137,55 | 8 797 | 10 933 | 12905 | 64 | 79 | 94 |
| | Sidi Khatteb | 181,85 | 11 033 | 12 594 | 14074 | 61 | 69 | 77 |
| | Plaine de la Mina | 968,71 | 178525 | 233139 | 271605 | 184 | 241 | 280 |
| Régions agricoles | Plaine de la Mina et du Bas Chélif | 1637,3 | 282559 | 373917 | 436262 | 173 | 228 | 266 |
| | Massif de l'Ouarsenis | 2285,36 | 162385 | 148456 | 156136 | 71 | 65 | 68 |
| | Massif de Béni Chougrane | 505,23 | 28948 | 27109 | 30254 | 57 | 54 | 60 |
| | Monts du Dahra | 414,84 | 71169 | 92722 | 103528 | 172 | 224 | 250 |
| | Totale Wilaya | 4842,73 | 545061 | 642204 | 726180 | 113 | 133 | 150 |

Source : ONS

1.1.2.2. Répartition de la population par type de dispersion

La répartition spatiale de la population dans la wilaya selon la dispersion (ACL, AS et population éparsé) traitée à travers les RGPH (1987, 1998 et 2008) fait ressortir ce qui suit (**tab n°22 et tab. n°23**) :

Tableau n°22 : Évolution de la population selon la dispersion

| | Pop.1987 | Pop. 1998 | Pop. 2008 |
|--------------------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Pop totale de la wilaya | 544877 | 642206 | 726183 |
| Pop ACL | 223923 | 367409 | 432387 |
| % Pop ACL | 41,1% | 57,2% | 59,5% |
| Pop AS | 32087 | 56793 | 99916 |
| % Pop AS | 5,9% | 8,8% | 13,8% |
| Pop totale agglomérée | 256010 | 424202 | 532303 |
| % pop aggro | 47,0% | 66,1% | 73,3% |
| Pop éparse | 288867 | 218004 | 193880 |
| % pop éparse | 53,0% | 33,9% | 26,7% |

ACL : Agglomération Chef Lieu

Source : ONS

AS : Agglomération Secondaire

ZE : Zone Eparse

Tableau n° 23: Répartition de la population par dispersion RGPH 2008

| | Communes | Sup. (Km ²) | Pop. RGPH 2008 | Dispersion | | |
|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|
| | | | | ACL | AS | ZE |
| Plaine de la Mina | Relizane | 110,47 | 130 094 | 109 689 | 17 582 | 2 823 |
| | Bendaoued | 115,53 | 17 953 | 13 565 | 1 628 | 2 760 |
| | Oued El Djemaa | 181,18 | 23 481 | 10 555 | 2 837 | 10 089 |
| | El-Matmar | 52,97 | 17 442 | 13 468 | 1 679 | 2 295 |
| | Yellel | 115,92 | 38 102 | 12 471 | 6 517 | 19 114 |
| | Sidi Saada | 73,24 | 17 558 | 1 701 | 0 | 15 857 |
| | Belaassel Bouzagza | 137,55 | 12 905 | 3 725 | 3 520 | 5 660 |
| | Sidi Khatteb | 181,85 | 14 074 | 2 551 | 1 668 | 9 855 |
| | Plaine de la Mina | 968,71 | 271 609 | 167 725 | 35 431 | 68 453 |
| Régions agricoles | Plaine de la Mina et du Bas Chélif | 1637,3 | 436 267 | 268 853 | 60 253 | 107 161 |
| | Massif de l'Ouarsenis | 2285,36 | 156 136 | 109 429 | 8 201 | 38 506 |
| | Massif de Béni Chougrane | 505,23 | 30 253 | 7 498 | 7 880 | 14 875 |
| | Monts du Dahra | 414,84 | 103 527 | 46 607 | 23 580 | 33 340 |
| Wilaya de Relizane | 4842,73 | 726 183 | 432 387 | 99 914 | 193 882 | |

Source : ONS

La wilaya de Relizane a vu sa population agglomérée s'accroître au cours de ces 3 dernières périodes intercensitaires pour devenir majoritaire à partir du RGPH 2008.

La part de la population des zones agglomérées qui ne cesse d'augmenter à chaque période intercensitaire était de 47 % en 1987, puis à 66,1%, et au dernier recensement de 2008 elle a atteint 73,3%. Ce taux est révélateur d'un regroupement de la population autour des centres urbains grâce aux différents plans et investissements réalisés en matière d'habitat.

La configuration de l'espace en particulier celui des plaines contribue largement à la diffusion de l'habitat regroupé à l'inverse de celui montagneux et où il est difficile de construire plusieurs habitations regroupées sur de espaces difficilement urbanisables.

La tendance observée est au regroupement de la population dans des zones agglomérées situées sur les plaines et des couloirs et pôles d'importance économique.

La population éparse qui était majoritaire lors du RGPH 1987 avec un effectif de 288 867 habitants soit 53% de la population totale, a connu un déclin au cours de ces vingt dernières années

pour atteindre 193 880 personnes soit 26,7% de la population totale. Le déclin de la population éparses peut s'expliquer selon diverses raisons dont les plus importantes :

- Tendances au regroupement des populations en zones urbaines
- La situation sécuritaire lors de la décennie noire a accentué l'exode des populations vivant dans les zones rurales et éparses.

Dans l'ensemble de la Wilaya, l'évolution de la population agglomérée qui n'a cessé de s'accroître au cours des trois dernières périodes intercensitaires, a connu une évolution vers l'accroissement avec l'apparition quoique timide des Agglomérations secondaires (AS) et qui ont vu leur taux passer de près de 6% en 1987 à près de 14% en 2008.

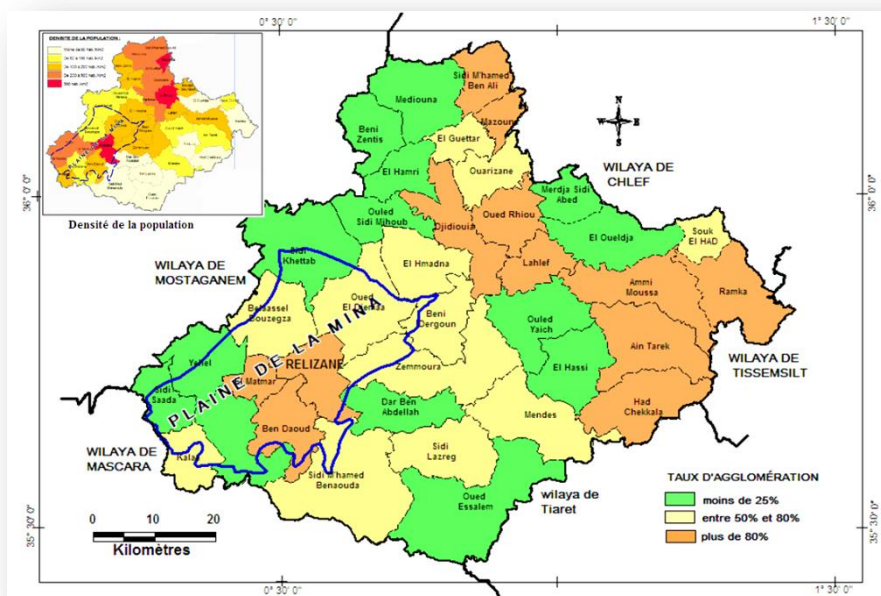


Figure n°14 : Répartition de la population par type de dispersion- PATW; SOGREA, 2013.

1.2. La population rurale

La population rurale est définie par rapport au statut de l'agglomération ainsi que la proportion d'actifs agricoles au niveau de chaque commune.

Ainsi plus de 36 % de la population de la plaine de la Mina ont été classés comme étant ruraux par le recensement général de la population et de l'habitat de 2008. Cette population rurale est représentée par commune comme suit : 100 % pour les communes de Sidi khatteb, Belaacel Bouzagza et Sidi Saada, 73 % pour Yellel, 56% pour Oued El Djemaa, moins de 25% pour Bendaoud et El-Matmar et 02 % pour la commune de Relizane (**tab. n°24**).

Cette situation montre à première vue la priorité à accorder aux programmes de développement qui seront inscrits en terme de développement rural par zone.

Tableau n°24 : Répartition de la population rurale

| | Commune / Régions agricoles | Totale | Rurale | % rurale | Totale Active | Active agricole | % act.agr par rapport au total |
|-------------------|------------------------------------|---------------|---------------|------------|---------------|-----------------|--------------------------------|
| Plaine de la Mina | Relizane | 130092 | 2857 | 2% | 40322 | 3134 | 8% |
| | Bendaoued | 17953 | 4520 | 25% | 5622 | 1285 | 23% |
| | Oued El Djemaa | 23480 | 13116 | 56% | 7492 | 5532 | 74% |
| | El-Matmar | 17442 | 4075 | 23% | 5362 | 2704 | 50% |
| | Yellel | 38101 | 27821 | 73% | 11165 | 6830 | 61% |
| | Sidi Saada | 17558 | 17558 | 100% | 5420 | 1963 | 36% |
| | Belaassel Bouzagza | 12905 | 12905 | 100% | 4210 | 2129 | 51% |
| | Sidi Khatteb | 14074 | 14074 | 100% | 4362 | 2208 | 51% |
| | Plaine de la Mina | 271605 | 96926 | 36% | 83955 | 25785 | 31% |
| Régions agricoles | Plaine de la Mina et du Bas Chélif | 436262 | 167590 | 38% | 133599 | 37367 | 28% |
| | Massif de l'Ouarsenis | 156136 | 65539 | 42% | 45690 | 21343 | 47% |
| | Massif de Béni Chougrane | 30254 | 25047 | 83% | 9048 | 4928 | 54% |
| | Monts du Dahra | 103528 | 56458 | 55% | 29541 | 5628 | 19% |
| | Wilaya de Relizane | 726180 | 314634 | 43% | 217878 | 69266 | 32% |

Source : ONS

1.3. Structure de la population par catégorie d'âge

La structure de la population selon l'âge et le sexe de la wilaya de Relizane et la zone d'étude présente presque les mêmes similitudes que celles observées au niveau national (**tab. n°25**).

La structure de la population selon l'âge, dans la zone d'étude et même la wilaya met en évidence des indicateurs significatifs d'une population relativement jeune et où la tranche des moins de 20 ans touche près de 40% de la population totale.

La tranche comprise entre 15 et 59 ans concerne 65% de la population de la plaine et la wilaya qui représente la population active théorique, ce qui explique l'importance de la forte demande d'emploi. Cette situation observée durant cette dernière décennie dans la wilaya de Relizane présente des similitudes de comportement démographiques enregistrées au niveau national, marquées, par des changements au niveau des indices démographiques comme le recul de la natalité, l'indice de fécondité qui est de 2,3% (**PATW, 2013**).

Tableau n°25 : Répartition de la population par grands groupes d'âge (RGPH 2008)

| Groupe d'âge | plaine Mina | | Wilaya de Relizane | | Algérie | |
|-----------------|-------------|--------|--------------------|-----|------------|-----|
| | Effectifs | % | Effectifs | % | Effectifs | % |
| moins de 5 ans | 26 475 | 9,75% | 70 784 | 10% | 3 404 918 | 10% |
| moins de 15 ans | 75 489 | 27,79% | 201 829 | 28% | 9 552 068 | 28% |
| moins de 20 ans | 106 045 | 39,04% | 283 523 | 39% | 13 187 238 | 39% |
| de 15 - 59 ans | 177 552 | 65,37% | 474 708 | 65% | 21 961 862 | 64% |
| plus de 60 ans | 18 568 | 6,84% | 49 277 | 7% | 2 531 129 | 7% |
| TOT POP | 271 609 | | 726 180 | | 34 080 030 | |

Source : ONS

2. Caractéristiques économiques

La wilaya de Relizane qui connaît actuellement une phase de transition en matière de démographie se traduisant par une jeunesse de sa population, dont la tranche d'âge représentant la population active âgée de 15 – 60 ans a atteint 65 %, soit légèrement supérieure à la moyenne nationale, ce qui implique des besoins sans cesse croissant en terme d'emplois. Ceci nous renseigne

sur l'importance de l'enjeu économique, non seulement pour la création de l'emploi, mais également pour repositionner la wilaya dans la carte économique de la région dans un objectif de préparer ce territoire à l'attractivité.

2.1. La vie économique

L'économie principale de la wilaya de Relizane est générée, en grande partie, par les activités agricoles et le secteur agro-alimentaires. La wilaya de Relizane dispose de deux zones industrielles. La première à Relizane et la seconde à Oued Rhiou. Pour ce qui concerne les zones d'activités, on enregistre une dizaine à travers les différentes communes de la wilaya. Les principales activités industrielles sont : le complexe de production de robinetterie sanitaire de Oued Rhiou, le complexe laitier de Sidi Saada, la manufacture d'articles de bonneterie et l'usine de production de conserves alimentaires à Relizane, l'extraction, traitement et conditionnement du sel à Oued Djemaa, les moulins de Relizane (semoulerie) à Relizane, la fabrication des canaux en béton à Oued Rhiou.

Dans la wilaya de Relizane, l'économie hors agriculture se présente comme suit :

- Nombre de PME 518
- Nombre de TPE 3 699
- Nombre unités artisanales 1 643
- Nombre de marchés réglementés 16
- Nombre d'activités manufacturières 1 107

2.1. L'activité agricole

La superficie agricole totale (SAT) de la wilaya est de 297 387 ha dont 281 875 Ha de SAU, soit 57,8% de la superficie totale de la wilaya. Ces indicateurs nous renseignent sur la vocation agricole par excellence. Elle occupe la 12^{ème} place au niveau national avec 3,36% de la SAU nationale et 1,80% de la superficie irriguée (Série B).

Pour la zone d'étude, la SAT est de 71 298 ha dont 68 022 ha de SAU (soit 95% de SAT et 70% de la superficie de la zone), elle représente 22% de la superficie utile agricole de la wilaya et près de 50% (12 776 ha) de la superficie irriguée, Les principales productions agricoles sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau n°26 : Classement national de la wilaya

| Spécifications | Rang au niveau national |
|----------------|-------------------------|
| Artichaut | 1 |
| Petits Pois | 4 |
| Agrumes | 6 |
| Olives | 6 |

Source : MADR - 2013

Comme le montre le tableau ci-dessus, pour les cultures de plein champ, ce sont les artichauts et les petits pois qui constituent la production de référence de cette wilaya. La culture d'artichaut est conduite en irriguée alors que les petits pois sont travaillés en sec. La production de melons est également importante dans cette région.

Pour l'arboriculture, Relizane est connue pour sa production d'olives et d'agrumes. Ces deux cultures occupent la majeure partie des terres sur les Grands Périmètres d'Irrigation (GPI).

La superficie irriguée globale au titre de la campagne 2012/2013 est de l'ordre de 25 930 ha dont 12 000 ha dans les 02 GPI (la Mina et le Bas Cheliff) et 13 930 ha dans la Petite et Moyenne Hydraulique (PMH), plus de 12 900 ha sont irrigués dans la plaine de Mina.

L'emploi agricole est de l'ordre de 70 000 emplois permanents pour la campagne 2012/2013. En 2005, il représentait 61 000 emplois permanents, soit une augmentation de 15% sur 5 campagnes.

2.1.1. Les grandes zones agricoles

La wilaya de Relizane se divise en quatre régions agricoles (**fig. n°15 et tab. n°27**) à savoir :

- **Le massif de l'Ouarsenis** couvrant 47% du territoire de la wilaya avec 22% de la population (156 136 hbts) et une SAU de 120 600 ha soit un ratio de 0,77ha/hbt

Cependant avec la pratique d'un assolement biennal, chaque année, près de 50% de la SAU est laissée en jachère,

- **Le massif des Béni Chougrane** occupe 10% de l'espace où vivent 4% de la population (30 254 hbts) et une SAU de 28 568 ha soit un ratio de 0.94ha/hbts. Une région, où on pratique un assolement céréale – Jachère
- **Les monts du Dahra** occupent 9% du territoire et 14% de la population (103528 hbts) et une SAU de 21 731 ha soit un ratio de 0.21ha/hbts. cette région développe une agriculture plus intensive que les deux massifs du sud avec une polyculture céréales – fourrages – arboriculture – viticulture.
- **La zone de plaine du Cheliff (La plaine de la Mina et du bas Chélif)** couvre 34% du territoire avec cependant 60% de la population (436 264 hbts) et une SAU de 110996 ha soit un ratio de 0.25 ha/hbt. Une grande part de la SAU de cette zone (80 000 ha) est réservée aux cultures herbacées alors que seulement 12 000 ha sont affectés pour les cultures pérennes. La pratique de la jachère représente moins de 17% de la SAU.

La SAU de plaine de Mina est 68 022 ha soit 60% de la zone de plaine du Cheliff, avec une population de (271605 hbts) soit un ratio de 0.25 ha/hbt. Seulement une superficie de 12 905 la est irriguée au titre de la campagne d'irrigation 2012/2013 soit un ratio de 0,18 ha/hbt.

Compte tenu des paysages cités précédemment nous pouvons distinguer deux types d'agriculture :

- L'agriculture intensive au niveau de la plaine et du Dahra de basses montagnes,
- Une agriculture extensive au niveau du reste du territoire.

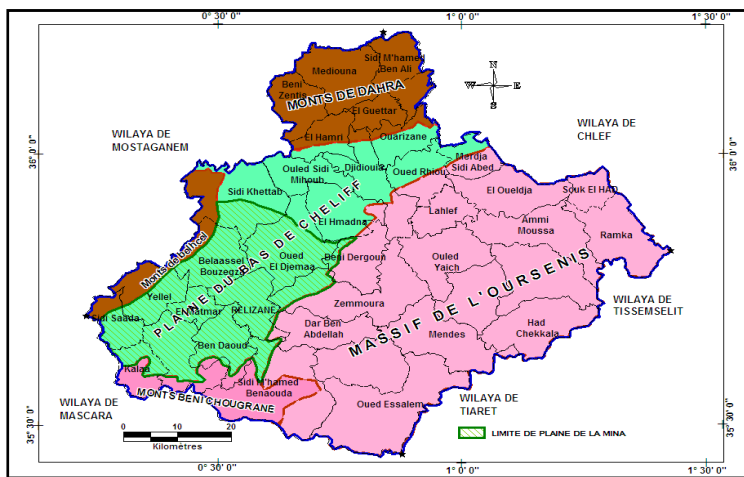


Figure n°15 : carte de zonage agricole

Tableau n°27 : Répartition générale des terres

Source : DSA – Relizane

2.1.2. Exploitations agricoles

Le Recensement Général de l'Agriculture (RGA-2001), nous renseigne sur la structure

| | Commune / Régions agricoles | Superficie totale wilaya (ha) | Surfaces Agricoles Utiles (S.A.U) | | Pacages et Parcours | Terres Improductives | Surfaces Agricoles Totales (SAT) |
|-------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------|----------------------|----------------------------------|
| | | | Total | Dont irriguée | | | |
| Plaine de la Mina | Relizane | 11047 | 8537 | 2148 | 400 | 144 | 9 081 |
| | Bendaoued | 11553 | 7211 | 1128 | 59 | 200 | 7 470 |
| | Oued El Djemaa | 18118 | 14450 | 1891 | 335 | 300 | 15 085 |
| | El-Matmar | 5297 | 4977 | 1484 | 100 | 100 | 5 177 |
| | Yellel | 11592 | 9824 | 3954 | 222 | 100 | 10 146 |
| | Sidi Saada | 7324 | 6593 | 551 | 26 | 140 | 6 759 |
| | Belaassel Bouzagza | 13755 | 6722 | 1050 | 60 | 250 | 7 032 |
| | Sidi Khatteb | 18185 | 9708 | 700 | 140 | 700 | 10 548 |
| | Plaine de la Mina | 96871 | 68022 | 12 905 | 1342 | 1934 | 71 298 |
| Régions agricoles | Plaine de la Mina et du Bas Chélif | 16373 | 110 986 | 22 260 | 3596 | 3 450 | 118 032 |
| | Massif de l'Ouarsenis | 228536 | 120 590 | 1 942 | 1658 | 4 827 | 127 075 |
| | Massif de Béni Chougrane | 50523 | 28 568 | 1 685 | 601 | 483 | 29 652 |
| | Monts du Dahra | 41484 | 21 731 | 43 | 207 | 690 | 22 628 |
| | Wilaya de Relizane | 484273 | 281 875 | 25 930 | 6 062 | 9450 | 297387 |

foncière du secteur agricole. Avec près de 27 000 exploitations pour les 281 550 ha de SAU, la taille moyenne des exploitations agricoles est d'une dizaine hectares.

Tableau n°28 : Répartition des exploitations agricoles

| | Commune / Régions agricoles | Exploitations collectives | | Exploitations individuelles | | Exploitations Privées | | APFA et Autres | | Fermes pilotes | | Total | |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|-------------|-----------------------|---------------|----------------|-------------|----------------|-------------|--------------|---------------|
| | | Nbre | Sup. (Ha) | Nbre | Sup. (Ha) | Nbre | Sup. (Ha) | Nbre | Sup. (Ha) | Nbre | Sup. (Ha) | Nbre | Sup. (Ha) |
| Plaine de la Mina | Relizane | 113 | 3772 | 51 | 353 | 645 | 4412 | 6 | 0 | 0 | 0 | 815 | 8537 |
| | Bendaoued | 31 | 1018 | 3 | 32 | 786 | 6161 | 4 | 0 | 0 | 0 | 824 | 7211 |
| | Oued El Djemaa | 105 | 3283 | 32 | 238 | 1517 | 10929 | 90 | 0 | 0 | 0 | 1744 | 14450 |
| | El-Matmar | 40 | 2006 | 28 | 174 | 356 | 1363 | 314 | 1316 | 1 | 118 | 739 | 4977 |
| | Yellel | 58 | 2799 | 20 | 95 | 1442 | 6794 | 35 | 136 | 0 | 0 | 1555 | 9824 |
| | Sidi Saada | 19 | 1015 | 17 | 109 | 1104 | 5419 | 20 | 50 | 0 | 0 | 1160 | 6593 |
| | Belaassel Bouzagza | 75 | 3689 | 75 | 657 | 466 | 1650 | 187 | 726 | 0 | 0 | 803 | 6722 |
| | Sidi Khatteb | 55 | 3866 | 23 | 168 | 540 | 5639 | 63 | 35 | 0 | 0 | 681 | 9708 |
| | Plaine de la Mina | 496 | 21448 | 249 | 1826 | 6856 | 42367 | 719 | 2263 | 1 | 118 | 8321 | 68022 |
| Régions agricoles | Plaine de la Mina et du Bas Chélif | 779 | 40698 | 381 | 3183 | 10351 | 62961 | 891 | 2884 | 2 | 552 | 12404 | 110278 |
| | Massif de l'Ouarsenis | 272 | 24600 | 276 | 3095 | 8713 | 86155 | 136 | 0 | 3 | 2373 | 9400 | 116223 |
| | Massif de Béni Chougrane | 14 | 201 | 18 | 133 | 1999 | 26739 | 98 | 125 | 0 | 0 | 2129 | 27198 |
| | Monts du Dahra | 41 | 3454 | 13 | 86 | 2893 | 24636 | 49 | 0 | 0 | 0 | 2996 | 28176 |
| | Wilaya de Relizane | 1106 | 68953 | 688 | 6497 | 23956 | 200491 | 1174 | 3009 | 5 | 2925 | 26929 | 281875 |

Source : DSA – Relizane

Dans la zone d'étude, les terres du secteur privé représentent 82% des exploitations et elles occupent plus de 62% de la SAU, en deuxième position, les terres dites 'EAI/EAC (Exploitation Agricole Individuelle et Collective) représentent 09 % des exploitations et près de 34% des terres. Ainsi à eux deux, ces deux statuts fonciers représentent 91% des exploitations et 96% des terres (tableau n°28 et fig n°16).

La concession et l'accession propriété foncière agricole (APFA) sont relatives aux extensions de mise en valeur, réalisées depuis les années quatre-vingt suite aux directives des autorités publiques. Pour la concession, deux périmètres de mise en valeur par la concession à savoir Beni Kethir (commune de Yellel) et Ouled Yaala (commune de Sidi Saada) ont été créés dans le cadre du programme de la Générale de la Concession Agricole (GCA) pour une superficie attribuée de 588 ha pour 37 bénéficiaires. Les terres attribuées dans le cadre de l'APFA pour une superficie de 1675 ha et

propriétaires sont réparties comme suit : - périmètres de Messaadia et Ndjil dans la commune de Belhacel, périmètre de GAA de Sidi Khattab et périmètre de Ndjil de la commune de Matmar.

La plaine de la Mina qui regroupe 08 communes, dénombre 8321 exploitations agricoles avec une superficie de 68 022 ha.

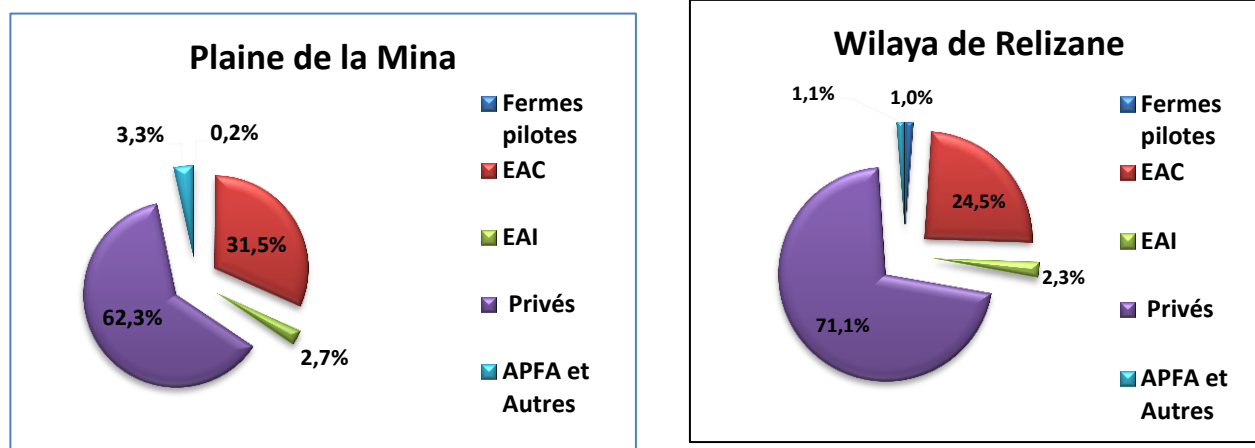


Figure n°16 : répartition des terres agricoles par nature juridique

2.1.3. Les moyens techniques - Mécanisation

La surface moyenne des exploitations et la production intensive et semi intensive, exigent les besoins en machines agricoles. L'entretien des cultures est basé sur l'utilisation d'outils mécaniques.

Cependant, il existe à la plaine plus de 800 tracteurs de différents types (à roue, à chenille et mini), une moyenne de 01 tracteur pour 80 ha (**tab n°29**). Ces derniers ne suffisent pas à couvrir les exploitations agricoles pour réaliser le labour et la préparation du sol.

D'autre contrainte de la mécanisation c'est le nombre faible de moissonneuse batteuse (59 unités) et qui ne couvrent pas la moisson battage d'une superficie emblavée de 32 702 hectares en céréales toute espèces confondues.

L'autre tâche mécanisée est le pompage de l'eau à travers les forages. On utilise généralement, des pompes immergées, grâce à la disponibilité de l'énergie électrique.

Tableau n°29 : Répartition du matériel agricole

| Communes | Répartition du matériel agricole | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------|------------|------------|-------------------------|---------------------|------------|------------------|
| | Tracteur à roues | Tracteur à chenilles | Mini tracteurs | Charrues | Remorques | Moissonneuses batteuses | Machines faucheuses | Lieuses | Pompes immergées |
| Relizane | 91 | 15 | 2 | 85 | 72 | 13 | 23 | 10 | 39 |
| Bendaoued | 63 | 5 | 0 | 69 | 45 | 3 | 19 | 7 | 21 |
| Oued El Djemaa | 174 | 7 | 2 | 63 | 98 | 17 | 45 | 40 | 53 |
| El-Matmar | 48 | 12 | 2 | 31 | 25 | 0 | 7 | 5 | 126 |
| Yellel | 129 | 8 | 5 | 306 | 73 | 0 | 18 | 10 | 836 |
| Sidi Saada | 58 | 1 | 1 | 75 | 26 | 4 | 6 | 6 | 47 |
| Belaassel Bouzagza | 79 | 5 | 0 | 58 | 47 | 10 | 29 | 23 | 138 |
| Sidi Khattab | 121 | 6 | 0 | 86 | 67 | 12 | 34 | 23 | 125 |
| Plaine de la Mina | 763 | 59 | 12 | 773 | 453 | 59 | 181 | 124 | 1385 |

Source : DSA – Relizane

2.1.4. Les cultures pratiquées

Les cultures pratiquées dans la plaine de Mina sont diverses, souvent associées à l'élevage. Les principales spéculations sont l'arboriculture fruitière, le maraîchage, les céréales et les cultures fourragères; l'élevage concerne les ovins, les caprins, les bovins et petits élevages comme l'aviculture et l'apiculture et cuniculture.

2.1.4.1. Les cultures herbacées

a) Les céréales

Avec 32 702 hectares emblavés au titre de la campagne (2012-2013), les céréales représentent 50 % de la SAU, en l'an 2000 la superficie n'a guère dépassé les 20 milles ha (**tab n°30**). Ces dernières ont tendance à progresser en remplaçant les superficies arboricoles (vergers d'agrumes) dans le grand périmètre irrigué (GPI) de la Mina à cause de la sécheresse qui persiste dans l'Ouest Algérien à partir de l'année 2002 influe sur le remplissage du barrage de Saada qui irrigue le GPI et l'augmentation de la salinité des points d'eau obligeant les agriculteurs à pratiquer céréaliculture pluviale.

Les spéculations les plus pratiquées sont le blé pour la consommation locale et l'orge pour l'alimentation du bétail. Les rendements enregistrés demeurent encore faibles et ne dépassent que rarement les 15 quintaux à l'hectare à l'exception quelques exploitations céréalières disposant des ressources hydriques (GPI) et qui pratiquant l'irrigation d'appoint dans la période critique pour améliorer la productivité de la culture et que les rendements peuvent atteindre les 50 qx/ha comme les communes de Sidi Saada, Oued Djemaa et Sidi Khatteb.

b) Les légumes secs

Ce groupe de spéculations intéresse peu les exploitants. Les superficies qui lui sont consacrées ne dépassent rarement les 100 ha. Ce sont surtout les pois secs, les fèves et à un degré moindre les haricots.

D'une manière générale la production des légumes secs reste très faible. Ceci est dû d'une part à la faible surface cultivée et aux rendements peu élevés en raison de mauvaises conduites des techniques culturales d'autre part.

De par leur intérêt agronomique (fertilisation azotée des sols) et leur valeur nutritive, les légumineuses méritent de conquérir de nouvelles superficies à l'intercalaire des vergers arboricoles pour augmenter les productions.

c) Les cultures fourragères

Elles sont généralement cultivées en sec. Le déficit en eau exclue toute possibilité ou tentative d'intensification de ces cultures en irrigué. Elles représentent actuellement près de 20 % de l'occupation de la SAU. Ce sont surtout l'avoine, la luzerne et l'association vesce – avoine qui sont les plus pratiquées.

d) Les cultures maraîchères

Les cultures maraîchères de plein champ sont conduites en totalité en irrigué et qui occupent à peine 12 % de la SAU actuelle. Elles sont concentrées dans la totalité de la zone de plaine surtout à l'intérieur du grand périmètre irrigué.

Le maraîchage de plein champ est caractérisé par la prédominance de la culture de pomme de terre de saison et arrière saison (35 %) de la superficie consacrée aux cultures maraîchères. D'autres cultures à savoir l'artichaut (blanc d'Oran et Violet d'Alger) où les sols sont convenables à cette culture, les cultures de l'oignon, l'ail, la carotte et la tomate de plein champ sont aussi cultivées.

Les cultures de melon et de pastèque ont une grande importance dans la zone.

Les cultures protégées sont concentrées essentiellement au niveau de la partie Nord et Nord Ouest de la plaine (Yellel, Sidi Saada et Sidi Khatteb) où ces communes sont favorables pour l'implantation des serres. Elles occupent actuellement plus de 20 hectares. Les spéculations les plus pratiquées sont les tomates, les poivrons, les piments et les concombres.

Tableau n°30 : Répartition des productions des cultures herbacées

| | Commune / Régions agricoles | Céréales | | Légumes Secs | | Maraîchages | | Fourrages | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|-------------|-----------------|---------------|----------------|
| | | Sup Emblavées (ha) | Prod. (qx) | Sup. (ha) | Prod. (qx) | Sup. (ha) | Prod. (qx) | Sup. (ha) | Prod. (qx) |
| Plaine de la Mina | Relizane | 4 899 | 96 470 | 0 | 0 | 526 | 97 300 | 904 | 33 000 |
| | Bendaoud | 2 749 | 54 100 | 0 | 0 | 451 | 83 550 | 1 650 | 60 200 |
| | El Matmar | 2 399 | 38 500 | 0 | 0 | 483 | 89 400 | 1 047 | 38 200 |
| | Oued El Djemaa | 7 748 | 148 130 | 0 | 0 | 1302 | 241 050 | 1 578 | 57 600 |
| | Sidi Khettab | 4 299 | 71 400 | 0 | 0 | 512 | 94 795 | 1 608 | 58 700 |
| | Bellassel Bouzagza | 3 939 | 68 330 | 0 | 0 | 304 | 56 330 | 1 322 | 48 250 |
| | Yellel | 3 899 | 60 150 | 0 | 0 | 2013 | 372 570 | 2 735 | 99 804 |
| | Sidi Saada | 2 770 | 42 975 | 30 | 192 | 1573 | 291 235 | 2 657 | 96 951 |
| | Plaine de la Mina | 32 702 | 580 055 | 30 | 192 | 7164 | 1326 230 | 13 501 | 49 2705 |

Source : DSA – Relizane



Photo n° 01 : Vue des terres agricoles et cultures

2.1.4.2. Les cultures pérennes

Les cultures pérennes par leur rôle fixateur des sols. Elles représentent près de 13 % de la SAU, alors que plus de 30 % des terres s’y prêtent à abriter de telles spéculations.

L’arboriculture pratiquée conduite en irrigué constitue surtout d’agrume et d’olivier et de noyau et pépin. Cependant, elle connaît ces dernières années une augmentation spectaculaire grâce aux différents programmes d’appui et aux progrès de l’irrigation.

L’occupation du sol n’est pas homogène et diffère d’une commune à une autre. C’est ainsi qu’au niveau de la zone trois communes détiennent plus de 65% des plantations arboricoles de la zone. Il s’agit des communes de Relizane, Oued Djemaa et Yellel où près de 30 % de la superficie est planté.

L’agrume et l’olivier, arbres caractéristiques de la Mina représente plus de 84 % de la superficie des plantations arboricole (**tab n°31**). Les rendements sont satisfaisants en raison de pratiques culturales et l’irrigation surtout ces dernières années où les quotas d’eau alloués pour le GPI sont augmentés. Les rendements oscillent autour de 180 à 230 qx par hectare pour les agrumes et 40 à 50 qx pour l’olivier.

Les noyaux et pépins avec une superficie de plus de 1000 ha dominés par l’abricotier, le pommier et le grenadier. Elle est concentrée dans la majorité des communes, Relizane, Oued Djemaa et Yellel en particulier.

Pour sa part la vigne occupe pré de 68 hectares et concerne essentiellement les communes de Sidi Khattab et Yellel. La préférence est beaucoup plus accordée au raisin de table.

Tableau n°31 : Répartition des cultures et des productions des cultures pérennes

| | Commune / Régions agricoles | Agrumes | | Oliviers | | Figuiers | | Viticulture | | Arbres Fruitiers Divers | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------|----------------|--------------|---------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------------------|----------------|
| | | Sup. (ha) | Prod. (qx) | Sup. (ha) | Prod. (qx) | Sup. (ha) | Prod. (qx) | Sup. (ha) | Prod. (qx) | Sup. (ha) | Prod. (qx) |
| Plaine de la Mina | Relizane | 1 276 | 314 500 | 500 | 33558 | 8 | 700 | 0 | 0 | 244 | 26 880 |
| | Bendaoued | 106 | 28 200 | 240 | 9588 | 26 | 1 300 | 0 | 0 | 47 | 5 127 |
| | El-Matmar | 202 | 41 290 | 254 | 11617 | 5 | 150 | 0 | 0 | 84 | 9 218 |
| | Oued El Djemaa | 1 051 | 232 526 | 277 | 16226 | 3 | 200 | 0 | 0 | 171 | 20 809 |
| | Yellel | 502 | 120 200 | 1 180 | 32238 | 11 | 1 200 | 24 | 1 720 | 404 | 62 978 |
| | Sidi Saada | 63 | 16 500 | 70 | 19054 | 11 | 60 | 5 | 72 | 115 | 12 056 |
| | Belaassel Bouzagza | 212 | 52 868 | 434 | 29724 | 17 | 2 000 | 3 | 0 | 101 | 6 861 |
| | Sidi Khatteb | 127 | 4 760 | 141 | 9558 | 36 | 4 300 | 36 | 2 867 | 40 | 1 868 |
| | Plaine de la Mina | 3 539 | 810 844 | 3 096 | 161563 | 117 | 9 910 | 68 | 4 659 | 1 206 | 145 797 |

Source : DSA – Relizane

2.1.5. Les productions animales

La wilaya de Relizane enregistre près de 2% du cheptel bovin national estimé à 1.6 million de têtes et elle se classe à la 18^{ème} place par rapport aux 48 wilayas du pays. Le cheptel est concentré dans la plaine avec 56% des effectifs, 24 % (7510 têtes) seulement dans la plaine de la Mina (tab n°32).

Tableau n°32 : Effectif de grands élevages et petits élevages

| Communes | Cheptel (têtes) | | | | | | | Petits élevages | | |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|
| | Bovins | Dont vaches laitières | Ovins | Dont brebis | Caprins | Dont chèvres | Equin | Poulets de chaires | Poules pondeuses | Apiculture (Ruches) |
| Relizane | 1 374 | 997 | 17 858 | 7 610 | 205 | 94 | 275 | 106 875 | 11 815 | 1 472 |
| Bendaoued | 613 | 380 | 13 416 | 4 247 | 256 | 139 | 450 | 662 625 | 254 769 | 221 |
| Oued El Djemaa | 876 | 319 | 20 780 | 7 698 | 418 | 228 | 360 | 35 625 | 0 | 1 631 |
| El-Matmar | 741 | 436 | 6 249 | 3 761 | 353 | 250 | 107 | 71 250 | 11 815 | 54 |
| Yellel | 790 | 210 | 9 588 | 5 203 | 395 | 249 | 510 | 111 488 | 17 723 | 82 |
| Sidi Saada | 784 | 245 | 8 486 | 4 618 | 318 | 195 | 421 | 344 375 | 0 | 57 |
| Belaassel Bouzagza | 1 182 | 887 | 14 244 | 13 272 | 596 | 488 | 205 | 95 000 | 66 462 | 224 |
| Sidi Khatteb | 1 150 | 873 | 15 583 | 11 857 | 708 | 610 | 196 | 106 875 | 34 462 | 354 |
| Plaine de la Mina | 7 510 | 4 347 | 106 204 | 58 266 | 3 249 | 2 253 | 2 524 | 1534 113 | 397 046 | 4 095 |

Source : DSA – Relizane

Pour l'ovin, également, la wilaya se classe à la 20^{ème} place avec près de 2% avec également 60% des effectifs dans la plaine.

L'élevage est devenu au fil des années une activité qui structure le monde rural de la plaine grâce au programme de développement rural et de réhabilitation des infrastructures de l'élevage d'une part et l'accompagnement financier et technique de l'élevage mais son importance n'a pas atteint le niveau de celui de la région agro-pastorale.

- L'élevage ovin reste dominant. En enregistre cependant une augmentation significative par rapport aux années précédentes 106.204 têtes (tableau n°34).
- L'élevage bovin suit apparemment le même essor, en comptant 7510 têtes.
- L'aviculture et l'apiculture restent des activités à développer, compte tenu des conditions du milieu (les vergers arboricoles...etc), l'accompagnement technique et financier et de leur rôle dans le développement rural.

Les bases économiques de la plaine de la Mina se cristallisent actuellement autour de l'activité agricole et de l'élevage (agropastoralisme) comme leviers principaux de développement rural local créateur d'emplois.

Tableau n°33 : Infrastructures d'élevage

| Communes | infrastructures d'élevage | | |
|--------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|
| | Poulaillers (Poulets de chairs et dindes) | Poulaillers (Poules pondeuses) | Etables et Hangars d'élevage |
| Relizane | 20 | 3 | 47 |
| Bendaoued | 90 | 22 | 90 |
| Oued El Djemaa | 38 | 0 | 194 |
| El-Matmar | 3 | 2 | 139 |
| Yellel | 10 | 3 | 36 |
| Sidi Saada | 47 | 3 | 95 |
| Belaassel Bouzagza | 41 | 10 | 256 |
| Sidi Khatteb | 23 | 3 | 158 |
| Plaine de la Mina | 272 | 46 | 1 015 |

Source : DSA – Relizane

Tableau n°34 : les productions animales

| | Communes | Viandes Rouges (qx) | Viandes Blanches (qx) | Lait (unité:1000 L) | Oeufs | Miel (qx) | Laine (qx) |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|---------------|------------|--------------|
| Plaine de la Mina | Relizane | 1 420 | 4 200 | 2 248 | 4 845 | 24 | 174 |
| | Bendaoued | 1 435 | 15 910 | 1 387 | 24 855 | 12 | 151 |
| | Oued El Djemaa | 2 309 | 1 920 | 1 416 | 0 | 27 | 200 |
| | El-Matmar | 1 720 | 695 | 1 638 | 4 305 | 10 | 211 |
| | Yellel | 1 700 | 2 595 | 1 107 | 8 630 | 11 | 130 |
| | Sidi Saada | 1 720 | 5 440 | 1 726 | 6 700 | 16 | 134 |
| | Belaassel Bouzagza | 3 470 | 2 630 | 3 966 | 16 480 | 11 | 183 |
| | Sidi Khatteb | 3 610 | 5 455 | 3 219 | 7 250 | 14 | 178 |
| | Plaine de la Mina | 17 384 | 38 845 | 16 707 | 73 065 | 125 | 1 361 |

Source : DSA – Relizane

2.1.6. Les activités hydro-agricoles

L'activité hydro-agricole est une vocation naturellement dévolue à la wilaya de Relizane en générale et en grands périmètres irrigués en particulier compte tenu des caractéristiques naturelles (sol et eau) et les spécificités suivantes:

- L'existence d'un 01 barrage en exploitation dont la capacité totale est de 250 Hm³.
- L'existence d'un périmètre d'irrigation équipé dont la superficie avoisine 17.235 ha.
- La disponibilité de la sole irrigable de 25.000 ha y compris la petite et moyenne hydraulique (PMH) représente plus de 36% de la SAU (68 022 ha).

- **Périmètre d'irrigation de la Mina**

Le grand périmètre d'irrigation de la Mina est considéré comme un des plus anciens périmètres en Algérie. Il a été créé par arrêté du 1er Avril 1943 son aménagement a été effectué entre la période 1936-1944 et d'une superficie classé de 13.647 ha. Une phase d'aménagement et extension du périmètre a été entamée de 1985 à 1989 avec la réalisation des canaux d'adduction et l'extension d'une superficie de 1.025 ha. Entre 2003 et 2007 le périmètre a été réaménagé jusqu'à atteindre ainsi une superficie équipée de 17.235 ha

Ce périmètre est localisé dans sa totalité dans la wilaya de Relizane traversant ainsi les communes de Sidi M'hamed, Benaouda, Relizane, Oued Djemaa, Ben Daoud, Relizane, Yellel et Belhacel.

Le périmètre est alimenté à partir du barrage de Sidi M'hamed Benaouda d'une capacité théorique de 250 Hm³ avec un volume utile de 153 Hm³ et de douze forages d'irrigation réalisés dans le cadre du programme d'urgence 2005 à 2006 d'un débit varie entre 7 à 18 L/S.

La superficie équipée et irrigables est de l'ordre de 17.235 ha

Le périmètre est composé de canaux principaux appelés adducteurs répartis comme suit :

- canal tronc commun : 5,500 Km avec canal, tunnel, aqueduc Mina.
- canal principal rive droite (CPRD) :35,00 Km composé de siphon Mina, Khelloug.
- canal principal rive gauche (CPRG) : 29,00 Km composé de siphon Malah.

Il est équipé aussi de divers ouvrages de régulations à savoir :

- partiteur principal
- bassin canal de 1,5 km de longueur
- 15 ouvrages dissipateurs d'énergie
- une station de pompage et 12 forages d'irrigation

Le périmètre est partagé en 10 secteurs équipés de canaux et conduites d'irrigation de différents diamètres avec des équipements hydromécaniques (prises, vannes, modules) d'un linéaire total de 182 km de périmètre réaménagé et 257 km de périmètre extension.

La superficie irriguée en GPI au titre de la campagne agricole 2012/2013 est de l'ordre de 5.110 ha sur une superficie équipée et irrigable de 17.235 ha. Durant cette campagne d'irrigation, un volume d'eau de 35 Hm³ a été mobilisé à partir du barrage existant. Plus de 60 % de la sole irriguée se localise dans la commune de Relizane et d'Oued Djemaa.

Vu l'insuffisance de la ressource en eau et les quotas d'eau alloués annuels pour le périmètre, la superficie irriguée reste faible par rapport au potentiel irrigable.

• Petite et moyenne hydraulique

La superficie irrigable à partir des puits, forages, sources et fil de l'eau dans la plaine de la Mina est de l'ordre de 9.000 ha. Au titre de la campagne d'irrigation 2012/2013, la PMH représente 60 % de la superficie irriguée développée globale de la wilaya (12.905 ha) avec une superficie de 7.795 ha irrigués à partir des ouvrages de mobilisation existants (**tab n°35**).

Tableau n°35 : Ouvrages de mobilisation des ressources hydriques pour la PMH

| | Forage | | Puits | | Sources | | Fil de l'eau | | Sup (ha) |
|-------------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| | Nbre | Sup (ha) | Nbre | Sup (ha) | Nbre | Sup (ha) | Nbre | Sup (ha) | |
| Relizane | 67 | 210 | 524 | 310 | 0 | 0 | 0 | 0 | 520 |
| Bendaoud | 13 | 45 | 200 | 118 | 0 | 0 | 0 | 0 | 163 |
| O.Djemaa | 13 | 110 | 48 | 190 | 0 | 0 | 0 | 0 | 300 |
| El Matmar | 5 | 230 | 22 | 440 | 0 | 0 | 0 | 0 | 670 |
| Yellel | 12 | 500 | 41 | 3 372 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 872 |
| S.Saada | 16 | 62 | 232 | 491 | 1 | 12 | 1 | 10 | 575 |
| Belhacel | 15 | 195 | 170 | 780 | 1 | 10 | 1 | 10 | 995 |
| S.Khettab | 18 | 162 | 138 | 538 | 0 | 0 | 0 | 0 | 700 |
| total Mina | 159 | 1 514 | 1 375 | 6 239 | 2 | 22 | 2 | 20 | 7 795 |

Source : DSA – Relizane

• Cultures irriguées – modes d'irrigation

La répartition des cultures irriguées présentée dans le tableau ci-dessous montre que les cultures pérennes qui occupent la part la plus importante des terres irriguées de la plaine avec 8558 ha, soit 66 % de la sole irriguée dominée par les agrumes et les oliviers ; arrive en seconde position le maraîchage près de 33 % soit 4233 ha dominé par l'artichaut et la pomme de terre. Les autres spéculations (céréales et fourrages) ne représentent que 114 ha.

En sus de la contrainte liée à l'eau, la pratique du système d'irrigation traditionnelle non contrôlée (gravitaire) dans le plaine reste dominante avec 9876 ha soit 76% contre 2522 ha en aspersion et 507 ha en système localisée malgré les efforts consentis dans le cadre de FNRDA, les

agriculteurs restent réticents à toute innovation, ce qui entraîne une perte en eau considérable, mais aussi un manque à gagner pour l'extension de la superficie irriguée.

Tableau n° 36: répartition des superficies irriguées par spéculation et mode d'irrigation

| | Spéculation (ha) | | | | Mode d'irrigation (ha) | | | SUP. totale |
|-----------------------|------------------|---------------|-----------|-----------|------------------------|--------------|------------|----------------|
| | maraîchage | Arboriculture | céréales | Fourrages | Gravitaire | Aspersion | Localisée | |
| Relizane | 384 | 1 740 | 0 | 24 | 1 799 | 303 | 46 | 2 148 |
| Bendaoud | 262 | 848 | 0 | 18 | 1 066 | 36 | 26 | 1 128 |
| O.Djemaa | 202 | 1 655 | 0 | 34 | 1 636 | 202 | 53 | 1 891 |
| El Matmar | 294 | 1 190 | 0 | 0 | 1 300 | 145 | 39 | 1 484 |
| Yellel | 1 868 | 2 085 | 0 | 0 | 2 767 | 1 128 | 58 | 3 953 |
| S.Saada | 336 | 185 | 30 | 0 | 291 | 232 | 28 | 551 |
| Belhacel | 505 | 545 | 0 | 0 | 937 | 86 | 27 | 1 050 |
| S.Khettab | 382 | 310 | 8 | 0 | 80 | 390 | 230 | 700 |
| Total Mina | 4 233 | 8 558 | 38 | 76 | 9 876 | 2 522 | 507 | 12 905 |

Source : DSA – Relizane

CHAPITRE III : Diagnostic de l'occupation du sol et description de son agrosystème

1. Méthodologie et outils de travail

Le secteur agricole de la wilaya de Relizane en générale et les plaines en particulier font face à des problématiques agro-environnementales diverses : la dégradation des sols (la salinité, l'érosion et la perte de la fertilité), l'utilisation intensive des intrants chimiques, les fluctuations climatiques, la monoculture, la perte de biodiversité...etc. Les pratiques agricoles modernes et inadaptées menacent la durabilité des exploitations agricoles et par conséquent la sécurité alimentaire. Les différents impacts néfastes de l'intensification des pratiques agricoles ont amplifié les contraintes environnementales.

En quête d'une alternative écologiquement soutenable, socialement acceptable et économiquement profitable à l'agriculture conventionnelle, plusieurs chercheurs ont proposé l'agroforesterie, une activité agricole complexe intégrant les arbres aux cultures et à l'élevage du bétail (Nair, 1993). Dans une perspective de développement durable de la plaine, les interventions de l'introduction d'un système agroforestier doivent répondre à des exigences économiques, écologiques et sociales. L'objectif principal de cette étude est d'aller vers une agriculture durable basée sur l'association des arbres à des cultures et/ou à l'élevage, ceci par l'introduction d'espèces arborescentes et arbustives au cœur des pratiques agricoles. Cet objectif ne peut être atteint que par un diagnostic de l'occupation du sol et une identification des contraintes qui handicapent le développement agricole de cet espace. Ainsi, la plaine de Mina, par son caractère rural très marqué, par son historique agricole importante et par sa diversité, paraît un exemple intéressant pour la réalisation d'une étude de ce genre.

1.1. Choix de la démarche

La démarche retenue pour aboutir aux objectifs fixés de l'aménagement durable de la plaine par l'introduction des systèmes agroforestiers s'appuie sur la caractérisation du milieu rural dans une perspective de développement durable. Le but est de mesurer et d'établir des aménagements d'implanter de l'agroforesterie chez les agriculteurs et les propriétaires sur la plaine. Elle a conçu pour caractériser la composante physique, biologique et humaine et diagnostiquer l'occupation du sol pour comprendre le fonctionnement du milieu dans un délai limité. C'est une méthode systémique, fondée sur la connaissance des différents niveaux d'organisation du milieu rural.

En outre, cette démarche est centrée sur le diagnostic de l'occupation du sol à l'aide des enquêtes à effecteur et l'imagerie satellitaire des agrosystèmes, qui met l'accent plus particulièrement sur l'analyse des pratiques paysannes en matière d'exploitation et de gestion du territoire : pratiques sociales, économiques et techniques révélatrices des objectifs de l'agriculteur.

En plus de la 1^{ère} étape basée sur la caractérisation phytoécologique et socioéconomique de la zone d'étude (chapitre 1 et 2), les autres étapes de cette démarche sont :

- Le diagnostic de l'occupation du sol et description de son agrosystème,
- L'introduction des systèmes agroforestiers.

1.1. 1. Sources de données

Les principales sources d'informations utilisées sont la bibliographie (les données collectées de différents structures et instituts), les enquêtes et les observations sur terrain. La bibliographie propre à la zone d'étude est nombreuse, elle est liée aux documents techniques comme le PATW (Plan d'Aménagement du Territoire de la wilaya de Relizane), le P.D.A.U (Plan Directeur de l'Aménagement Urbain) et le P.O.S (Plan d'Occupation des Sols), les recueils et les statistiques de la direction des services agricoles (DSA), la direction des ressources en eau (DRE)...etc, ainsi que la monographie de la wilaya, la cartographie et les SIG. D'autres sources traitant et étudiant la plaine de Mina, la wilaya et le Nord Algérien en générale, sont également utilisées comme le projet de l'INSID-2012 « Salinisation des sols dans le périmètre irrigué de la Mina (Relizane, Algérie) ».

Concernant les enquêtes, un questionnaire a été établi basé sur des questions ouvertes favorables au développement de l'entretien, contrairement aux questions à réponse directe. Les sondages sont réalisés sur un échantillon raisonné, ceci aidera à cerner la diversité des situations existantes (**voir Annexe**). Dans ce contexte, l'étude bibliographique, la prospection au niveau de la plaine et les entretiens avec les personnes source (agriculteurs, éleveurs, cadres et délégués de l'agriculture et des cadres forestiers ainsi que les élus des communes), ont permis une stratification préalable de l'occupation du sol. L'enquête a été effectuée au niveau de 133 exploitations agricoles (EAC, EAI et privée) touchant un effectif total de 200 agriculteurs.

1.2. Présentation du site pilote

Etant donné la superficie importante de plus de 90.000 ha, la démarche retenue s'articulera sur la localisation d'une zone pilote, un espace bien définie avec une superficie moyenne de l'ordre de 2000 ha et assez représentative de l'ensemble de la plaine et même de la région. La zone d'étude fait partie intégrante de la plaine du Cheliff dans la vallée de la Mina de la Wilaya de Relizane. C'est une zone assez représentative de la plaine, de plus c'est une zone caractérisée par l'agriculture intensive affectée par différents problèmes environnementaux à savoir : la sécheresse, la salinisation et la perte de biodiversité. Elle est située entre la route nationale (RN 04) et le chemin de fer reliant Oran-Alger éloignée de 15 Km de la ville de Relizane, près de la ville d'Oued Djemaa. Cette unité porte sur une superficie cadastrée de 1736 ha et d'un périmètre total de 18 Km ; elle se trouve à limitrophe de deux communes : Relizane et Oued Djemaa (**Fig. n°17**). Elle se localise dans le périmètre irrigué exactement entre les points, coordonnées géographiques (fuseau 31, Longitude / Latitude (WGS 84) de l'hémisphère Nord) :

$$X1 = 0^{\circ} 34' 37,956'' \quad ; \quad X2 = 0^{\circ} 39' 30,6''$$

$$Y1 = 35^{\circ} 44' 33,9252'' \quad ; \quad Y2 = 35^{\circ} 47' 33,7308''$$

La situation actuelle laisse apparaître trois problèmes majeurs au niveau du périmètre irrigué de la Mina :

- L'eau : elle est généralement salée de qualité médiocre et les ressources n'arrivent pas à couvrir les besoins en eau des cultures ;
- Le taux de salinité élevé des sols ;
- Le drainage : défectueux et ne remplissant pas sa fonction il aggrave la situation, d'autant plus qu'il existe une nappe phréatique salée peu profonde.

La contrainte majeure reste la salinité. Celle ci est due d'une part à la qualité de l'eau d'irrigation et à la remontée de la nappe phréatique salée d'autre part.

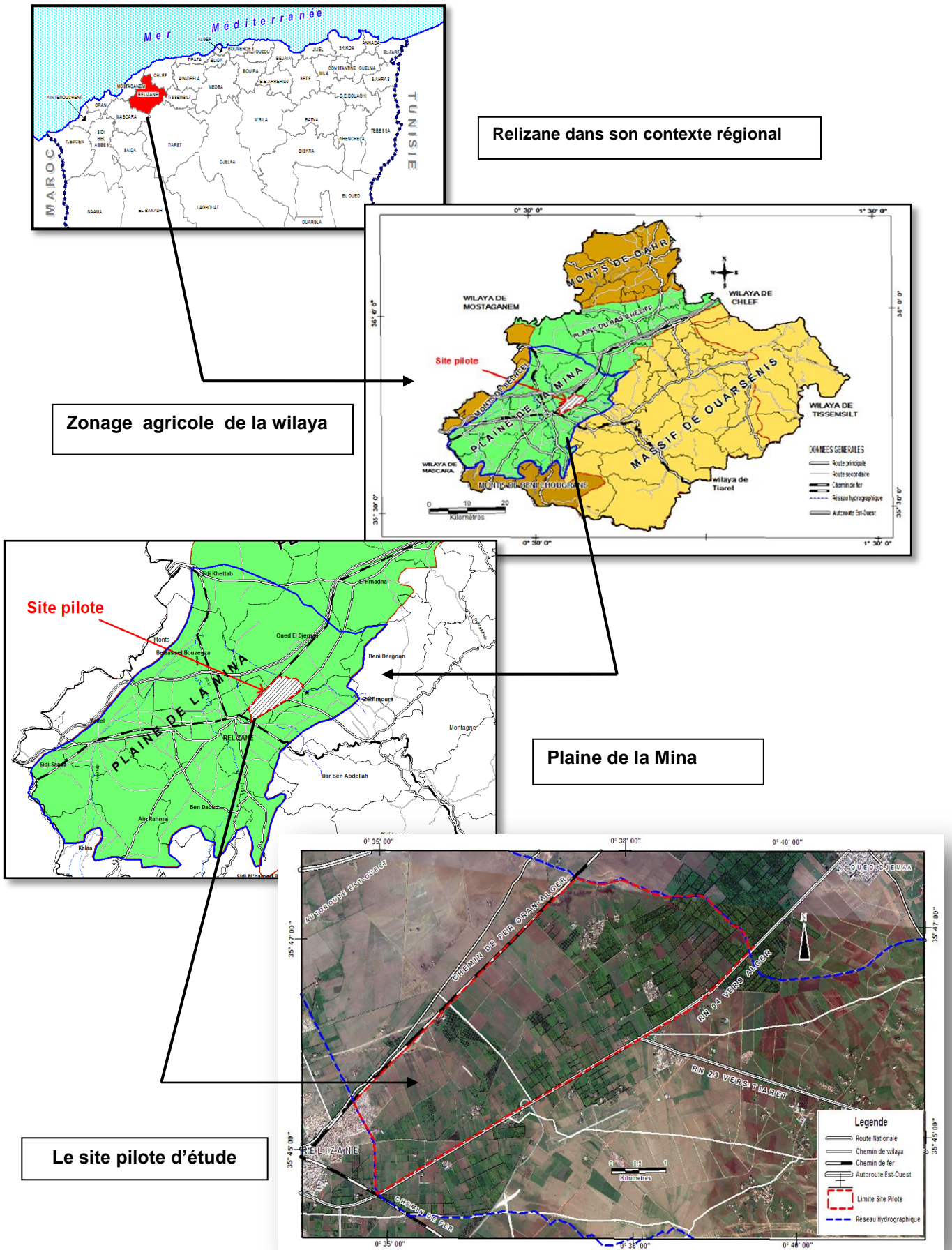


Figure n°17 : localisation du site pilote de l'étude

2. Diagnostic de l'occupation du sol

Avant d'entamer les développements relatifs au diagnostic de l'occupation du sol de la zone d'étude et la définition de leurs différents agrosystèmes, il est important de passer en revue quelques notions de base.

2.1. L'occupation du sol (Land Cover)

Une description physique de l'espace est définie comme la couverture bio-physique de la surface des terres émergées (**FAO, 1998**), c'est-à-dire ce qui recouvre le sol. On distingue ainsi plusieurs catégories biophysiques : la végétation (arbres, buissons, champs, pelouses), les sols nus (même s'il s'agit d'un manque de couverture), les surfaces dures (roches, bâtiments), les surfaces humides et les plans d'eaux intérieures. Par conséquent, L'occupation des sols est « observée », c'est-à-dire scrutée par différentes « sources d'observation » situées à plus ou moins grande distance de la surface terrestre : l'œil humain, les photographies aériennes, les sondes satellites (**Commission Européenne, 2001**).

Au contraire, l'utilisation du sol caractérise les arrangements, les activités et les intrants introduits par l'homme sur un certain type d'occupation du sol visant à en tirer des produits et/ou des bénéfices, on parle donc d'une description des surfaces terrestres selon leurs finalités socio-économiques : superficies à vocation résidentielle, industrielle, commerciale ou agricole. En raison du rôle implicite ou explicite de l'homme dans la détermination de l'utilisation des sols, elle doit être traitée séparément de l'occupation du sol, assurant ainsi la cohérence et la comparabilité interne et externe (**OSS, 2011**).

2.1.2. Importance des données sur l'occupation du sol

Les données sur l'occupation et l'utilisation des sols fournissent en général des informations quantitatives (classes d'occupation/utilisation, estimations de la superficie). Des précisions concernant les caractéristiques qualitatives (pratique agricole, valeur écologique, etc.) sont nécessaires pour bien décrire les processus en action. Ces données (les classes d'occupation) sont également des unités analytiques qui permettent d'établir un premier lien quantitatif entre les activités humaines, leurs répercussions sur l'environnement, et la dimension géographique (spatiale). Les changements d'occupation du sol est un problème environnemental pressant, agissant à la fois comme une cause et une conséquence du changement climatique. Les rapports d'évaluation actuels et futurs du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) sont basés sur une compréhension incertaine de la dynamique de la surface terrestre et des processus connexes. Les applications de la couverture terrestre et les dynamiques des sols dans les modèles du système terrestre liés au changement climatique et des modèles d'évaluation d'impact doivent être mieux reliés et coordonnés. L'importance de ces questions nécessite des systèmes de surveillance continue et des données fiables et à jour (**OSS, 2011**).

Les informations concernant l'évolution de l'occupation/utilisation des sols intégrant la dimension temporelle présentent un intérêt majeur pour les politiciens – qui évaluent les décisions touchant à la terre – et pour la communauté scientifique – qui découvre les causes sous-jacentes et les conséquences, ces informations prennent ainsi une dimension beaucoup plus intéressante à travers l'analyse, l'identification et la description du processus en cours. Dans cette intention, l'occupation du sol dans les différentes régions a été cartographiée et caractérisée à plusieurs reprises et de nombreux pays ont mis en place une sorte de système de surveillance des terres (base de données spatiales et inventaires sur les forêts et l'agriculture). De plus, il y a un certain nombre de produits cartographiques d'occupation du sol à l'échelle continentale et mondiale. Ces produits ont été élaborés grâce à la disponibilité des observations satellitaires continues depuis les années 1980 (**Commission Européenne, 2001**).

Avec l'évolution des technologies, il est devenu de plus en plus possible d'obtenir des informations d'occupation du sol à partir d'une combinaison d'enquêtes sur le terrain et des données d'observation de la Terre à l'échelle mondiale, régionale et nationale. Des incohérences existent entre les différents produits cartographiques de l'occupation des sols ou des systèmes de surveillance des changements, ce qui complique notre capacité de synthétiser les évaluations d'occupation des sols à l'échelle régionale et mondiale.

2.1.3. Outils de collecte de données

Les différents outils de collecte permettent de recueillir les premières informations sur l'occupation et l'utilisation des sols. Il décrit les principes fondamentaux, les concepts sous-jacents et les différentes approches conceptuelles, en précisant brièvement leurs avantages et leurs limites.

Ces explications techniques sont indispensables à l'évaluation des systèmes d'information et à la qualité du retour d'information.

- **Imagerie satellitaire obtenue par télédétection :** Utilisées à des fins opérationnelles, les images satellites à haute résolution, telles que celles fournies notamment par LANDSAT, SPOT, DEIMOS, ERS-SAR et ENVISAT, offrent de nouveaux débouchés dans les domaines de l'étude et du suivi de l'occupation du sol. Technique qui, par l'acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information ». (**Centre canadien de télédétection « CCT » 1999**). Le diagnostic de l'occupation du sol est basé sur la carte d'occupation du sol de la wilaya de Relizane élaborée par l'INSID en 2012, les images satellitaires utilisées pour réaliser ce travail sont du satellite SPOT (Système Probatoire d'Observation de la Terre) en plus des images satellitaires de « Google Earth », ce dernier est probablement la plus belle application publique de la télédétection spatiale réalisée à ce jour.
- **Sondages et enquête sur terrain :** Visualiser le paysage agricole et collecter les informations complémentaires à travers des entretiens avec des cadres techniques du secteur agricole et des personnes sources (les agriculteurs). Cette technique de prospection nous permet de vérifier sur terrain les données de l'imagerie satellitaire et par la suite l'actualisation de l'occupation du sol à un moment donné.
- **Données administratives (Intégration de données à partir de registres administratifs et statistiques) :** Il apparaît clairement que l'imagerie satellitaire ou la photographie aérienne ne peut observer qu'un nombre limité de paramètres. L'analyse des données statistiques en utilisant permet de fournir non seulement les premières d'éléments d'identification des spécificités de la zone mais aussi de ses problèmes. Les statistiques devront prendre en compte les aspects fonctionnels et décrire la dimension socio-économique des zones concernées. Ces informations peuvent être compilées au moyen d'enquêtes ou de recensements et/ou grâce aux données déjà réunies dans les registres administratifs et statistiques de différents instituts et administration exemple la DSA, ONID, INSID, DRE et cadastre.

2.2. L'occupation du sol de plaine de la Mina

L'élaboration de la carte d'occupation du sol de la plaine de la Mina en mode numérique en utilisant le logiciel Mapinfo 8.0 repose sur le traitement des images satellitaires (Imagerie satellitaire obtenue par télédétection) et des vérifications de terrain. L'actualisation de cette carte a subi un autre traitement sur MapInfo. Toutes les zones isophènes (ayant les mêmes aspects) issues de la carte classifiée ont été délimitées, digitalisées et actualisées à partir des sources suivantes :

- Une carte récente d'occupation du sol de la campagne agricole 2012/2013 établit par l'INSID Géo référenciée et digitalisée.
- Imagerie satellitaire obtenue par Google Earth 2015 qui nous a permis une visualisation détaillée de la zone, et a permis plus de fiabilité en matière d'occupation du sol. Ainsi, la carte d'occupation des espaces de la plaine de la Mina a été conçue.
- ✓ Une vérification sur terrain pour relever la confusion des classes en termes d'occupation du sol (exemple arboriculture confondu en oléiculture) et les limites des unités cartographiques et leur voisinage.

La numérisation en utilisant les fonctionnalités des SIG par le logiciel MapInfo 8.0 est un processus fastidieux qui consiste à suivre les contours des éléments (unités) sur une image satellitaire en mode composition colorée géo référencée à l'aide d'un curseur. La démarche choisie pour élaborer cette carte d'occupation de sol consiste à choisir des polygones (entité cartographique) d'apprentissage sur l'image qui vont servir de référence. Les classes suivantes ont été retenues :

a) Occupation du sol agricole (SAU)

- Grande culture en sec
- Culture maraîchère
- Culture arboricole
- Viticulture
- Oléiculture
- Polyculture

b) Occupation du sol hors agriculture (hors SAU)

- Forêt - maquis – reboisement
- Zone de parcours
- Zone à sol nu - à affleurement rocheux
- Plan d'eau
- Espace bâti

Dans le cadre du diagnostic de l'occupation du sol de la zone d'étude, nous avons suivi la démarche suivante :

- La carte d'occupation du sol
- Mode d'exploitation du milieu rural
- Caractérisation des systèmes de culture et d'élevage
- Contraintes du développement durable de la plaine

La carte d'occupation du sol (**fig. n°19**) présente succinctement la plaine de la Mina, la nomenclature et tout particulièrement l'occupation agricole, sa répartition spatiale au niveau de la zone d'étude et les résultats statistiques issus de la cartographie à partir de l'imagerie satellitaire. L'utilité de ce travail « carte d'occupation du sol » permet de fournir une information géographique spatiale relative à l'occupation du sol, identifier ses différentes classes et sa caractérisation des systèmes de culture et d'élevage.

Cette démarche nous permet aussi de mener à démontrer et relever les différentes contraintes de développement agricole de la zone d'étude et par conséquent de proposer des aménagements intégrés et durables des terres, des eaux et des ressources vivantes qui favorise la conservation et la durabilité des agro-écosystèmes.

2.2.1. Résultats statistiques issus de la carte de l'occupation du sol

Les classes de superficies de l'occupation du sol de la plaine sont présentées dans le tab. n°37 issues de résultats statistiques de la table de données liée à la table de couche de la carte d'occupation du sol digitalisée :

Tableau n°37 : répartition des classes de l'occupation du sol et de la plaine de la Mina

| | (ha) | (%) |
|---|---------------|---------------|
| Agriculture | | |
| - Oléiculture | 3 538 | 3,80% |
| - Culture arboricole | 5 869 | 6,30% |
| - Polyculture | 1 822 | 2 % |
| - Culture maraîchère | 7 680 | 8,30% |
| - Grande culture en sec | 58 616 | 63 % |
| - Viticulture | 31 | 0,03% |
| Total occupation agricole | 77 555 | 83,30% |
| Zone à sol nu - à affleurement rocheux | 580 | 0,60% |
| Zone de parcours | 9 675 | 10,40% |
| Forêt - maquis - reboisement | 29 | 0,03% |
| Plan d'eau | 2 506 | 2,70% |
| Espace bâti | 2 734 | 2,90% |
| Total occupation hors agricole | 15 525 | 16,70% |
| Superficie totale | 93 080 | 100% |

Il est à signaler que les superficies tirées de l'occupation du sol sont issues de la cartographie des images satellitaires prises à un instant T (campagne agricole 2012/2013).

2.2.2. Répartition de l'occupation du sol

La plaine de la Mina d'une superficie totale de plus de 90.000 ha représente un territoire agricole par excellence vu son occupation du sol agricole qui représente une superficie de 77.555 ha soit 83,3% de la superficie totale de la plaine (**Fig. n°18**)

2.2.2.1. Occupation du sol agricole

Les classes d'occupation du sol sont décrites selon la localisation (lieu-dit, communes, zones homogènes) et leurs superficies exprimées en hectares et en pourcentage. Les terres agricoles (grandes cultures, maraîchage, arboriculture, viticulture, oléiculture, et polyculture) représentent une superficie dominante de 77 555 ha soit 83,30% de la surface totale de la plaine.

- **Grande culture en sec** : Les grandes cultures qui regroupent les céréales, les légumineuse et les fourrages, à elles seules couvrent une superficie de 58 616 ha soit 63%, elles sont associées aux terres de parcours et sont situées sur l'ensemble du territoire de la vallée de la Mina. Dans la plaine, cette occupation est beaucoup plus marquante au niveau des plaines (bas-Cheliff) et vallées (vallée de la Mina).
- **Culture maraîchère** : C'est en amont et aval de l'Oued Mina (commune de Sidi khettab) et sans pour autant oublier les communes de Sidi Saada, Yellel, el Matmar, Oued el Djemaa et Relizane, associées à l'arboriculture qu'est situées les grandes parcelles de maraîchage. Leurs surface totale est de 7 680 ha soit 8,30%. Les cultures légumières de l'artichaut, la pomme de terre et les melons-pastèques sont prédominantes dans la Mina, d'autres sont intercalées sous les arbres fruitiers (système de culture intercalaire)

- **Culture arboricole:** Dans la wilaya de Relizane, deux grands ensemble homogènes, à savoir la plaine du Bas Chellif et celle de l'oued Mina qui attire l'attention des vergers arboricoles. La surface totale arboricole est de 5 869 ha soit 6,30%. Caractérisés par les espèces d'arbres fruitiers : les agrumes, les noyaux-pépins et les rustiques. Les agrumes occupent seulement plus de 3600 ha. Ces vergers se localisent particulièrement dans les communes de : Relizane, Oued el Djemaa, Ben Daoud, el Matmar, Yellel, Sidi Saada, et Sidi el Khettab qui sont les plus concernées par cette occupation.
- **Viticulture :** D'après l'enquête sur terrain pour diagnostiquer l'occupation du sol surtout pour classer les parcelles planter en cultures pérennes, une superficie de 31 ha soit 0,03%, les carrés de vignes sont regroupés essentiellement dans la partie Nord de la zone, plus précisément dans les communes Sidi Khatteb et Belahacel ou sont dispersés dans les jardins familiaux.
- **Polyculture:** Situés à proximité des habitations dans des jardins familiaux généralement des potagers, la polyculture est présent sur l'ensemble du territoire de la Mina, particulièrement dans les communes de Yellel, Sidi Saada, Bellassel Bouzegza et Sidi Khettab situées au nord de la wilaya. Leurs surface est de 1 822 ha soit 2 %.
- **Oléiculture :** C'est prédominance à l'Ouest du chef-lieu de la wilaya, dans les communes de Yellel, el Matmar, Ain Rahma, Bellassel Bouzegza, aussi on trouve des oliveraies dans les communes de Relizane et Oued Djemaa. On peut rencontrer d'autres plantations oléicoles éparpillées et de moindre importance dans quelques exploitations agricoles. Leurs surface totale est de 3 538 ha soit 3,80%.

2.2. 1.2. Occupation hors agricole

- **Zone de parcours :** Les terres de parcours dans la plaine de Mina sont caractérisées par une végétation halophyte (Salsolacées, Soudes, Atriplex) recouvrant une couche de sels impropres à la culture, parmi ces espèces on trouve l'Atriplex halimus et mauritanica, la Sueda fructicosa et le Pantago psillium, on trouve aussi une végétation spontanée (Phragmites), grâce à l'humidité du sous-sol. Elles sont essentiellement localisées dans les terres mal drainées dans le nord des communes d'Oued Djemaa, Relizane, et Matmar et le Sud de la commune de Bellassel Bouzegza. Elles sont associées généralement avec les céréales. La superficie totale des parcours est de 9 675 ha soit 10,40%.
- **Forêt - maquis - reboisement :** Concernant les forêts et les maquis sont concentrées essentiellement sur les montagnes de l'Ouarsenis (Sud-est de Relizane). Il existe aussi quelques espaces forestiers à l'extrême Ouest de la wilaya sur les monts sublittoraux de Relizane. Il y a lieu de citer quelques forêts comme Ouled Lardjem, Oued Rhiou, Mellab, Chouala, Tassalet...etc. Dans la plaine de la Mina, le type d'occupation du sol dit, les terres forestières (forêts, maquis et reboisement) concerne seulement « les reboisements », une superficie de 29 ha soit un taux de boisement très faible 0,03%, il s'agit d'un espace boisé en espèce d'eucalyptus localisé dans les hauts de la ville de Matmar.
- **Zone à sol nu – à affleurement rocheux :** La zone Sud du territoire de la plaine est particulièrement érodée et ce aux niveaux de l'amont du barrage et à la berge des cours d'eau. D'autres traces à affleurement rocheux situées au sud de la commune de Bendaoud et Relizane. La superficie des sols érodés et à affleurement rocheux reste non négligeable, avec 580 ha soit 0,60%,
- **Plan d'eau :** Les principaux cours d'eaux dans la vallée de la Mina sont : Oued Mina et oued yellel qui forment l'essentiel du réseau hydrographique. D'autres moins importants (cours d'eau secondaire) : Oued Sfa. Le barrage de Sidi M'hamed Benaouda qui alimente en eau d'irrigation le grand périmètre irrigué de la Mina situé au Sud de la zone et la Sebkha de Benziane localisée au Nord-est dans la commune d'Oued Djemaa, ils sont

parmi les principaux ouvrages hydrauliques et plans d'eau de la Wilaya. Leur superficie est de 2 506 ha soit 2,7% du territoire de la plaine.

- **Espace bâti:** L'essentiel du bâti et autres constructions est concentré globalement dans les chefs lieu de commune et longeant l'axe autoroutier Est-Ouest et le long de la route nationale N°4 traversant la plaine du Nord-Est au Sud-Ouest et passant par Yellal, el Matmar, le chef-lieu de wilaya, Oued Djemaa. Les autres constructions sont dispersées sur le reste des chefs-lieux de communes. La superficie bâtie est de 2 734 ha soit 2,90% de la superficie de la wilaya.

2.2.3. Synthèse sur l'occupation des sols

D'après la carte des classes d'occupation du sol établie, les résultats statistiques et l'enquête agro socioéconomique effectuée dans la zone d'étude, la plaine de la Mina est à typologie **agro-pastorale**.

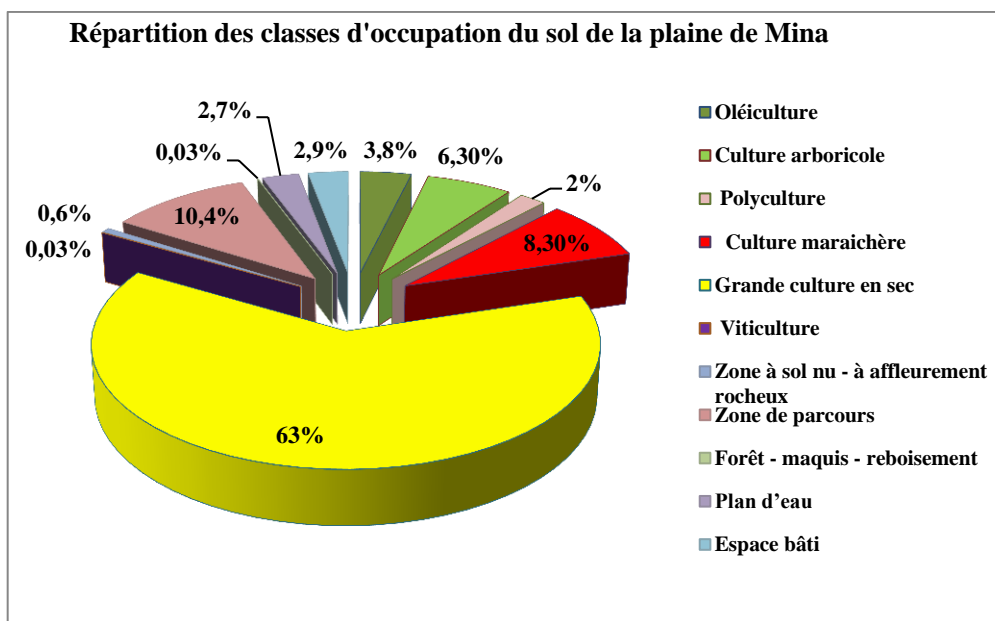


Figure n°18 : graphique des classes d'occupation du sol

Carte d'occupation du sol de la wilaya de Relizane

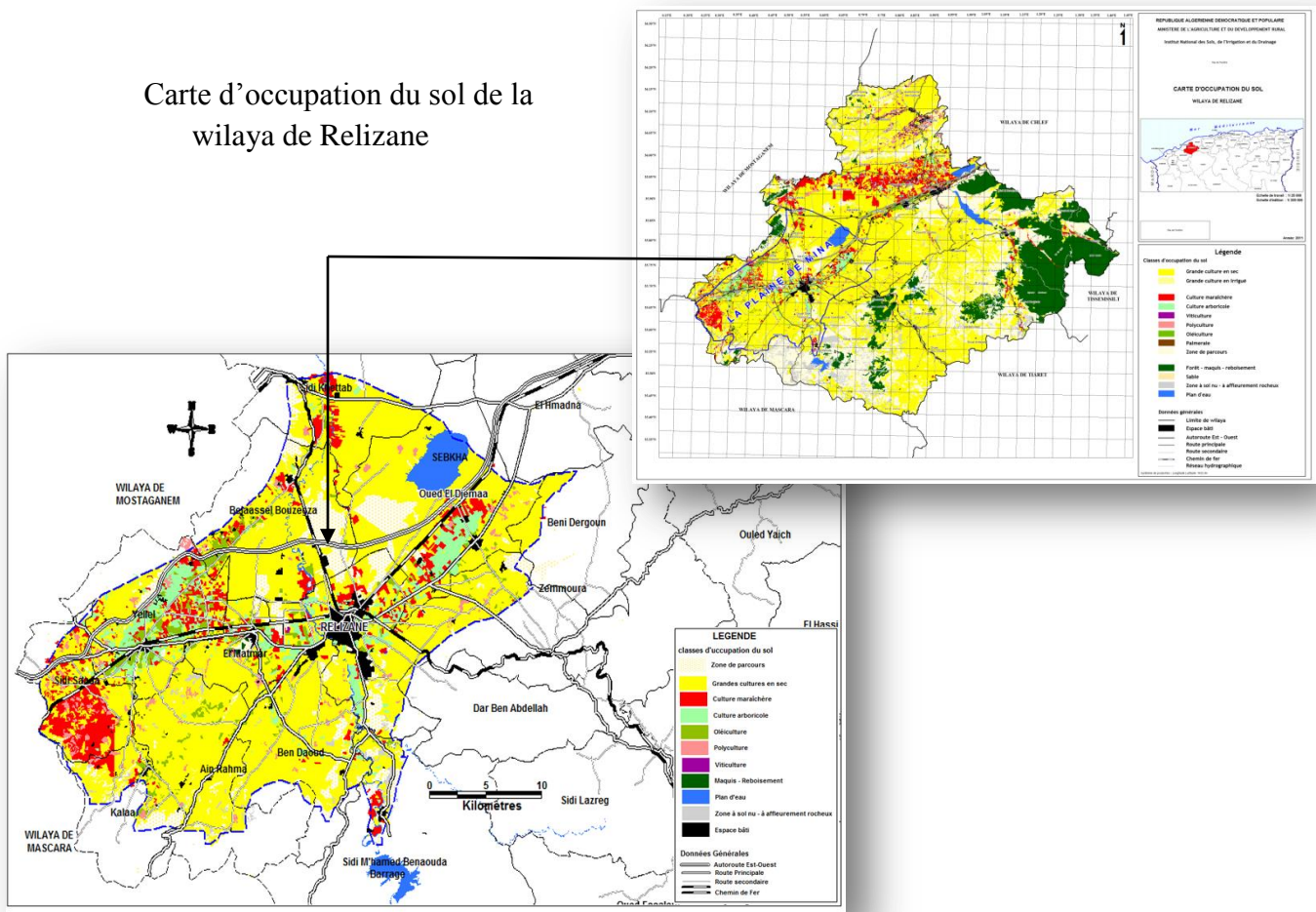


Figure n°19 : carte d'occupation du sol de la plaine de Mina

3. L'occupation du sol de site pilote

Les résultats de l'occupation du sol de site pilote d'étude sur une superficie totale de 1.736 ha étudiés et enquêtés sont représentés par la carte (**Fig. 20**) numérisée sur le logiciel MAPINFO 8.0. Le graphique (**fig. n°21**) et le **tableau n°38** représentent la répartition des classes de l'occupation du sol. La surface agricole utile (SAU) occupée par l'agriculture est de 1566 ha soit 90% de la superficie totale de site pilote étudiée, elle s'est répartie comme suit :

- Une prédominance des grandes cultures en sec qui occupent une superficie de 644 ha (37%) de la superficie prospectée. elles sont dominées par la céréaliculture surtout la culture de l'orge en rentrant en assolement et rotation avec les fourrages et la jachère ou parfois en culture pure.
- Les cultures maraîchères qui occupent une superficie de 390 ha soit plus de 22% de la superficie totale étudiée, dominées principalement par les cultures : d'artichaut, la pomme de terre et le melon-pastèque.
- L'arboriculture fruitière regroupe les espèces d'arbres : les agrumes, les noyaux-pépins et les rustiques et représente 25% (430 ha) de la superficie totale enquêtée. dominée par les agrumes avec une superficie de 350 ha soit 81% de la superficie arboricole.
- Les oliveraies occupent une superficie assez importante de 100 ha (7%) par le fait de son introduction de plus en plus par les agriculteurs ces dernières années, vu sa forte tolérance à la salinité et la résistance au déficit pluviométrique en cas de manque d'eau d'irrigation au niveau de GPI.
- La viticulture ne représente que moins de 1% de la superficie, il s'agit d'une parcelle d'une superficie de 03 ha cultivée en vignes de table.

- Les parcours présentés par la végétation naturelle, elle est surtout dominée par une végétation halophyte de type Salsola, Atriplex (*Atriplex halimus*) et Ndjl ou la Suéda (*Suaeda fruticosa*) (**photo n°02**), celle-ci représente 120 ha soit 7% de la superficie prospectée.
- Pour l'espace bâti caractérisé par des agglomérations d'habitats ruraux dans la zone occupe une superficie de 50 ha soit près de 03 % de la superficie enquêtée.

Les superficies de l'occupation du sol du site pilote d'étude sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau n°38 : répartition des classes d'occupation du sol de site pilote

| Agriculture | | |
|---------------------------------------|-------------|--------------|
| - Oléiculture | 99 | 5,7% |
| - Culture arboricole | 430 | 24,8% |
| - Culture maraîchère | 390 | 22,5% |
| - Grandes cultures en sec | 644 | 37,1% |
| - Viticulture | 3 | 0,2% |
| Total occupation agricole | 1566 | 90,2% |
| Zone de parcours | 120 | 6,9% |
| Espace bâti | 50 | 2,9% |
| Total occupation hors agricole | 170 | 9,8% |
| Superficie totale | 1736 | 100% |

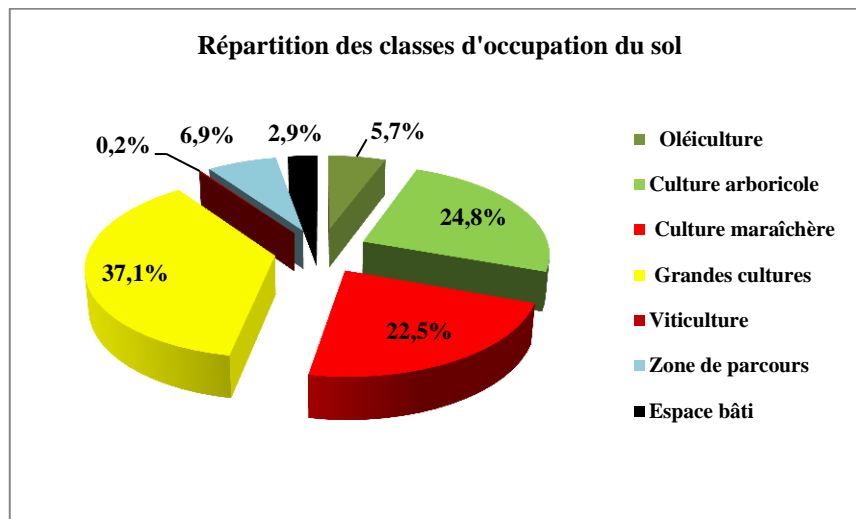


Figure n°20 : Répartition de l'occupation du sol de site pilote d'étude

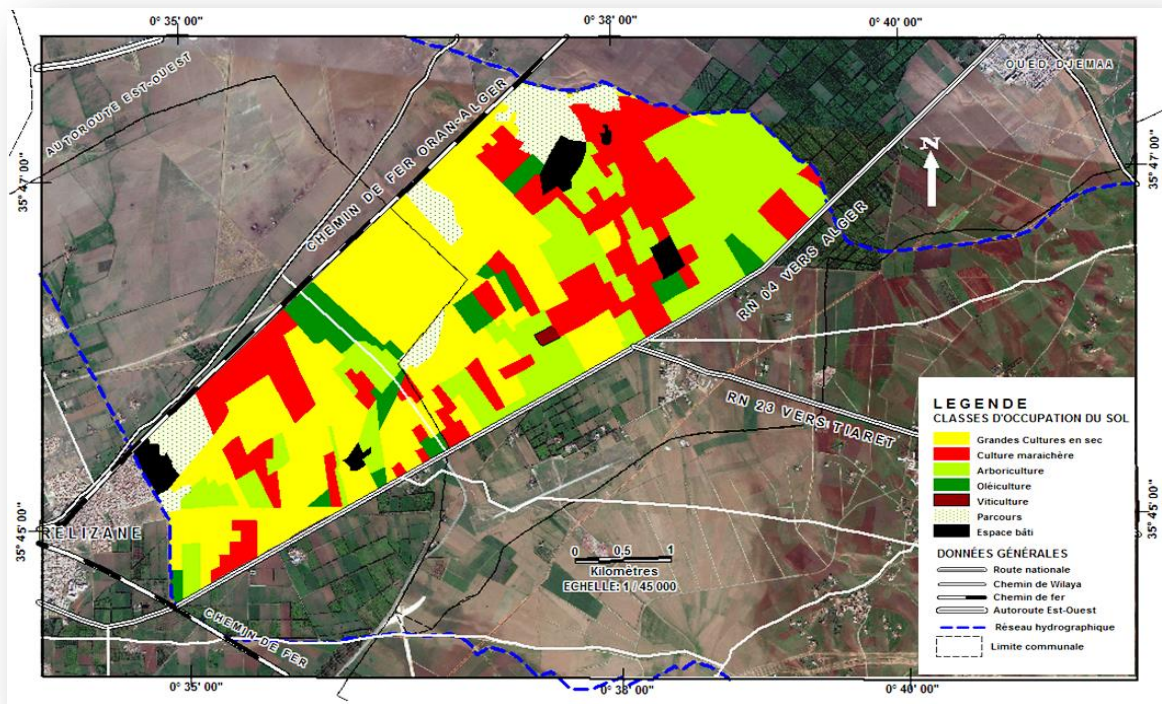


Figure n°21 : la carte d'occupation du sol de la zone d'étude



Photo n°02 : parcours en végétation halophyte de type Ndjl ou la Suéda (*Suaeda fruticosa*)

Le tableau ci-dessous illustre que les cultures pérennes et le maraîchage sont plus présentés dans la zone de Oued Djemaa et que 60% des grandes cultures en sec sont rencontrées dans la zone de Relizane.

Tableau n°39 : Répartition des classes d'occupation du sol selon les communes (zone d'étude)

| Occupation | Relizane | | Oued Djemaa | |
|----------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| | Superficie (ha) | Taux | Superficie (ha) | Taux |
| Agriculture | | | | |
| - Oléiculture | 58 | 8,25% | 41 | 3,97% |
| - Culture arboricole | 77 | 10,95% | 353 | 34,17% |
| - Culture maraîchère | 122 | 17,35% | 268 | 25,94% |

| | | | | |
|---------------------------------------|------------|---------------|-------------|---------------|
| - Grandes cultures en sec | 389 | 55,33% | 255 | 24,69% |
| - Viticulture | / | 0,00% | 3 | 0,29% |
| Total occupation agricole | 646 | 91,89% | 920 | 89,06% |
| Zone de parcours | 35 | 4,98% | 85 | 8,23% |
| Espace bâti | 22 | 3,13% | 28 | 2,71% |
| Total occupation hors agricole | 57 | 8,11% | 113 | 10,94% |
| Superficie totale étudié | 703 | 100% | 1033 | 100% |

3.1. Mode d'exploitation du milieu

3.1.1. Le Foncier

Dans la zone d'étude, il existe deux genres de fonciers agricoles : la propriété privée, la propriété de domaine privé de l'état (EAC et EAI). Le premier type se rencontre dans les anciennes exploitations agricoles héritiers depuis l'époque coloniale, et d'autres que représentent 25% de l'ensemble des terres privées sont dénationalisées et restituées dans le cadre de la loi n°90-25 du 18/11/1990, portant orientation foncière.

Le second concerne les terres des exploitations agricoles collectives et des exploitations agricoles individuelles (EAI- EAC) converties du droit de jouissance perpétuelle en droit de concession qui sont issues de la loi n° 10-03 du 15 aout 2010 fixant des conditions et modalités d'exploitation des terres agricoles du domaine privé de l'état régies par la loi n° 87-90 du 08 décembre 1987 déterminant le mode d'exploitation des terres agricoles du domaine national et fixant les droits et obligations des producteurs.

Le mode d'exploitation des terres agricoles est la concession. Cette concession est accordée aux membres des exploitations agricoles collectives et individuelles. L'exploitant concessionnaire a le droit d'exploiter des terres agricoles du domaine privé de l'état ainsi que les biens superficiaires (les constructions, les plantations et les infrastructures hydrauliques) y rattacher, sur la base d'un cahier de charges fixé par voie réglementaire, pour une durée maximale de quarante 40 ans renouvelable, moyennant le paiement d'une redevance annuelle (**J.O n°50 du 09/12/1987 et J.O n°47 du 18/08/2010**).

Les exploitations agricoles se répartissent à peu près également dans les 3 premières classes de SAU totale du site pilote (47,01% de 1-10 ha, 29,85% de 10-20 ha, 20,90% de 20-50 ha) ; la classe de plus de 50 ha ne compte que moins de 3% des exploitations. Le nombre des exploitations dont la taille est inférieure à 10 ha est important avec près de 47% du nombre total des exploitations agricoles. Concernant la répartition des classes d'exploitations agricoles en fonction de la superficie. Elle s'est répartie comme suit : 32,9% de 1-10 ha, 33,5% de 10-20 ha, 30 % de 20-50 ha et plus de 50 ha ne couvre que 3.7% de la superficie de la zone d'étude (**tab. n°40**).

Tableau n°40 : Répartition des exploitations agricoles selon la classe de SAU

| Classes | Exploitations enquêtées | | | % |
|------------------|-------------------------|--------|----------|--------|
| | Nombre | % | SUP (ha) | |
| 1-10 ha | 63 | 47,01% | 554 | 32,89% |
| 10-20 ha | 40 | 29,85% | 565 | 33,49% |
| 20-50 ha | 28 | 20,90% | 504 | 29,93% |
| >50 ha | 3 | 2,24% | 62 | 3,69% |
| Total | 134 | | 1 686 | |

3.1.2. Statut juridique des terres

Les terres qui révèlent du domaine public sont soit des EAC Exploitations agricoles collectives ou plusieurs agriculteurs travaillent la même terre dans l'indivision ou des EAI Exploitations agricoles individuelles, la terre appartient à l'état et un seul agriculteur l'a travaillée.

Tableau n°41 : répartition des exploitations agricoles par nature juridique (ha)

| Commune | EAC | EAI | PRIVE | Agglomération (espace bâti) | TOTAL |
|--------------|-----|-----|-------|--------------------------------|-------|
| Oued Djemaa | 272 | 29 | 704 | 28 | 1033 |
| Relizane | 482 | 5 | 194 | 22 | 703 |
| Total | 754 | 34 | 898 | 50 | 1736 |

Le tableau ci-dessus montre que le secteur privé domine, 53,3% de la superficie est de propriété privée. Le reste est de propriété de domaine privé de l'état qui représente 47 % (788 ha) de la superficie cadastrée. Par commune, la propriété privée est prédominante dans la commune de Oued Djemaa avec une superficie de 704 ha soit 71% de la superficie des exploitations agricoles enquêtée de la commune, par contre dans la commune de Relizane, la propriété de domaine privé de l'état (EAC et EAI) est dominée avec une superficie de 487 ha soit 71,5% de la superficie totale des exploitations agricoles étudiées de la commune.

Tableau n°42 : Répartition des exploitations agricoles enquêtées par communes

| Commune | Type exploitation agricole | Nombre | Superficie (ha) | Taille Moyenne (ha/exp) |
|-------------------------------|----------------------------|------------|-----------------|-------------------------|
| Oued Djemaa | EAC | 16 | 272 | 17,0 |
| | EAI | 5 | 29 | 5,8 |
| | PRIVE | 85 | 704 | 8,3 |
| Sous total Oued Djemaa | | 106 | 1005 | 9,5 |
| Relizane | EAC | 12 | 482 | 40,2 |
| | EAI | 1 | 5 | 5,0 |
| | PRIVE | 15 | 194 | 12,9 |
| Sous total Relizane | | 28 | 681 | 24,3 |
| Zone d'étude | EAC | 28 | 754 | 26,9 |
| | EAI | 6 | 34 | 5,7 |
| | PRIVE | 100 | 898 | 9,0 |
| Total zone d'étude | | 134 | 1686 | 12,6 |

Au cours de nos enquêtes effectuées dans la zone d'étude sur une superficie de plus de 1700 ha, nous avons démontré que 20 % des enquêtés ont déclarés avoir des terres en indivision ; cette proportion est totalement rencontrée dans les EAC (les classes moyennes et grandes-exploitations) et que 18% des agriculteurs interrogés ont pris des terres en location ; cette proportion ne semble pas liée à la taille des exploitations.

La répartition des exploitations agricoles enquêtées selon la taille moyenne est identique dans les deux communes de deux types d'exploitations à savoir « EAI et PRIVE » (une taille moyenne de 5,7 ha pour les EAI et 8,3 à 9,5 pour les propriétés privées), par contre la taille moyenne des « EAC » est différente : très grande dans la commune de Relizane avec une superficie moyenne de 42,8 ha et 17 ha dans les exploitations étudiées de la commune de Oued Djemaa (**tableau n°42**).

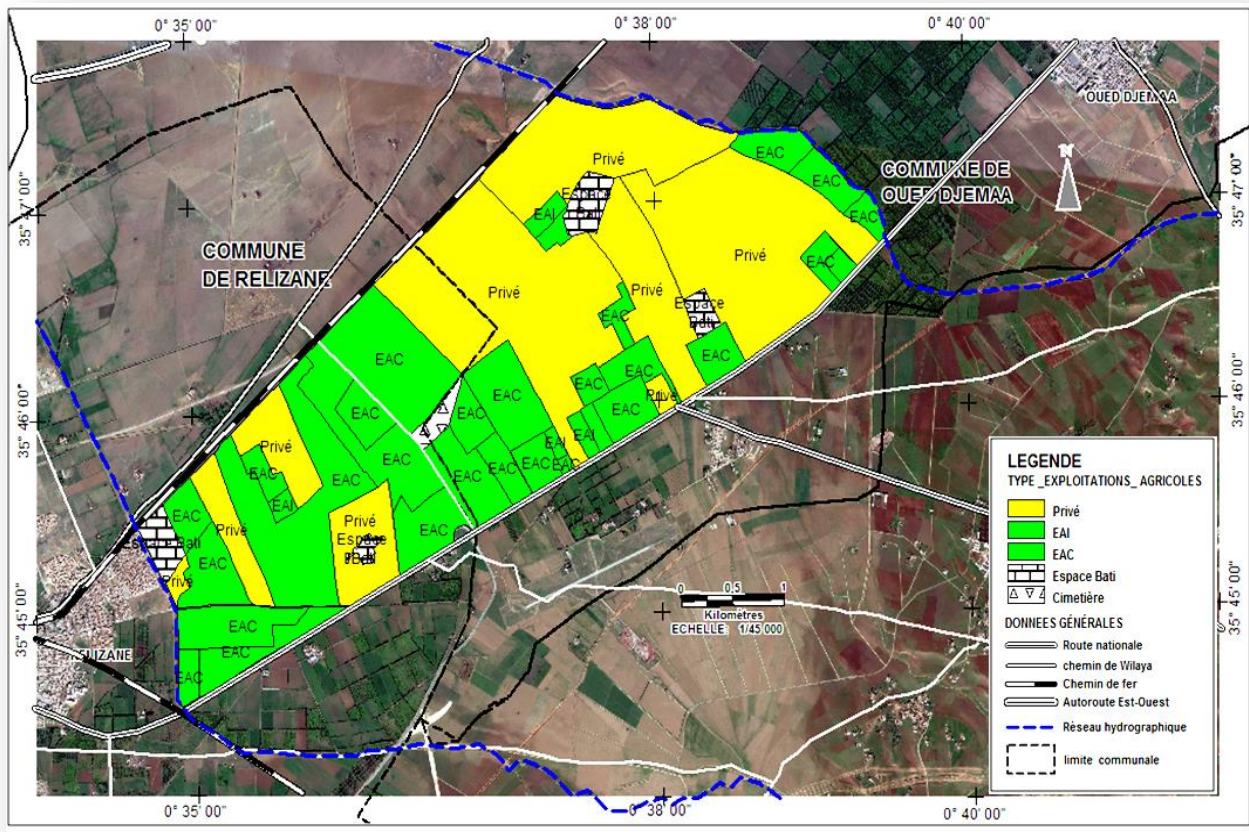


Figure n°22 : carte de répartition des exploitations agricoles par nature juridique

Au cours de notre enquête agro socioéconomique effectuée dans la zone d'étude, nous avons ressorti une certaine appréciation des caractéristiques socio-économiques des exploitations agricoles :

- La moyenne d'âge des chefs d'exploitation est de 56 ans. 57% des enquêtés ont plus de 55 ans ; en moyenne, les chefs de grandes exploitations sont un plus jeunes que leurs homologues des autres (60% ont moins de 55 ans) ;
- Plus de la moitié des exploitants interrogés n'ont aucun niveau d'instruction et que 35% a un niveau d'instruction globalement supérieur (primaire-secondaire) ;
- Le nombre moyen de personnes à charge par exploitation est de 9 ; près de 30% des exploitations comptent plus de 12 personnes ;
- Plus de la moitié des exploitations ont un nombre d'actifs compris entre 2 et 4 ;
- Un tiers des grandes exploitations utilise moins de 2 personnes comme main d'œuvre permanente ; par contre la majorité emploie de la main d'œuvre saisonnière (82%) ;
- 90% des exploitations enquêtées utilisent des intrants agricoles. Les engrais chimiques sont utilisés par 85% des exploitants interrogés, les produits phytosanitaires par 81%, par contre le fumier ne couvre que moins de 30% des exploitations ce qui s'explique par le fait que la pratique de l'élevage associée aux cultures n'est pas générale dans la zone.
- 92% des exploitants enquêtés résident dans la commune de leur exploitation ; seules les classes des moyennes (13%) et grandes exploitations (19%) comptent des agriculteurs non résidents.

3.2. L'utilisation de l'eau

L'eau mobilisée pour l'irrigation provient principalement des eaux du barrage de Sidi M'hamed Benaouda. La mise en eau de ce barrage en 1978 avec une capacité de 225 Hm³ a permis l'exploitation du potentiel en eaux de surface de l'Oued Mina pour l'irrigation de la plaine de la Mina.

3.2.1. La qualité de l'eau d'irrigation

Les tableaux 43 et 44 montrent la salinité et la qualité de l'eau d'irrigation, au niveau de ce barrage, celle-ci se situe entre 1,28 et 2,02 dS/m (de 1990 à 2002) avec une moyenne générale de 1,47 dS/m (0.94g/l de sel). Ainsi, l'irrigation avec cette eau présente un risque important de salinisation secondaire sur les sols lourds à drainage déficient. Le tableau n°44 donne un aperçu sur la qualité de l'eau d'irrigation au niveau du barrage ainsi que le bilan ionique. Les résultats analytiques montrent que la qualité de l'eau pour l'irrigation est moyenne à médiocre, elle est à utiliser avec précaution et nécessite un drainage avec des doses de lessivage et/ou apport de gypse (INSID, 2008).

Tableau n° 43. Salinité de l'eau du barrage de Sidi M'hamed Benaouda (Relizane)

| Année | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 2000 | 2001 | 2002 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| BSM | 1,35 | 1,39 | 1,67 | 2,02 | 1,28 | - | 1,28 | 1,33 | 1,44 | 1,64 | 1,59 | 1,29 | 1,3 |

(ANRH, 2003)

Tableau n° 44. Qualité de l'eau du barrage de Sidi M'hamed Benaouda (Relizane)

| Analyses | CL ⁻ meq/l | SO ₄ ²⁻ meq/l | CO ₃ ²⁻ meq/l | HCO ⁻ meq/l | Ca ⁺⁺ meq/l | Mg ⁺⁺ meq/l | K ⁺ meq/l | Na ⁺ meq/l | SAR | CE dS/m | Classe |
|--------------------------|--------------------------|--|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Décembre 2005 | 7,6 | 7,65 | 0,24 | 2,2 | 4,72 | 6,09 | 0,19 | 6,39 | 2,74 | 1,71 | C3S1 |

(INSID, 2008).

Les résultats de l'analyse de l'eau de 179 points d'eau situés dans le périmètre irrigué de la Mina sont récapitulés dans le tableau qui suit.

Tableau n° 45 : Résultats d'analyses de l'eau sur 179 points d'eau dans le périmètre de la Mina.

| Analyses | Lieu | pH | CE dS/m | Na + meq/l | K + meq/l | Ca ++ meq/l | Mg ++ meq/l | Cl - meq/l | SO4 -- meq/l | CO3 -- meq/l | HCO3 - mg/l | SAR |
|----------------|----------------------|------|------------|---------------|--------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|--------|
| Moyenne | Mina 2008 | 7,48 | 5,3 | 41,37 | 0,32 | 4,00 | 17,36 | 41,64 | 15,75 | 0,43 | 4,11 | 24,49 |
| Max | | 8,58 | 13,23 | 97,25 | 3,32 | 27,11 | 37,66 | 111 | 42,55 | 2,9 | 14,60 | 94, 73 |
| Min | | 6,77 | 2,24 | 12,57 | 0,00 | 00 | 00 | 10 | 1,714 | 0 | 0,04 | 6,55 |

Le réseau d'irrigation mis en place depuis 1938 est constitué par des canaux à ciel ouvert de différents types. Des moyens financiers importants ont été mobilisés par les pouvoirs publics pour la réalisation de travaux de réhabilitation du réseau d'irrigation et de son extension vers les zones les plus éloignées du périmètre (Fig. n°23).

La zone d'étude (site pilote) située sur la rive droite du réseau d'irrigation dans la partie Est s'étend à gauche et à droite de la route nationale n°04 menant vers la ville de Chlef et comprend les environs de la localité de la ville de Oued Djemaa. Les ressources en eaux souterraines sont représentées par l'existence d'une nappe salée à faible profondeur qui a fait que l'orientation vers l'utilisation de cette ressource n'ayant pas été retenue, La qualité de l'eau des différents points d'eau est médiocre à déconseillée pour l'irrigation (Tab. n°45).

Le mode d'irrigation diffère suivant le type de culture et la disponibilité de l'eau. On pratique l'irrigation localisée, l'arrosage par aspersion et le gravitaire. La dernière méthode reste dominante malgré les efforts consentis de l'état à travers le programme de l'économie de l'eau et la généralisation des systèmes d'irrigation économiseurs d'eau à la parcelle, on la rencontre dans l'irrigation des vergers d'arboricoles. La technique d'aspersion commence à se développer avec l'introduction de la culture de pomme de terre dans cette zone et aussi en assolement avec les céréales ou les cultures fourragères (le sorgho et la luzerne) mais elle est encore largement pratiquée pour les cultures de plein champ (photo

n°03). L'irrigation localisée est adoptée dans les plantations fruitières et les cultures de plein champ sous paillage comme le melon et la pastèque, par économie du travail et de l'eau.

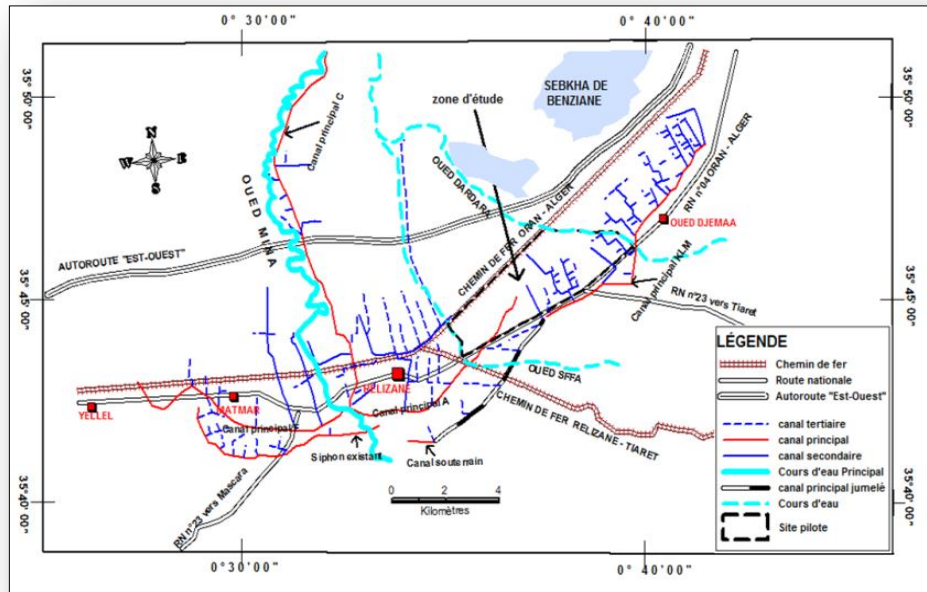


Figure n°23 : carte de réseau d'irrigation du périmètre irrigué de la Mina
(Source : ABH Cheliff – Zahrez)



Photo n° 03 : modes d'irrigation (à gauche : système aspersion / à droite (cliché INSID-2012) : Irrigation gravitaire d'un verger d'agrumes)

3.3. L'aménagement agricole

Au cours de l'enquête effectuée dans les exploitations agricoles et les entretiens avec les agriculteurs, le nombre de points d'eau forés (forages et puits) destinés à l'irrigation est 10 forages et 28 puits affectés pour un nombre de 24 exploitations agricoles sur 134 exploitations enquêtées (**tab. n°46**). Ces points d'eau avec une qualité de l'eau moyenne à médiocre (due à la présence de sels) sont prélevés à partir des nappes phréatiques dont la profondeur varie de 60 à 120 m pour les forages et moins de 50 m pour les puits. Ils sont équipés par un système de pompage et de stockage de l'eau (pompe électrogène ou immergée et bassin d'accumulation) et par un réseau d'irrigation comportant différents types de conduites : conduite d'amenée, kits d'aspersion, installation «goutte à goutte». La superficie irriguée à partir des eaux souterraines ne représente que 129 ha (soit 12% de la superficie irriguée), le reste soit 88% (946 ha) sont irrigués à partir des eaux du barrage de Sidi M'hamed Benaouda (grand périmètre irrigué de la Mina). Concernant la régulation et le stockage des eaux pour

l'irrigation, un nombre de 56 bassins d'accumulation de l'eau a été identifié soit un bassin pour une exploitation agricole.

Plus de 75 % du réseau de drainage de la zone d'étude est en état défectueux et qui nécessite un curage des drains

Tableau n°46 : Ouvrages de mobilisation et de régulation des ressources hydriques pour l'irrigation

| communes | Forage | | Puits | | bassins | Sup (ha) |
|----------------------------|--------|----------|-------|----------|---------|----------|
| | Nbre | Sup (ha) | Nbre | Sup (ha) | Nbre | |
| Relizane | 6 | 38 | 16 | 74 | 24 | 6 |
| Oued Djemaa | 4 | 30 | 12 | 55 | 32 | 4 |
| Site pilote d'étude | 10 | 68 | 28 | 129 | 56 | 10 |

3.3.1. Infrastructures d'élevage

Depuis le lancement de PNDA en 2000 et les programmes de développement et la modernisation des exploitations agricoles dans la filière de l'élevage et principalement l'investissement dans la réalisation et la réhabilitation des infrastructures d'élevage. Malgré les programmes de l'état, l'adhésion des agriculteurs dans le développement de l'élevage reste modeste.

Le tableau ci-dessous illustre que la zone d'étude partie commune d'Oued Djemaa est dominée par l'élevage qui se traduit par le nombre de bâtiments d'élevage (grands et petits élevage). Pour l'aviculture, la prédominance de poulaillers destinées à élever les poulets de chair et dindes, 08 unités sur un nombre total de 11 poulaillers. Pour grand élevage (bovin et ovin) compte 35 unités (étable, hangars, etc.)

Tableau n°47 : bâtiments d'élevage

| Communes | Infrastructures d'élevage | | |
|----------------------------|---|--------------------------------|------------------------------|
| | Poulaillers (Poulets de chairs et dindes) | Poulaillers (Poules pondeuses) | Etables et Hangars d'élevage |
| Relizane | 03 | 01 | 09 |
| Oued El Djemaa | 08 | / | 26 |
| Site pilote d'étude | 11 | 01 | 35 |

3.3.2. Les brises vents, les clôtures et les alignements

La plaine de la Mina, cet espace naturel des régions arides et semi-arides est un lieu de fortes contraintes et sont réputés pour être soumis à des vents forts, secs (sirocco en été) et à une évaporation importante (plus de 1500 mm). Les caractéristiques climatiques et édaphiques (érosion, salinité, déclin de la fertilité des sols) constituent un handicap majeur pour le développement rural durable et harmonieux de cet espace. Pour la levée de ces obstacles, il existe des solutions et des mesures d'accompagnement adéquates notamment la protection des parcelles agricoles par des rideaux biologiques vivaces (haies brises vent) à usage multiple. La technique de rideaux biologiques vivaces/brise-vent, constitue une étape essentielle dans la protection des parcelles agricoles contre les vents desséchants. Cette technique permet, tout d'abord d'atténuer la vitesse des vents violents, ensuite de réduire l'évapotranspiration et enfin d'assurer une production viable, constante et durable. Les expérimentations et les essais menés depuis plusieurs années, par l'Institut national de Recherche Forestière, dans les différents sites des régions arides et semi-arides notent que l'utilisation des brise-vents composites est performante et productive par rapport aux brises vents classiques (casuarina, cyprès) utilisés dans le nord du pays (plaines littorales, plaines intérieures) (INRF, 2012).

Dans le diagnostic de l'occupation du sol et les enquêtes effectués dans la zone d'étude d'une superficie totale de plus de 1700 ha. On a distingué deux zones :

- **partie Est de la zone** : des exploitations agricoles bien délimitées par des plantations de brise vent dans un état bien aménagé et entretenu (**photo n°04**) ;
- **partie Ouest de la zone** : des exploitations agricoles dont la plupart des rideaux biologiques dans un état dégradé, d'autres sont dépourvues de brises vent. le climat rude caractérisé par un déficit hydrique important, une période de sécheresse saisonnière prolongée (mi-mars à mi-octobre), une menace de salinité des sols et le facteur anthropique qui se traduit par le déboisement, les incendies, l'abandon des paysans de l'entretien, la non régénération des plantations,. Tous ces facteurs ont accentué la dégradation de la biodiversité des rideaux biologiques (**photo n°05**).

Ces rideaux biologiques vivaces sont composés par deux espèces principales : le casuarina et le cyprès vert, ce dernier qui occupe la majorité des plantations de brise vent de la zone d'étude (80% de brise vent) ont été utilisées et héritées depuis l'époque coloniale pour protéger les cultures contre la vitesse du vent desséchant et délimiter les vergers arboricoles.

A ce titre, les brise-vent constituent les mesures d'accompagnements les plus adéquats dans la protection et la préservation des exploitations agricoles, Compte tenu de ses effets, nous pouvons résumer le rôle d'un brise-vent dans :

- La protection des cultures contre les effets mécaniques du vent ;
- La création d'un microclimat par des modifications thermiques et hydriques ;
- La stabilité des sols,
- La délimitation et l'identification des exploitations agricoles ;
- La production de bois à l'issue d'éventuelles exploitations ;
- L'augmentation des surfaces boisées,
- La réduction de l'évapotranspiration potentielle des surfaces protégées ;
- La reconstitution des systèmes de protection dégradés.

Exceptionnellement, le brise-vent agit négativement sur les cultures par :

- L'aggravation des risques de gel par vent faible ;
- L'accentuation des risques d'échaudage (brûlures) en conditions de sécheresse ;
- La création de tourbillons, en cas de brise-vent imperméable, affectant les cultures.

Suite aux enquêtes de terrain effectuées pour quantifier le volume de rideaux biologiques vivaces, le bilan fait ressortir un volume total de 50 ha équivalent à 45 km linéaire seulement pour le site pilote représente près de 3% seulement de la superficie. Ce volume reste très insuffisant si l'on considère la surface agricole utile qui est près de 1.736 ha équipé en réseau d'irrigation.

D'un point de vue modalités de réalisation, la fourniture et l'installation de plants sont prises en charge par le bénéficiaire. Dans le cadre de plan national du développement agricole (PNDA), mise en œuvre depuis septembre 2000. Dans l'espoir d'aboutir à un développement durable, les objectifs du PNDA convergent principalement vers la restructuration du territoire agricole et le développement qualitatif et quantitatif de la production. La nouvelle stratégie du secteur repose sur le principe central suivant « Tout acte agricole inscrit et devant être exécuté dans le cadre du PNDA doit être économiquement viable, écologiquement durable et socialement acceptable » (**MADR, 2000**). Et ses programmes de développement des exploitations agricoles et des unités de valorisation de la production agricoles financés à 100% par le Fonds National de Régulation et de Développement Agricole (FNRDA), toutes les actions de plantation à travers la réhabilitation du patrimoine arboricole (création de nouveaux vergers ou renouvellement des vieilles plantations doivent au préalable instaurés par la mise en place d'un brise vent. Cette forme d'assistance gratuite qui constitue selon l'Etat un encouragement de sa part envers le fellah bénéficiaire pour d'étendre les superficies de culture

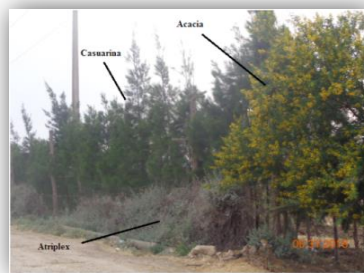
pérenne, a engendré en revanche une situation de négligence de la part de certains exploitants dans la prise en charge des actions qui suivent notamment l'action de brise vent. Devant cet état de fait, la Direction des services agricoles a instauré un moyen administratif engageant le bénéficiaire par écrit à assurer toutes les actions de plantation (arbres fruitiers et brise vent) restantes dans le but d'assurer la réussite et la pérennité des plantations.

Le taux de réussite varie d'une exploitation agricole à l'autre selon le bénéficiaire qui est chargé de toutes les phases de réalisation. Dans l'ensemble, selon la DSA, le taux moyen est évalué à 60 %. Les effets aérodynamiques et microclimatiques qu'exerce le brise-vent sur les cultures dépendent de sa structure, sa porosité, sa forme, ses dimensions en plus de l'espèce utilisée.

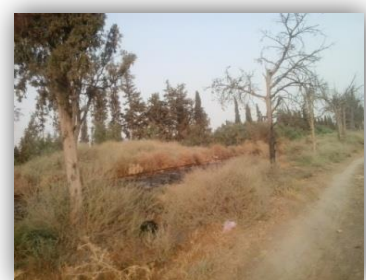
Pour la wilaya en générale et la plaine en particulier, le but étant l'installation de rideaux biologiques pour la protection des cultures contre les actions néfastes du vent et par conséquent la diminution de l'évapotranspiration, la séparation des propriétés et la protection contre l'intrusion et aussi pour l'embellissement des paysages agricoles.

Pour la densité de plantation des brises vents, nous avons enregistré sur terrain des intervalles inférieurs à 35 cm entre les plants, sachant que l'écartement entre les plants détermine la porosité recherchée du brise-vent (perméable, semi perméable ou imperméable) qui doit répondre aux exigences du milieu sur la base d'une étude mais dans les normes de la modalité d'installation préconisée par les services agricole et forestiers est de 100 plants /100 ml soit une équidistance de 1m. Selon **Guyot (1985)** la porosité optimale est de l'ordre de 40 % pour un brise-vent d'une seule rangée. Les seules espèces utilisées sont le casuarina et le cyprès (principalement *Cupressus sempervirens*) conformément à la demande des fellahs bénéficiaires, et selon la disponibilité en pépinière. L'essence du casuarina est très demandée par les agriculteurs car sa croissance rapide intéresse le fellah comparativement avec le cyprès.

D'autres espèces sont utilisées par les fellahs comme brise-vent tel que : l'olivier de bohème, le jujubier, le Tamarix aphylla, dont le comportement, la réussite et l'efficacité sont très variables d'une exploitation à l'autre. Cette diversification est donc recommandée, contrairement à un brise-vent monospécifique qui présente un danger permanent dans le cas d'une attaque parasitaire.



Photos n° 04 : différents types d'espèces qui forment les brise-vent (zone d'étude partie Oued Djemaa)



Photos n°05 : état avancé de dégradation de la plantation de brise-vent (Zone d'étude-partie Relizane)

3.3.3. Alignements et clôtures

Plantation d'alignement en bords des axes routiers font partie de notre paysage routier. Ces alignements contribuent à insérer une infrastructure routière dans le paysage. Leurs fonctions sont multiples : ornementales (ombrage pour les voyageurs, embellissements), et parfois économique (bois d'œuvre et chauffage) et aussi contribuent au drainage de la chaussée.

Cette opération a été initiée par le secteur des travaux publics, et parfois entamée par l'APC ou le secteur des forêts où diverses essences ont été introduites. Dans le cadre du programme de paysagerie et l'embellissement des principales voies routières, la conservation des forêts a exigé les entreprises retenues pour ces projets de reconvertir d'une petite quantité de plants de la bande verte en quantité de plants d'alignement. Chaque entreprise est tenue d'assurer la plantation du tronçon routier de proximité. On a enregistré entre les arbres d'alignements une équidistance de 7 m environ soit 142 plants/km et une distance de 3 à 3,5 m entre la rangée d'arbres et la chaussée.

Plantées de manière linéaire et régulière le long des routes, et des rues, ce type de plantation a connu l'introduction de diverses espèces dont principalement l'Eucalyptus, le Robinier (faux Acacia), le Tamarix et parfois le fucus.

Sur la RN 04, on rencontre quelques discontinuités de l'alignement, ceci se traduit par : ces plantations d'alignements sont croisées avec les plantations des brise-vent dans les points où la distance est étroite entre les haies brise-vent (les parcelles agricoles) et le bord de la chaussée et parfois par les échecs des plantations dus essentiellement au pacage qui demeure une menace redoutable pour toute forme de plantation ou la négligence de suivre les travaux d'entretien. L'élaboration d'un programme de plantation d'alignement basé sur un choix judicieux des essences et fixant les modalités les plus adéquates pour la réalisation et la prise en charge des plantations et aussi prenant en considération la proximité des plantations et de la route (minimiser les dégâts des accidents sur la route et les arbres).

La véritable clôture utilisée par les exploitants est formée par des lignes de branches d'arbres secs de cyprès et jujubier et palmes sèches (*Zarb*) (**photo n°06**) à hauteur de 2.5 m qui marquent la limite de propriété. Ce sont des obstacles aux animaux et la protection contre l'intrusion des parcelles. Et parfois y utilise une clôture vive ; le brise vent comme une clôture (haies brise-vent). L'agriculteur peut aussi implanter un mur de clôture d'une hauteur de 3 m (1,50 m bâti et le reste en grillage ou Zimmerman) après une autorisation de permis de construire. Plusieurs lignes de ce genre existent à l'intérieur du jardin, des vergers arboricoles et les champs de cultures maraîchères. Elles forment des cloisons qui protègent les cultures et les animaux.



Photo n°06 : clôture en lignes de branches d'arbres secs

4. Caractérisation des systèmes de culture et d'élevage

4.1. Système de culture

Le système de culture est l'ensemble des modalités mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Chaque système de culture se définit par la nature des cultures, leur ordre de succession et les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés pour les cultures retenues (**Sebillotte, 1976**).

4.2. Système d'élevage

Le système d'élevage se définit comme un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques pour en obtenir des productions variées (lait, viande, cuirs et peaux, travail, fumure, etc.), ou pour répondre à d'autres objectifs (**Lhoste et al, 1993**).

4.3. Système de production agricole

Le système de production est un mode de combinaison entre terre, force et moyens de travail à des fins de production végétale ou animale, commun à un ensemble d'exploitations. Il se caractérise par la nature des productions, la force de travail (qualification), les moyens de travail mis en œuvre et par leurs proportions.

Jouve (1992) a défini le système de production agricole comme « un ensemble structuré de moyens de production (travail, terre, équipement) combinés entre eux pour assurer une production végétale et/ou animale en vue de satisfaire les objectifs et besoins de l'exploitant (ou du chef de l'unité de production) et de sa famille ».

4.3.1. L'Agrosystème

L'Agrosystème (écosystème agricole ou terre cultivée) est un système artificiel, créé par l'homme depuis l'invention de l'agriculture, en vue de la satisfaction de ses besoins en produits alimentaires et autres produits de la terre (**NahaL, 2006**).

Les agrosystèmes sont des systèmes simplifiés en comparaison avec les écosystèmes naturels et sont, par conséquent, fragiles et instables. Ils sont aussi privés d'autorégulation, ce qui nous oblige à intervenir fréquemment dans leur fonctionnement par la fertilisation, les travaux de sol, la lutte contre les ennemis, le désherbage ...etc., en vue de leur permettre de nous fournir une production plus ou moins stable (**NahaL, 2006**).

L'Agriculture devient, une rupture avec l'écosystème naturel et que le système de culture devient la clef de voûte du complexe écologique (**Cubizoller, 2000 in Khene, 2007**).

4.3.2. Exploitation agricole

« C'est une unité de production dont l'activité principale est de cultiver des productions de nature animale ou végétale destinées à l'alimentation humaine ou du bétail ». D'après le Larousse agricole « l'exploitation agricole est considérée comme un système qui varie en fonction de sa dimension et de type de relation, ce système est soumis à des influences extérieures » (**Bouchetata, 2006**)

Selon DUFUMIER (1996), l'exploitation agricole est une Unité de production agricole dont les éléments constitutifs sont la force de travail (familiale et salariée), les surfaces agricoles, les plantations, le cheptel, les bâtiments d'exploitation, les matériels et outillage. C'est le lieu où le chef d'exploitation combine ces diverses ressources disponibles et met ainsi en œuvre son système de production.

L'exploitation est familiale lorsque la force de travail utilisée pour la mise en d'œuvre du système de production est exclusivement issue des membres de la famille du chef d'exploitation. Elle est capitaliste lorsque la force de travail est une main d'œuvre salariée.

En Algérie, l'exploitation agricole est définie comme une unité économique de production agricole soumise à une direction unique, et comprenant tous les animaux qui s'y trouvent et toute la terre utilisée entièrement ou en partie pour la production agricole, indépendamment du titre de possession, du statut juridique, de la taille ou de l'emplacement. Elle peut être exploitée par une personne seule, conjointement par deux ou plusieurs personnes ou par une personne morale telle que société, entreprise collective, groupement d'intérêt, coopérative ou organisme d'état (**MADR, 2004**).

Les entreprises qui ne comprennent pas de terres agricoles, mais se consacrent à l'élevage doivent aussi être considérées comme des exploitations agricoles, qu'elles se trouvent dans les régions rurales ou urbaines. Les unités économiques qui se consacrent exclusivement aux activités de chasses, sylvicultures et exploitation forestière, pêche et services agricoles, ne sont pas considérées comme des exploitations agricoles et sont par conséquent exclues du Recensement Général de l'Agriculture (**MADR, 2004**).

4.4. Systèmes de culture et d'élevage

Les principales spéculations pratiquées dans la zone étudiée peuvent être classées comme suit :

- Les cultures maraîchères,
- Les grandes cultures,
- L'arboriculture fruitière,
- L'élevage.

Au cours de nos enquêtes sur la Mina, nous avons constaté différents systèmes de culture et d'élevage avec des pratiques culturelles communes, et d'autres spécifiques à des catégories d'exploitants. Ces dernières sont déterminantes sur la production agricole, elles découlent généralement de la situation de l'agriculteur, de ses propres objectifs et des conditions de son exploitation. En effet, ce niveau de diversité correspond à l'organisation des systèmes de production. Les différents systèmes de cultures rencontrés se sont des systèmes majoritairement monocultures basés sur le degré d'intensification sans restitution de la matière organique :

- Systèmes de culture manuelle ou mécanisée à faible intensification (grandes cultures surtout la céréaliculture et aussi les jardins familiaux potagers) ;
- Systèmes de culture mécanisée intensifiée (culture maraîchères) ;
- Systèmes de culture sans restitution de la matière organique.

Les systèmes de culture sans restitution de la MO se caractérisent principalement par l'absence de toute forme d'apport organique en dehors des restitutions obligatoires que sont les racines de culture. Les différents types de restitution sont les restitutions organiques par voie naturelle (jachère de longue durée), et les restitutions organiques par apports d'amendements organiques au sol généralement sous forme de fumier ou compost (**Tapsoba, 2010**).

La majorité des exploitations agricoles pratiquent des systèmes de cultures non durables basées sur l'intensification des cultures sans restitution de la MO par l'utilisation intensive des intrants chimiques et les labours excessifs qui fragilisent les propriétés physico-chimiques et biologique du sol.

Les systèmes de cultures et d'élevage identifiés à la plaine de Mina, sont :

- Le système de culture maraîchère,
- Le système de grandes cultures,
- Le système arboricole
- Le système élevage
- Le système d'élevage associé aux cultures,
-

4.4.1. Le système de culture maraîchère

Les légumes, sont produits pendant toute l'année. Mais, comme chaque espèce présente ses propres exigences climatiques, on parle à la Mina de deux types de cultures maraîchères saison et arrière saison (froide et chaudes), Le tableau ci-dessous représente la répartition des principaux légumes produits.

Tableau n° 48 : Principales cultures légumières

| Types | Cultures maraichères |
|---------------|--|
| froide | Artichaut, Carotte, navet, oignon, fève, pois, petit pois |
| chaude | Potiron, courge, melon, pastèque, aubergine, poivron, tomate, pomme de terre |

Les cultures maraîchères représentent 45% de la superficie occupée de la zone d'étude. Elles sont plus répandues chez les agriculteurs privés que chez les EAC.

On peut distinguer trois (03) types de pratiques de maraîchages :

- En « grandes cultures » : artichauts, pommes de terre, melons-pastèques (**photo n°07**). Ces cultures conduites en intensives entrent en assolement soit strictement maraîchers, soit avec des céréales ou des jachères, avec souvent également alternance sur une même parcelle de cultures en sec et de cultures irriguées ;
- En petits jardins familiaux, avec une production très diversifiée destinée à la consommation familiale et au marché ;

Un troisième système de culture rencontré dans la zone d'étude : les cultures intercalaires dans les vergers, notamment pomme de terre, melons-pastèques et artichaut.



Photos n° 07 : Cultures maraîchères (gauche : Pomme de terre / droite : Artichaut)

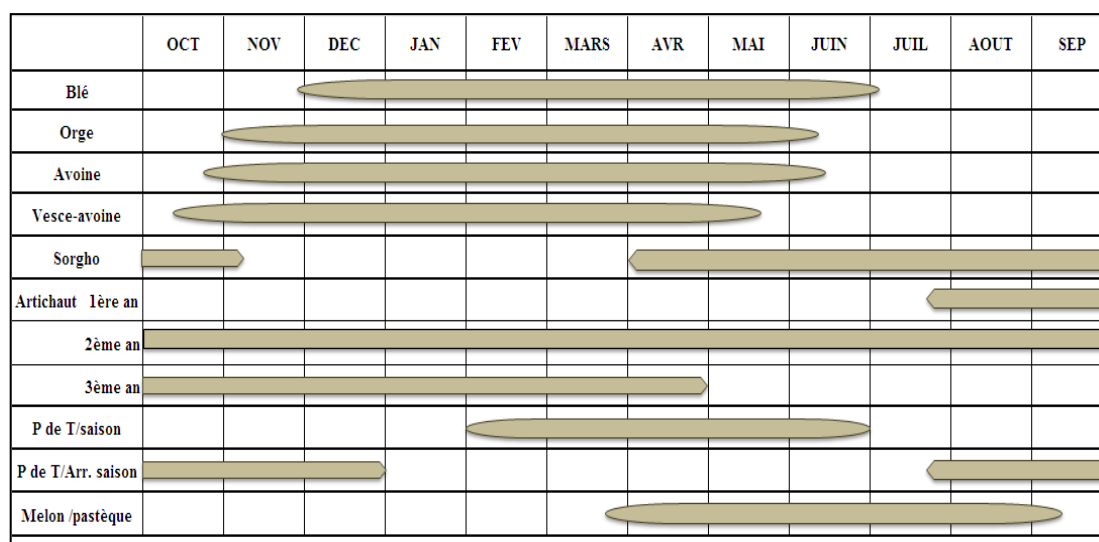


Figure n°24 : calendrier des principales cultures

Les cultures les plus pratiquées sont les suivantes :

- L'artichaut, culture traditionnelle de la wilaya surtout la plaine du cheliff (Bas du cheliff et la Mina) de sa parfaite adaptation aux terres lourdes, argileuses et même salées. L'artichaut qui occupe le sol pendant deux années successives, une culture épuisant qui ne doit pas revenir avant 4 ans sur la même parcelle entre dans des assolements avec des céréales ou d'autres cultures légumineuses du plain champ comme les fèves, melons, pastèques. Il faut éviter de l'implanter après certaines cultures telles que les choux, la pomme de terre, l'épinard du fait de leur sensibilité à toutes les souches de *Verticillium* sp

Les variétés cultivées localement sont le blanc d'Hyères (blanc Oranais), le violet d'Hyères (violet d'Alger), le Quarantain. Les variétés blanches (2/3) prédominent sur les variétés violettes (1/3) trop tardives.

Vu de sa longue durée de cycle développement, L'artichaut c'est le légume le plus consommateur d'eau en Algérie. Les besoins nets en eau de la culture dans la zone d'étude varient de 9000 à 12000 m³ (**ONID, Unité de la Mina**).

Elle a en moyenne des rendements de 90 à 130 Quintaux/ha.

- Les melons-pastèques, cultures qui connaissent un développement important :
Les variétés les plus répandues sont les melons jaunes verts Valencia Malacara et Siacora, le melon jaune Scripto et les pastèques d'Algérie à graines noires. La culture des cucurbitacées succéder le plus souvent à une jachère. Les rendements varient de 60 à 200 Quintaux/ha.
- La pomme de terre, avec les variétés les plus cultivées Desirée (rouge) et Spunta (blanche). On peut rencontrer dans la zone de la Mina d'autres variétés comme : Fabula, Vivaldi, Ultra (blanches), condor, Amoroza et Rodio (Rouges).

Généralement, la culture de céréale succède la culture de la pomme de terre.

- Les autres légumes de moindre importance cultivés dans la Mina dans des petits jardins potagers sont la patate douce, le piment/poivron, l'oignon, la tomate, le navet, la courgette, l'aubergine, le chou-flour, l'ail, la courge, la carotte, la laitue etc.

La fertilisation du maraîchage : urée 46%, Azofert 21% N, Sulfazote 26%N, NPK (15-15-15), Partenaire NPK (12-11-18), par exemple les quantités pour la culture de la pomme de terre : Urée 46% = 06 quintaux/ha ; NPK (12-11-18) = 10-15 quintaux/ha.

D'après l'enquête effectuée sur les exploitations agricoles et la déclaration des agriculteurs, seulement 5% des exploitants utilisent les amendements organiques (le fumier) pour enrichir le sol.

Tableau n°49 : Rendements des cultures maraîchères

| | Cultures | Rendements en Qx/ha (moyenne sur 6 ans) | Rendements en Qx/ha (moyenne sur 6 ans /national) |
|-------------------|-----------------|--|--|
| Maraîchage | Pomme de terre | 195 | 173 |
| | Artichaut | 130 | 99 |
| | Oignon | 100 | 145 |
| | Ail | 40 | 40 |
| | Piment/poivron | 72 | 115 |
| | Tomate | 158 | 250 |
| | Melon | 171 | 170 |
| | Pastèque | 170 | 190 |

Source : enquête ASE & série B -MADR

Parmi les maladies importantes des cultures maraîchères à la zone, l'artichaut est attaqué par l'Agrotis ipsilon, contre lequel le Methomyl est recommandé. La pourriture est aussi importante parfois chez l'artichaut, la pomme de terre et la tomate sont prédisposées aux infestations des nématodes. Les deux cultures sont attaquées par le mildiou (Phytophthora infestans). On dit aussi que le flétrissement bactérien des solanacées n'est pas présent dans la vallée de la Mina. La tomate souffre aussi de l'Oïdium.

Pour La commercialisation de produits légumes, les agriculteurs disposent de quatre (04) filières : le marché de gros, le marché forain (local), la vente à la ferme et la vente sur pied (la vente à la ferme ayant lieu après récolte par l'exploitant). L'enquête nous montre que les exploitants ont principalement recours aux marchés de gros (47% de produits) et à la vente sur pied (44% de produits) pour la commercialisation de leurs légumes.

4.4.2. Le système de grandes cultures

Les grandes cultures principales de la plaine de la Mina sont l'orge, le blé dur et le blé tendre. Les fourrages d'hiver, l'avoine, où la vesce-avoine, sont importants durant les années où les semences sont disponibles. En été les cultures fourragères en irrigué, comme le sorgho touchent une petite superficie

- **Le système de culture « céréalier » :** L'orge est semée au mois de novembre, d'habitude avant le semis des blés. Elle n'est presque jamais irriguée. On les récolte au mois de juin, si les pluies sont suffisantes pour que les graines se forment. Si les pluies semblent être insuffisantes au stade du tallage, la décision est souvent prise de la pâturer. Bien que les semences proviennent souvent de la dernière récolte, la majorité des semences est obtenue de la CCLS. Les variétés SAÏDA 183 (semi-précoce), RAIHANE (précoce), FOUARA et TICHDRIET sont disponibles. Seulement, la variété de SAÏDA 183 est la plus cultivée dans la zone vue sa résistance à la sécheresse et les maladies ainsi que sa productivité en semence et paille. Les blés sont semés en fin novembre - décembre, d'ordinaire après l'orge, et presque toujours cultivés en sec. Comme l'orge, ils peuvent être pâturés si la pluviométrie est estimée insuffisante au stade du tallage les variétés de blé dur sont généralement tardives, comme VITRON, WAHA, SIMETO et OFANTO. La variété de SIMETO la plus adaptée à la région la plus résistante au stress hydrique et les maladies (la rouille et Semporiose). Pour le blé tendre, on cultive généralement les variétés ARZ (Beni Slimane) vue sa précocité et sa résistance aux aléas climatiques et les maladies, ANZA, HD 1220 (Hidab) et AIN ABID. Les deux dernières variétés sont plus sensibles à la rouille jaune et la carie. La récolte des blés a lieu le mois de juillet. Les céréales entre dans des assolements et rotations avec les cultures maraichères du plein champ comme la pomme de terre, l'artichaut et melon-pastèque ou d'autres cultures légumineuses comme les fèves et la jachère. Lorsque le précédent cultural de la culture de céréales est une culture maraichère (pomme de terre ou melon pastèque), culture légumineuse ou une jachère travaillée, les rendements des céréales en sec seront assez satisfaisants. Mais la plupart des agriculteurs ne respecte pas cette formule d'assolement et de rotation. Les rendements obtenus en grandes cultures sont généralement bas, bien que ceux des cultures maraichères ou industrielles en irrigué soient souvent satisfaisants. Par contre les exploitants qui disposent des ressources hydriques et/ou l'équipement d'irrigation au niveau des parcelles et pratiquent l'irrigation d'appoint des céréales pendant la période critique, leurs rendements seront améliorés. Les rendements sont assez bas qui varient entre 10 et 15 quintaux/ha, ils s'expliquent par plusieurs facteurs, mais surtout par la pluviométrie insuffisante. Ces dernières années, les exploitants ont considérés la pluviométrie comme le grand facteur limitant. L'incertitude liée à la pluviométrie apporte des restrictions au niveau des intrants en termes d'argent, de travail, ou de mécanisation. De plus, on peut noter que :

- Les semences stockées de la dernière récolte sont utilisées parfois, à cause, soit de la difficulté d'obtenir des semences traitées de la CCLS, soit des considérations économiques. Le résultat est souvent une attaque de charbon ;
- La préparation du lit de semence est souvent insuffisante, à cause, soit d'un manque de mécanisation (matériel), soit encore des considérations économiques ;
- Le semis fait généralement à la volée. 15% de superficie emblavée en céréales utilise le semoir. D'une manière générale la mécanisation coûte chère vu les résultats obtenus parcelles ;

- Le désherbage chimique et mécanique sont souvent insuffisant, soit à cause du manque d'herbicide, soit à cause de manque de main d'oeuvre ;
- Les engrais du fond et de couverture sont moins employés, et s'ils le sont, les doses sont souvent insuffisantes ;
- Absence totale des amendements organiques (fumier, compost) ;
- La majorité des agriculteurs n'utilisent pas le précédent cultural et la jachère ou la jachère travaillée (assolement/rotation) pour enrichir la fertilité du sol ;
- L'appui technique des services et instituts techniques agricoles est insuffisant.

La plupart des exploitations mécanisent le labour et la récolte de grains, mais de façon générale la mécanisation demeure peu développée.

Pour les céréales d'hiver, la mauvaise herbe la plus redoutable et concurrente est la folle avoine qui possède le même cycle que les céréales et qui concurrence depuis la montaison jusqu'à la floraison.

Dans les cas où les engrais chimiques sont utilisés et d'après la déclaration de la majorité des agriculteurs enquêtés, les doses des engrais sont insuffisantes, il s'agit principalement de :

- Engrais de fond : TSP (Tri- superphosphate 46% P₂O₅) et SSP sulfate de phosphore 46 % P₂O₅) quantité : 0,8 à 1,5 quintaux /ha
- Engrais de couverture : Urée 46% N ou Sulfazote 26% N quantité : 1-2 quintaux/ha

Les oiseaux sont souvent responsables de pertes importantes de grains. Les parcelles de variétés précoces sont plus disposées à leur prédation.

Les agriculteurs qui disposent des exploitations céréalières dépourvues de rideaux biologiques vivaces surtout la partie Ouest de la zone d'étude se plaignent des pertes de rendements dues au vent qui assèche le sol.

Selon les exploitants de la Mina, il n'y a que la punaise (*Aelia germari* ou *Eurygaster maura*) parmi les insectes nuisibles qui pose un problème sérieux aux céréales. Elle attaque surtout les blés à l'état laiteux-pâteux et peut conduire à l'avortement de tous les épillets. Si l'attaque est tardive, une récolte est obtenue mais la farine issue d'un blé punaisé voit ses qualités boulangères fortement altérés. Cependant, le service agricole de phytosanitaire en collaboration avec l'institut national de la protection des végétaux (INPV) prend des mesures contre les attaques importantes.

Un ver blanc (*Geotocus deserticola*) attaque les céréales en certains endroits, surtout là où la fertilité du sol est élevée par exemple à la suite d'une culture précédente légumineuse ou de doses élevées d'engrais, et là où les labours ne sont pas suffisants. Les traitements recommandés combinent la lutte mécanique des labours à l'application d'un des insecticides.

L'*Héliothis armigera* attaque parfois la culture de maïs (*Zea mays*. L) qui n'est cultivé que comme haies vives brise-vent dans quelques parcelles agricoles.

Le charbon est répandu dans les céréales surtout la culture de l'orge, seulement quand les semences non-traitées, retenues dans la dernière récolte. La rouille et la carie sont présentes dans la zone d'étude, elles affectent le blé tendre durant les mois les plus arrosés de l'année, mais elles ne posent pas un problème grave. Le blé dur aussi peut être souffrir de la rouille et le Septoriose. L'orge souffre en plus du charbon, du Septoriose durant les années pluvieuses. Elle peut être attaquée aussi par l'*Helminthosporium* et par le « barley yellow dwarf virus ».

- **Le système de culture fourrager :** L'avoine fourragère et la vesce-avoine sont semées normalement les mois d'octobre et de novembre ; elles sont récoltées en avril-mai. Une partie de l'avoine est récoltée en grains pour les besoins en semences de la campagne suivante.

Le sorgho en irrigué est semé en avril/mai. Il est fauché deux ou trois fois jusqu'à novembre.

- **Les légumineuses :** La principale culture légumineuse cultivée en plein champ ou intercalée dans vergers arboricole est la fève. Il semble que la superficie actuelle de cette culture est beaucoup plus en extension par rapport aux années passées.

-

4.4.3. Le système arboricole

L'arboriculture remonte à l'origine du périmètre. Elle se localise principalement le long de la route nationale n°04 Oran-Alger sur des sols profonds et sains, mais de texture assez lourde. Elle compte les agrumes, les oliviers et les arbres fruitiers divers.

L'arboriculture est surtout localisée dans les exploitations agricoles privées. Dans le secteur public (EAC et EAI), l'arboriculture est peu présentée ; il s'agit d'une arboriculture très éparse, principalement constituée de l'olivier et figuier.

Dans la zone d'étude, on peut trouver une diversité d'arbres fruitiers (**Photos n°08**). Cependant, du point de vue abondance, production et valeur commerciale, trois types d'arbres fruitiers nous semblent intéressantes :

- Les agrumes : dont l'oranger (*Citrus sinensis*) la variété dominante est THOMSON, puis WASHINGTON NAVELS et la Clémentine.
 - L'olivier (*Olea europea sativa*) dont la Ségoise et la Sevillane sont les variétés les plus fréquentées,
 - l'abricotier (*Prunus armeniaca*) dominée par deux variétés CANINO et BULLIDA,
- On trouve aussi les arbres rustiques : le grenadier (*Punica granatum*) et le figuier (*Ficus Carica*),



Photos n°08 : Cultures pérennes (à gauche : oliveraies / milieu : une diversité des arbres - olivier, abricotier et agrumes / à droite : verger d'agrumes)

- **Oléiculture** : Le verger oléicole, le plus important, est formé de vieilles et jeunes plantations, elles sont renommées pour la production d'olives de tables. La variété la plus représentée est la Sigoise pour les conserves ; viennent ensuite la Verdelle, la Sevillane et Chemllal, ces deux dernières sont destinées à la production de l'huile d'olive. La densité des arbres est faible (oléiculture en extensif), 70 -156 arbres/ha surtout pour les vieilles plantations (conduite en sec), la majorité des vergers d'oléiculture sont conduites en semi intensif et en irrigué, la densité des plants est de 204 à 208 plants/ha. On rencontre ce type de système dans les vergers aux vieilles plantations et nouvelles plantations entretenues. Les vergers d'oléiculture en intensif avec des écartements de plantation : 6X5, 6X4 (330 à 416 plants/ha) sont régulièrement bien entretenus : préparation du sol, fertilisation, traitement phytosanitaire, irrigation par raies, bassins ou cuvettes et quelques vergers conduits en irrigation de goutte à goutte, taille et élagage tous les deux ans. Le rendement est de 30 à 40 quintaux lorsque les irrigations sont conduites normalement mais les faibles disponibilités en eau des dernières années ont sérieusement réduit ces rendements et les productions. Certaines plantations (29% des superficies irriguées ces dernières années) jugés trop vieilles et insuffisamment productives n'ont plus été irriguées et ont été délaissées. L'irrigation débute à la fin avril et se poursuit jusqu'en septembre. Les doses d'irrigations vont et oscillent :

- irrigation gravitaire : 6500 à 8000 m³
- irrigation en goutte à goutte : 3200 à 3600 m³

Les oliviers de la zone sont attaqués par la mouche d'olive.

• **Agrumiculture :** Les agrumes comprennent surtout de vieilles plantations dont le renouvellement partiel (environ 350 ha) reste à faire, mais cette opération est délicate sur les terres qui se sont salinisées, les jeunes plants étant beaucoup moins résistants que les arbres adultes. Le verger est très hétérogène et comprend outre de petites surfaces en clémentiniers et mandariniers, essentiellement des orangers de variétés diverses : Thomson, Navel, Washinton, Sanguines, Double fine, Hamlin, Portugaise. Les agrumes sont sensibles aux attaques de la cératite, de la mouche méditerranéenne des fruits. Les plus sensibles des agrumes sont les variétés précoces comme la clémentine et la Thomson.

Les cochenilles attaquent les agrumes en général et surtout la clémentine. En pleine production, les vergers d'agrumes ont atteint dans la zone d'étude les rendements moyens de 70 à 120 qx/ha. De telles valeurs ne sont plus atteintes actuellement à la suite du vieillissement des plantations, de la salinité des sols et des sécheresses des dernières années. Selon l'ONID de l'Unité de Mina, les alimentations en eau des agrumes varient de 7300 à 10 000 m³/ha.

• **Les arbres fruitiers divers :** Les autres espèces d'arbres fruitiers occupent une superficie très restreinte. On peut trouver les noyaux-pépins comme le pommier, le poirier, l'abricotier et le cognassier. Pourtant les pommiers sont une spécialité de la zone, mais la conséquence du déficit pluviométrique et la salinisation des terres, a sérieusement affecté la production d'un certain nombre d'espèce fruitière. Les rustiques ne représentent qu'un peu plus de 1% de la superficie totale consacrée à l'arboriculture. On rencontre des rangées d'arbres de figuier et de grenadier à l'intérieur ou autour des exploitations agricoles et des petits jardins familiaux, avec une production fruitière destinée à la consommation familiale et au marché. Dispersés dans les vergers arboricoles ou associés avec les cultures herbacées (quelques arbres dispersés dans les champs). Les rendements des noyaux-pépins se situent entre 70 et 100 qx/ha en pleine production. Les dotations en eau varient suivant les années de 5500 à 9000 m³ (ONID, Unité de la Mina). Malgré les efforts consentis de l'état pour généraliser de l'utilisation des systèmes d'irrigation économiseurs d'eau à la parcelle, le système traditionnel reste dominant et que 80% des exploitants pratiquent ce mode d'irrigation le moins efficace. Les attaques de la mineuse de feuilles sont importantes chez les pommiers et risquent de toucher 100% des arbres. Les arboriculteurs utilisent un engrais de fond PK (20 - 25) et un engrais d'entretien Urée 46%N avec une quantité moyenne de 4 à 6 quintaux/ha comme des amendements chimiques. D'après leur déclaration, ils utilisent moins fréquemment les amendements organiques (le fumier) sauf les exploitations agricoles qui pratiquent l'élevage ovin ou bovin.

Tableau n°50 : Rendements des cultures pérennes

| | Cultures | Rendements en Qx/ha (moyenne sur 6 ans) | Rendements en Qx/ha (moyenne sur 6 ans /national) |
|-------------------------|------------|--|---|
| Arbres fruitiers | Oranger | 120 | 104 |
| | Olivier | 49 | 10 |
| | Pommier | 80 | 60 |
| | Poirier | 78 | 60 |
| | Abricotier | 85 | 50 |
| | Cognassier | 80 | 75 |
| | Figuier | 15 | 24 |

Source : enquête ASE & série B -MADR

• **La commercialisation**

La commercialisation des fruits se fait aussi au recours aux filières de commercialisation suscitées, mais la vente sur pied est largement prédominante (70%) par les exploitants surtout dans la classe des grandes exploitations ; ceci s'explique par le fait que ces exploitations sont essentiellement tournées vers l'arboriculture (agrumes en particulier), dont la récolte est exigeante en main d'œuvre. Les gros exploitants préfèrent traiter avec des mandataires, qui offrent des prix intéressants et réduisent le

risque d'une mauvaise récolte et le coût de la main d'œuvre et qui prennent aussi en charge récolte et commercialisation.

4.4.4. Le système "élevage "

4.4.4.1. Système « Elevage ovin »

- **Races et structures des troupeaux :** La majorité du troupeau ovin de la zone et des régions centrales du pays est de descendance mixte avec peut-être une prédominance d'Ouled Djellal. Les brebis adultes en bonne état sanitaire pèsent 50 kg ou plus tandis que les béliers, souvent excèdent les 70 kg. La caractéristique la plus marquante de cette race est sa très haute fécondité. Les rendements en laine sont faibles, 1,6 à 2,5 kg, pour les brebis dans la majorité des cas. Il y'a trois races ovines principales à peaux lainées en Algérie. Un maximum de 50 % du troupeau appartient à la race Ouled Djellal, un grand mouton blanc, 30% à la race Béni Guil ou Hamra. Cette dernière race et la race Rumbi qui forme le reste du troupeau, se distinguent facilement de l'Ouled Djellal par leur stature plus petite et par leurs peaux lainées brunes. En termes de production de viande ovine, ces bêtes ont peu de rivales sur le plan des taux de croissance et de fertilité dans toute la région méditerranéenne et ceci pourrait expliquer l'absence de races importées en Algérie.
- **Elevage ovin sédentaire :** Dans la zone de la Mina, un grand nombre d'agriculteurs, qui pratiquent la céréaliculture et le maraîchage, ont des moutons qui paissent sur les résidus de cultures et les chaumes. Peu d'attention semble être accordée aux troupeaux en termes d'entreprise productive et ils sont souvent considérés comme « banques rurales » lorsque quelques têtes peuvent être vendues de temps en temps en périodes de difficulté financière. Les béliers intègrent continuellement le troupeau et suivent un processus naturel de reproduction avec 70% des naissances en automne et 30% au printemps.
- **Elevage ovin nomade :** Les familles nomades tendent à arriver sur la zone d'étude au début de l'été et prennent en bail des pâturages sur les chaumes des parcelles céréalières de la zone de Mina. La migration d'été a eu lieu comme d'habitude mais dans les conditions où la pénurie de fourrage a mené beaucoup de producteurs sédentaires à réserver leurs chaumes pour leur usage propre, ce qui a forcé les nomades à vendre leur troupeau ou à aller ailleurs et à acheter des fourrages. Les troupeaux des producteurs sédentaires de la zone sont d'habitude mis à l'abri la nuit, pour les protéger des prédateurs possibles et minimiser les vols. Cependant, les brebis ayant agnelé sont généralement gardées à l'abri la journée aussi, pour quelques jours, jusqu'à ce que les agneaux soient suffisamment forts pour suivre le troupeau. La stabulation en général consiste en un simple abri au toit de chaume qui donne de l'ombre aux agneaux avec un système d'approvisionnement en eau ou en aliments.
- **Performances zootechniques :** Les producteurs ovins sont en général moins enclins à acheter du fourrage pour leurs troupeaux que les producteurs laitiers. Ils ont tendance à mener leurs moutons à n'importe quel pâturage disponible. Les taux de croissance des agneaux sont bons lorsque l'alimentation est adéquate. Les agneaux sont souvent vendus à 6 mois quand ils ont atteint un poids de 20-30 kg. Les taux faibles de remplacement des brebis indiquent une bonne durée de reproduction des brebis bien qu'on apporte qu'un grand nombre de brebis non-reproductrices existe dans les troupeaux.
- **Reproduction :** La reproduction est aléatoire et, en conséquent, tend à suivre un rythme naturel avec 70% d'agnelage en automne et 30% au printemps. Les béliers sont constamment avec le troupeau et en général trop nombreux ; 1 bélier pour 10 brebis. Les taux de remplacement sont bas avec une durée de vie de 8 ans pour quelques brebis. Le marquage individuel est rarement fait sur les moutons et en conséquence, il n'y a aucun effort de reproduction sélective. Les béliers de remplacement sont souvent élevés avec le troupeau bien qu'on observe quelques achats. Cette situation pourrait donner lieu à quelques consanguinités, mais ceci ne semble pas représenter de problème. Le cycle de vente de troupeau entre les bonnes et les mauvaises années palie probablement à cette tendance.

- **Alimentation** : Le pâturage constitue la source principale de l'alimentation des ovins. On a moins tendance à cultiver les fourrages spécialement pour les ovins que pour les bovins, bien que les cultures hivernales constituent en fourrage et une quantité considérable de foin d'avoine/vesce aide le troupeau à passer les mois difficiles d'été. Beaucoup de troupeau plus petits passent un temps considérable à paître à quelque distance de l'exploitation, d'habitude sous la surveillance d'un membre de la famille et c'est seulement en été que l'on trouve ces troupeaux sur les chaumes des céréales et autres terres en jachère. Les moutons qui paissent sur les chaumes des céréales sont en général prospères car les champs de chaume contiennent aussi des mauvaises herbes en quantité ainsi que des pertes de récoltes de grains et de pailles. Les taux de reproduction varient, mais peuvent être très élevés certaines années. Les aliments concentrés sont rarement utilisés, seulement en mauvaises années.

- **Rentabilité et commercialisation** : Toutes les ventes de moutons sur l'aire de la zone d'étude sont faites sur la base du poids vif, d'habitude sur les marchés des villes principales environnantes. Ces marchés sont hebdomadaires et attirent un grand nombre d'acheteurs des grandes villes qui livrent ou ne livrent pas directement aux abattoirs. La taille plutôt que la condition de l'animal semble déterminer le prix et les béliers adultes atteignent notamment des prix très élevés. Les prix subissent des hausses aux cours des fêtes religieuses, en particulier à l'Aid EL Adha. A ce moment bon nombre de males de bonne taille, sont vendus à des prix très rémunérateurs. La rentabilité économique est variable, mais elle est généralement bonne en bonne année fourragère.

4.4.4.2. Système « Elevage bovin »

- **Races et structures des troupeaux** : La majorité du troupeau est constitué de vache laitière. La race locale, la Brune de l'Atlas, est un animal petit, brun, du type Bos Taurus, à rendement laitier potentiel limité, et est généralement destiné à la production de viande bovine, tandis que la race locale laitière, la Guelmoise, étant restreinte en Algérie de l'est, n'est pas représentée sur l'aire de projet. Depuis plusieurs années, un nombre considérable de bovins Holstein/Frisonne a été importé de France et d'autre pays européens, ceux-ci sont les bovins les plus communs sur l'aire du projet. On trouve également des troupeaux bovins de type Montbéliard français, à usage double, appelés le Pie Rouge en Algérie, et considérés comme des bêtes laitières résistantes et bien adaptées. Aucune autre race n'a été observée dans la région, à l'exception de quelques races bovins de types Tarentaise élevés à l'occasion pour la production laitière. La sécheresse prononcée des deux dernières décennies a réduit de façon considérable les quantités de fourrage dans la vallée et aussi la crainte de l'épidémie de la fièvre aphteuse qui affecte l'année dernière l'Algérie ont été à l'origine de la vente d'une grande proportion des troupeaux. Une ferme a réduit des effectifs de 25 têtes à 8 têtes seulement.

- **Production laitière** : Au cours de note enquête mené sur les exploitations agricoles de la zone d'étude, La production laitière à grande échelle concerne 68% des grandes exploitations agricoles surtout les EAC. La majorité de ces exploitations adoptent des systèmes à « zéro-pâturage ». Concernant la traite, les plus grandes exploitations mécanisent leur traite, les autres, vu des pénuries d'équipements et des pièces détachées retournent à la traite manuelle. La majorité des exploitations privées pratiquent l'élevage ovin laitier comptent de 2 à 3 vaches laitières seulement à la différence des EAC. Une proportion substantielle de l'alimentation des bovins provient de pâtures le long des routes, des cours d'eau et des drains et sous les arbres (fruitiers ou brise-vent). Les systèmes d'alimentation à base de fourrage cultivé ne sont utilisés que sur peu d'unité qui ont des cultures fourragères ou des quantités substantielles de résidus de culture disponible.

- **Production de viande** : Les génisses en surplus sont régulièrement vendues dans les bonnes années aux autres producteurs pour la production, mais les veaux et les vaches de réformes sont généralement vendues aux abattoirs.

- **Alimentation** : La majorité des producteurs de bétail utilise des aliments concentrés sous forme d'un mélange à base d'orge et soja ajouté à un mélange à base de vitamine/minéraux vendus sous

forme de farine. La paille de l'avoine, du blé et de l'orge aussi sont utilisées mais à peu de valeur alimentaire. Le fourrage stocké essentiellement de foin composé de vesce-avoine est très insuffisant.

- **Reproduction** : Deux types de reproduction, le premier est traditionnel, les Producteurs tendent à utiliser le troupeau voisin, des taureaux qui ne sont pas testés et en conséquence leur valeur de reproduction inconnue qui comporte un risque d'augmenter l'incidence des maladies. Le second qui est le plus répandu chez la majorité des producteurs, c'est l'insémination artificielle.

4.4.4.3. Autres Systèmes d'Élevage

- **Aviculture** : L'aviculture dans la zone d'étude est une activité en pleine expansion, surtout les effectifs des poulets de chair vu l'augmentation ces dernières années de capacité des unités avicoles en matière de poussins mais l'approvisionnement en aliments concentrés reste assez faible vu sa cherté dans les marchés. On trouve l'élevage domestique des poulets dans les petites exploitations auprès des ménages (dans des bergeries). Les dindes et les pintades existent aussi de façon non négligeable associant au élevage domestique des poulets.

- **Apiculture** : L'apiculture algérienne est pratiquée dans de nombreuses et vastes régions où la flore mellifère est abondante et variée. Elle est largement pratiquée dans les régions Montagneuse, dans les plaines littorales, dans les plaines inférieures et dans les vallées dans les grands Oueds. En raison d'une exploitation insuffisante et routinière, elle n'arrive pas à satisfaire les besoins locaux. L'abeille d'Algérie, très proche de l'abeille noire d'Europe, robuste et bien acclimatée. Elle dispose d'une abondante flore mellifère spontanée et cultivée (**anonyme, 1958**). Dans notre région (la plaine de la Mina), parmi les espèces végétales qui forment la flore mellifère spontanée : le mélilot, le chardon et l'eucalyptus, ce dernier qui planté en bordure des voies routières, les berges des cours d'eau et dans les fermes, il produit un miel d'excellente qualité vu sa floraison estivale. Quant à la flore mellifère cultivée, on cite les rosacées de vergers : les agrumes (citrons divers), le néflier du Japon (*Eriobotrya Japonica* Lind), et parfois les fourrages (la luzerne). La diversité de la flore algérienne et la douceur relative du climat ménagent des miellées successives s'étendant sur l'année entière (chaque saison a une floraison particulière). Durant notre enquête agro socioéconomique de la zone d'étude, nous avons rencontrée seulement trois exploitations agricoles privées dans la commune d'Oued Djemaa qui pratiquent l'apiculture ; chacun possède au moyen 10 ruches à l'intérieur de leurs vergers d'agrumes. D'après l'entretien effectué, ils ont déclaré que les rendements de leurs ruches restent insignifiants et qui s'explique par le nombre trop restreint des ruches à cadres, le manque de spécialistes qualifiés (la technicité) dans l'apiculture moderne et des moyens financiers limités

- **Autres élevages** : Le seul autre élevage rencontré dans la zone d'étude, la cuniculiculture, mais seulement une petite exploitation qui possède quelques mères dans un élevage domestique à caractère traditionnel.

4.4.4.5. Élevage associé aux cultures

Ce type d'élevage est totalement intégré au système de production végétale, il valorise les résidus et fournit le fumier. Mais, moins de 30% des exploitants associent l'élevage aux cultures, on le rencontre généralement dans les petites et moyennes exploitations. Par ailleurs, il constitue une forme d'accumulation, dans la limite des disponibilités fourragères du jardin et offre une rente immédiate par la vente de surplus. Il offre également, plusieurs produits de subsistance familiale. Cet élevage peut être qualifié comme extensif, car ni la prolificité, ni l'engraissement rapide ne représentent un objectif principal. Ce qui est recherché est plutôt le maintien du troupeau par des renouvellements progressifs.

L'élevage associé aux cultures, est conduit auprès du ménage. Dans une bergerie composée d'un abri en construction, avec un air libre, les animaux ne sortent qu'occasionnellement. Les bêtes sont nourries principalement par les résidus de récolte, des fourrages verts ou fanés, avec un appoint en aliment concentré (orge) pour les besoins physiologiques particuliers : fin de gestation, allaitement et

quelquefois pour l'engraissement. L'eau est toujours disponible et régulièrement renouvelée, mais il n'y a pas de rationnement strict.

5. Contraintes du développement agricole de plaine

Le climat de la planète continue à changer à des rythmes qui sont projetées pour être sans précédent dans la récente histoire de l'humanité. Les rapports d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques (CC) suggèrent une augmentation globale de la température moyenne de la surface de la terre, comprise entre 1,4 et 5,8 ° C de l'an 2000 jusqu'à 2100 (**Mrabet, R et Moussadek, 2012**).

Dans la plus grande partie de l'Afrique, la sécheresse est la calamité climatique la plus fréquente. L'Algérie, et surtout l'Ouest du pays, a connu plusieurs grandes sécheresses durant ce siècle, pendant les années 40 et les années 70 jusqu'à nos jours (**Meddi M, 2003**).

5.1. Un contexte climatique toujours incertain

Le contexte climatique se caractérise par une diminution des hauteurs d'eau précipitée et un raccourcissement des saisons, en comparaison avec les observations de deux périodes étudiées anciennes de 1918-1938 « recueil météorologique de Seltzer (1946) » et récente (1987- 2009) fournie par l'Office National de la Météorologie (O. N. M.). La comparaison des données de deux périodes anciennes et récentes révèle une notable différence. Une différence qui se traduit par une nette tendance vers un cycle de sécheresse caractérisée par un cycle long des mois secs (mi-mars jusqu'à mi-octobre). D'après la valeur de l'indice de sécheresse « **Is** » calculée pour la zone d'étude qui est de 0,40 pour la période Ancienne (1918-1938) et de 0,23 pour celle de la période Récente (1987-2009). Ces faibles valeurs confirment la xéricité de la saison sèche et la rareté des pluies estivales.

On peut résumer l'aridité du climat de la zone comme suit :

- Une séquence sèche bien accusée pour la période s'étalant du mois de mi-mars jusqu'au mois de mi-octobre ;
- Une diminution de 21 % (68 mm) des précipitations au cours de la période de 1918 à 2009 ;
- Une augmentation de la température moyenne de 1.6 C° au cours de la même période,
- Des épisodes de fortes chaleurs ont été enregistrés ces dernières années (une moyenne de 43 C° en juillet) ;
- Des rendements agricoles fortement perturbés par les risques climatiques ;
- Une sécheresse latente accélère la dégradation des ressources naturelles (la salinité du sol et de l'eau), la diminution de remplissage des barrages et rabattement de niveau des nappes d'eaux souterraines ;

5.2. Une dégradation continue et alarmante des sols

Tous les sols de la plaine de la Mina sont constitués d'apports alluviaux caractérisés par des terres à structure fine (argile-limon), potentiellement salinisables. Ceux déjà irrigués sont effectivement affectés par la salinité (**ANRH, 2003**). Selon l'étude menée par l'INSID (2008), les sols affectés par une salinité supérieure à 2 dS.m⁻¹, représentent 75 % de la superficie sur les 6000 hectares étudiés, au niveau du périmètre irrigué de la Mina, avec la présence d'un taux de calcaire appréciable. La profondeur des sols est de 1 à 1,5 m en moyenne.

Les sols sont regroupés dans différentes classes pédologiques qui sont : les sols peu évolués, les sols halomorphes, les sols hydromorphes, les sols calcimagnésiques et les vertisols (**Ghoul, 1974 ; Ghoul et Peter, 1974**). Les sols présentent, à des degrés divers, de fortes teneurs en particules fines liées à l'origine des alluviaux, des caractères vertiques, des teneurs en sels élevées et des tâches d'excès d'eau dans le profil. Les éléments fins dérivés des marnes ou argile tertiaire confèrent au sol du périmètre une cohésion et une compacité excessives.

Le système de production intensif (cas les cultures maraîchères) et le mode d'exploitation irrationnelle des terres (labour excessif), fertilisation chimiques et faible taux de MO conjugué à la persistance de la sécheresse saisonnière accentuée perturbent les écosystèmes de la plaine. La conséquence la plus caractéristique est de façon pratique, une baisse continue de la productivité des terres qui est la traduction d'un processus complexe de détérioration des propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol. Dans notre agro-système, on trouve cinq mécanismes majeurs sont à l'origine de la dégradation des sols :

- perte de sols par érosion (cas des berges de cours d'eau),
- faible taux de matière organique (moyenne de 0,36 à 2,8 % de MO) et de l'activité biologique du sol,
- dégradation, entre autres caractéristiques physiques, de la structure du sol due au faible taux de MO, la présence élevée des sels,
- réduction de la disponibilité des principaux éléments nutritifs (surtout N, P) et des oligoéléments, et l'augmentation de la toxicité, due à la salinité.

5.2.1. Un déclin de la fertilité du sol

De point de vue fertilité, ces sols de texture fine à moyenne sont plus argileux et souvent engorgés d'eau dans les dépressions. Ils sont dépourvus de la matière organique. D'après les analyses physico-chimiques et biologiques des sols de la zone d'étude, les sols ont en le plus souvent une faible teneur en matière organique et l'activité biologique qui décroît avec la profondeur pour devenir négligeable. Le pH est généralement voisin de la neutralité à légèrement alcalin.

5.2.2. Des sols menacés par la salinité

La salinisation est l'accumulation des sels solubles (plus solubles que le gypse) à la surface du sol et dans la zone racinaire (**Mermoud, 2006**). Le terme de salinité se rapporte à la présence des principaux solutés inorganiques dissous (essentiellement des ions Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , K^+ , Cl^- , SO_4^- , HCO_3^- , NO_3^- et CO_3^-) dans des échantillons aqueux. La salinité est quantifiée en termes de la concentration totale de ces sels solubles, ou plus concrètement, en termes de conductivité électrique de la solution, parce que les deux sont étroitement liés (**USSSL, 1954**).

Les sols salés sont formés à partir de trois processus physico-chimiques qui sont la salinisation, la sodisation et l'alcalinisation (**Montoroi, 2005**).

Selon les estimations les plus récentes de la FAO, la salinisation affecte déjà au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente (**Legros, 2009**). La plupart de ces terres affectées par le sel sont situés dans les zones arides et semi-arides, en Afrique du Nord, en Asie orientale, en Asie centrale et du Sud de l'Asie (**FAO, 2006**).

En Algérie, les sols salés occupent de grandes étendues (**Halitim, 1985**). Selon Le Houerou (1993), les sols salés occupent de vastes superficies (3,2 millions d'hectares de la superficie totale). Près de 10-15 % de terres irriguées, sont concernées par ces problèmes, on estime que les terres salinisées seront difficilement récupérables. La plupart de ces sols sont situés, en région aride et semi-aride, mais aussi sous bioclimat subhumide (**Halitim, 1973**). Selon Djili (2000), les sols salés sont localisés au Nord qu'au Sud Algérien, et s'expriment mieux entre les isohyètes 450 mm qui semblent être la limite supérieure des sols fortement sodiques

Selon l'INSID (2008), la salinité est observée dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays (Mina, Cheliff, Habra, Sig et Maghnia), dans les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et de Sebkhass (Chott Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkhass d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zahrez Gharbi et Chergui, etc..) et dans le grand Sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc.).

Les sels les plus fréquents, dans les régions arides et semi- arides, sont surtout les chlorures, les sulfates de sodium, les sulfates de magnésium et à un moindre degré les carbonates de sodium (**Halitim, 1988**).

Les problèmes de salure des sols sont importants sur la Mina (problème de lessivage et de drainage) du fait du manque d'eau.

En effet, la plaine de la Mina est particulièrement touchée par le problème de la salinisation. Cette salinisation est d'abord primaire. Elle résulte de la présence initiale de sels dans le sol ou dans la nappe phréatique et peut affecter des milieux naturels sans qu'il y ait intervention directe de l'homme. Les sols sont des alluvions comme pour beaucoup de sols d'Afrique du nord dont le matériau originel était lui-même plus ou moins salé. Les formations salifères (Trias, Miocène, Helvétien, Sahélien) qui affleurent dans l'Ouarsenis sont les principaux pourvoyeurs (**Gaucher et Burdin, 1974**). La salinisation secondaire due principalement à l'irrigation a contribué à aggraver ce phénomène ; par une augmentation spatiale et une accumulation temporelle de la salinité. L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire ; cet apport est toujours associé à un apport de sels (**FAO, 2006**). Un excès d'eau entraîne la remontée d'une nappe phréatique salée, tandis qu'un manque d'eau provoque une lixiviation insuffisante des sels (**Boivin et al, 2002**). Les sols affectés par salinisation secondaire est de 20% à 50% des terres irriguées en Algérie (**Douaoui et Hartani, 2007**)

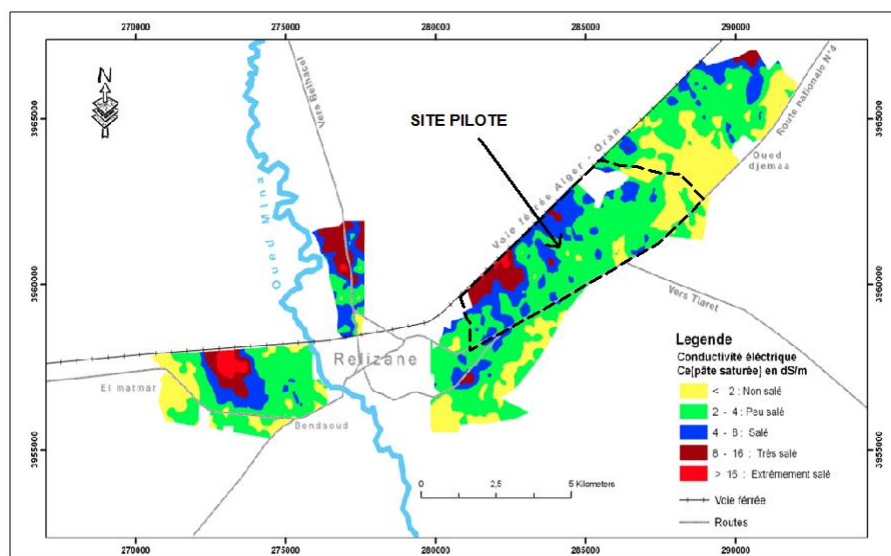
La salinisation des sols, qui est à la fois un problème agricole et environnemental, a des conséquences sur les propriétés physiques-chimiques des sols qui se traduisent par la présence des sols salés à structures non dégradée, mais aussi des sols salés dégradée (**Qadir et Oster, 2004**).

Selon L'étude du projet « salinisation des sols dans le périmètre irrigué de la Mina (Relizane, Algérie) établi en 2012 par l'INSID a montré que les sols affectés par la salinité occupent une superficie relativement importante :

Sur une superficie totale étudiée de 6000 ha :

- 23 % des sols sont non salés;
- 52 % des sols sont moyennement salés;
- 25 % des sols sont salés

Il ressort de cette répartition des classes de salinité que les sols affectés par la salinité représentent 75 % de la superficie totale (**Fig. n°25**). Ce qui affecte considérablement les potentialités de production agricoles (**photos n°09-10**).





Photos n° 09 : l'effet de l'irrigation par une eau salée sur le sol (Apparition des taches blanches de salinité) cliché INSID - 2012



Photo n° 10 : effet de la salinité sur les terres (terres abandonnées)

5.2. 2. Effets néfastes de la salinité sur les sols et les plantes

L'accumulation des sels dans les sols est un grave problème environnemental menaçant les processus physiologiques de la plante et la fertilité des sols.

Sur les sols, elle favorise la dispersion de l'argile et par conséquent l'instabilité structurale, forme une croûte sur surface qui favorise l'effet de battance en déclenchant l'érosion hydrique, contribue à réduire l'infiltration des sols qui conduit à son hydromorphie (**Douaoui et al, 2004**), disperse les agrégats du sol (réduction de la perméabilité, la porosité et le tassement), complique les travaux de labour et l'enracinement des plantes et augmente l'asphyxiant du sol en résultant d'une atrophie du système racinaire, de son développement de plus en plus superficiel, avec des conséquences défavorables sur la nutrition minérale des plantes.

Sur les cultures, elle diminue la capacité de la plante à utiliser l'eau dont elle a besoin, au risque de la soumettre à une sécheresse conditionnée (**Halitim, 1988**) ; est à l'origine des déséquilibres nutritionnels observés chez les plantes et la baisse considérable des rendements et contribue à la stérilité et la dépourvue de toute végétation y compris de plantes halophytes.

5.2. 3. La dégradation de la biodiversité

La biodiversité est la base de l'agriculture. Son maintien est indispensable à la production de denrées alimentaires et d'autres produits agricoles ainsi que les avantages qu'ils procurent à l'humanité, y compris la sécurité alimentaire, la nutrition et les moyens de subsistance.

L'agriculture contribue à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité, mais elle est aussi l'un des principaux moteurs de la perte de la biodiversité. Les agriculteurs et les producteurs agricoles sont des gardiens de la biodiversité agricole et ils possèdent les connaissances nécessaires pour la gérer et la maintenir (**SCDV, 2008**).

L'analyse de la biodiversité dans la zone d'étude a été effectuée selon une approche éco-systémique, le secrétariat de la convention sur la diversité biologique (SCDV) lors de sa journée internationale de la biodiversité biologique en 22 mai 2008 sur le slogan « **biodiversité et agriculture - protéger la biodiversité et assurer la sécurité alimentaire** » a défini l'approche éco-systémique « L'approche éco-systémique est une stratégie de gestion intégrée des terres, des eaux et des ressources vivantes qui favorise la conservation et l'utilisation durable d'une manière équitable. Elle est basée sur l'application de méthodes scientifiques appropriées portant sur des niveaux d'organisation biologique qui englobent les processus essentiels, les fonctions et les interactions entre les organismes et leur environnement. Elle reconnaît que les êtres humains, avec leur diversité culturelle, font partie intégrante des écosystèmes ».

La plaine de la Mina, objet de notre étude constitue une entité géographique qui se distingue par des contraintes agro-écologiques ayant des répercussions sur la vie socio-économique des populations. Ces contraintes sont essentiellement :

- Un climat toujours incertain à tendance aride avec une diminution des précipitations, une fluctuation des précipitations saisonnières, annuelles et interannuelles, une séquence de sécheresse saisonnière prolongée, une évapotranspiration importante (plus de 1500 mm) et de fortes vagues de chaleur en été.
- Une tendance à la torrencialité des précipitations se traduisant par une intensité assez forte avec ses conséquences sur la végétation et le sol;
- Des conditions édaphiques défavorables des sols (des sols à texture fine à moyenne sont plus argileux et souvent engorgés d'eau dans les dépressions. Ils sont dépourvus de la matière organique.) qui touchent 75% de la superficie étudiée se traduisent par une salinité très importante et une détérioration de la fertilité des sols (faible taux de MO et éléments nutritifs comme le N et P) avec ses conséquences sur la végétation et la production agricole ;
- Une rupture de l'équilibre écologique encouragée par les aléas tant climatiques (sécheresse saisonnière accentuée) qu'édaphique (dégradation des sols) auxquels doit s'ajouter une occupation du sol en inadéquation (prédominance de système de monoculture) avec les potentialités ;
- Des ressources en eau superficielles (barrage, Oued) de qualité moyenne à médiocre, autres souterraines de mauvaise qualité et déconseillé pour l'irrigation à cause de fort taux de salinité et un réseau hydrographique charrient tous des eaux saumâtres par suite de l'existence de sources salées et du lessivage des terrains salins de l'amont.
- Une vocation agricole imposée par les caractéristiques agro-pédo-écologiques du terrain mais avec une prédominance de l'agriculture conventionnelle non durable;
- Des formations de boisement (les rideaux biologiques vivaces) assez dégradées dans le côté Ouest de site pilote avec dominance des formations de deux essences principales (le cyprès vert et le Casuarina) ;
- L'utilisation intensive des intrants chimiques de synthèse surtout pour les cultures maraîchères et son impact sur le sol et la nappe phréatique ;
- Des pratiques culturales non restituantes de la fertilité du sol (moins d'assolement) et surtout le non respect de la jachère travaillée et le précédent cultural ;
- Le processus d'intensification de l'agriculture conventionnelle (cas de maraîchage) se fonde sur des principes diamétralement opposés à la biodiversité. A l'échelle des parcelles cultivées le labour profond excessif, les produits phytosanitaires et la fertilisation ont des effets négatifs sur la biodiversité.
- L'élevage reste une activité présente dans la plaine mais non associé aux cultures pour la complémentarité agropastorale (agriculture-élevage). Vu la potentialité agropastorale de la zone, il est possible d'améliorer les potentialités par l'association des cultures à l'élevage et même aussi

avec la sylviculture à partir des programmes de boisement et plantation des arbres fruitiers et forestiers;

- Une production agricole perturbée par des services éco-systémiques fragiles. Mais on peut améliorer la situation par des services qui contribuent positivement à l'augmentation et la diversification de la production agricole (ex : Captation et conversion d'éléments nutritifs, cas des bactéries fixatrices d'azote) ;
- Une dégradation du potentiel écologique a pour origine principalement la salinisation, perte de fertilité du sol et la dégradation de la biodiversité, etc., qui entravent la mise en place d'une stratégie d'aménagement rural durable basée sur l'introduction des systèmes agroforestiers pour la conservation et la durabilité de la nature de ce territoire agricole.

6. Synthèse

Du diagnostic de l'occupation du sol, il ressort que le territoire analysé est assez complexe et dénote d'une absence de stratégie de gestion de l'espace. La présence d'une multitude de techniques et de systèmes d'exploitation confirme cette conclusion.

Les contraintes entravant le développement agricole avec leur effet sur l'élevage, le sol, l'eau, l'environnement et bien sur l'économie agricole impactent fortement les composantes du territoire.

Seule une approche pluridisciplinaire permettra de lever ces contraintes et la première action à entreprendre consiste à réintroduire le végétal pérenne (arbres et arbustes) ; ils peuvent jouer plusieurs rôles déterminants dans la durabilité des territoires et donc de l'agriculture et de son environnement.

Chapitre IV : Introduction de l'agroforesterie

Introduction

Les contraintes du développement agricole durable dans la plaine liées aux problématiques agro-environnementales exposées dans le troisième chapitre de ce travail ne sont pas l'apanage de notre région d'étude. En effet, un peu partout dans le monde, les modifications structurelles qu'a subies l'agriculture intensive durant la seconde moitié du 20^{ème} siècle, rendues inévitables en raison des politiques visant à intensifier la production, ont engendré quantité de problèmes environnementaux (**Auclair et Dupraz, 1999 ; Jordan, 2004**). Les plus récurrents en Algérie et notre zone en particulier sont suivants :

- Dégradation des sols due à l'érosion des sols, épuisement de leur fertilité et la salinité
- Dégradation qualitative des eaux souterraines et superficielles par l'effet de salinité et quantitativement par l'aridité du climat traduite par des épisodes prolongées de sécheresse (régression des précipitations) de cette même ressource dans la zone.
- Destruction des potentialités agro environnementales des sols due aux systèmes de culture et d'élevage non durable caractérisée par la monoculture qui épuise leur fertilité et par conséquent la biodiversité des sols de la plaine.
- Banalisation du paysage, liée aux aménagements agricoles inadéquats.
- Perte de la biodiversité agricole.

Face à ces problématiques agro-environnementales et cette crise du modèle agricole, la recherche d'une agriculture durable s'impose. Plusieurs solutions sont envisagées : agriculture de conservation, agriculture biologique, agro-écologie...

Parmi elles, l'agroforesterie est en bonne place.

La présence raisonnée d'arbres sur les parcelles agricoles présente des retombées positives, à la fois d'un point de vue économique et agro-environnemental. Les parcelles agroforestières de par leur synergie produisent en effet d'avantage qu'un assolement de culture pure. Ainsi les systèmes agroforestiers ont un objectif de diversifier la production tout en protégeant les cultures, la qualité des sols et des eaux, en stimulant la biodiversité et, peut être, en stockant du carbone. En outre les parcelles agroforestières correctement aménagées et gérées constituent le maillon essentiel de la durabilité et de la performance des écosystèmes agricoles « **l'agroforesterie est considérée comme une pratique d'ingénierie agro-écologique** ».

1. L'agroforesterie comme solution d'aménagement de la plaine de la Mina

L'agroforesterie n'est pas une nouvelle mode ni une façon révolutionnaire de pratiquer l'agriculture. À dire vrai, c'est plutôt l'une des plus anciennes méthodes de production agricole, mais elle fut reléguée aux oubliettes pendant un certain temps à cause de l'intensification de l'agriculture moderne (Nair, 2007). L'agroforesterie est pratiquée depuis des siècles en Afrique, en Amérique Latine, en Chine, en Inde et en Europe (Zou et Sanford, 1990; Nair, 1993). Cependant, l'intérêt accordé par la communauté scientifique à cette pratique date de 30 ans tout au plus. Les possibilités de réconcilier la production agricole et la protection de l'environnement sont à l'origine de l'essor de la recherche en agroforesterie (Agroforestry Systems, 1982).

Avant d'aller plus loin, il faut définir correctement et concrètement ce qu'on entend par agroforesterie. Plusieurs auteurs se sont attaqués à cette tâche en tentant de faire ressortir les points communs à tout système agroforestier. Tout d'abord, il convient de mentionner que l'agroforesterie est un amalgame de plusieurs disciplines : la foresterie, l'agronomie, l'écologie, la pédologie, l'élevage, l'aquaculture et les pêcheries, la gestion du territoire ainsi que l'économie et la sociologie (Agroforestry Systems, 1982). La multidisciplinarité de l'agroforesterie peut en compliquer la définition étant donné les différents points de vue possibles selon le domaine de recherche. Il est donc nécessaire d'identifier les critères qui servent à déterminer si tel ou tel système agricole peut être associé au terme agroforesterie (Cédric Frenette Dussault, 2008).

1.1. Présentation de l'agroforesterie

1.1.1. Qu'est-ce que l'agroforesterie ?

L'agroforesterie est un système d'utilisation du territoire consistant à combiner, dans l'espace et dans le temps, des arbres ou autres végétaux ligneux pérennes avec des cultures et/ou de l'élevage sur une même parcelle de terre (Mémento de l'agronome, 1991). Ces associations se caractérisent par :

- une volonté délibérée d'établir et de maintenir l'association par un entretien important,
- des interactions écologiques et économiques positives et significatives qui se produisent à l'interface des deux strates de végétation,
- des productions variées et, en ce qui concerne les arbres, toutes les formes de bois de feu, de service, d'œuvre ainsi que tous les autres produits tirés des feuilles, des fruits,...
- une place importante au plan socioculturel dans beaucoup de sociétés, car les associations (savane arborée, jardins familiaux...) sont les premières formes de mise en valeur du territoire (Servaire. M, 2007).

Cependant, on peut voir également une définition plus large de l'agroforesterie (cité par Olivier, 2001), « *un système dynamique et naturel de gestion des ressources qui, par l'intégration progressive des arbres dans le paysage, doit permettre une production durable et diversifiée, afin de procurer aux paysans des bénéfices accrus non seulement sur le plan économique, mais aussi dans les domaines sociaux et environnementaux* ».

Le World Agroforestry Centre (WAC) en 2008, l'un des principaux organismes scientifiques voués à l'étude de l'agroforesterie à travers le monde, établit la définition suivante: «*L'agroforesterie est un système d'utilisation du territoire dans lequel des espèces pérennes ligneuses (arbres, buissons, palmiers et bambous) sont délibérément utilisées sur la même unité de gestion du territoire que des cultures agricoles (ligneuses ou non), des animaux ou les deux, sous une forme d'arrangement spatial ou de séquence temporelle. Dans les systèmes agroforestiers, on retrouve des interactions écologiques et économiques entre les différentes composantes.* »

Pour **Leakey (1996)**, *l'agroforesterie est un système de gestion des ressources qui est dynamique, écologique et naturel et qui, par l'intégration des arbres dans le paysage, permet une production durable et diversifiée, procurant au paysan des bénéfices sociaux, économiques et environnementaux accrus.*

Gold et coll. (2000) ont établi quatre critères « I » clés qui caractérisent les pratiques agroforestières et qui les distinguent d'autres pratiques :

- **Intentionnel** : Les combinaisons de cultures, d'arbres et/ou d'animaux sont conçues, aménagées et/ou gérées d'une façon *intentionnelle* et produisent de multiples produits et bénéfices, contrairement aux éléments qui peuvent se trouver sur un même espace, mais qui sont gérés séparément ;
- **Intensif** : Les pratiques agroforestières sont créées et gérées *intensivement* afin de maintenir leurs fonctions productives et protectrices et elles comprennent souvent des opérations agricoles et forestières telles que la fertilisation, l'irrigation, l'éclaircissement et l'élagage ;
- **Intégré** : Les composantes des pratiques agroforestières sont associées fonctionnellement et structurellement dans un seul système *intégré* qui permet de répondre aux besoins de l'utilisateur. L'intégration fait autant référence au fait d'intégrer plusieurs éléments sur un seul espace physique qu'à celui d'intégrer des objectifs productifs avec des objectifs environnementaux ;
- **Interactif** : L'agroforesterie manipule et utilise les *interactions* biophysiques entre les composantes du système afin de récolter des multiples produits et, parallèlement, fournir de nombreux bénéfices écologiques et environnementaux.

Les parcelles agroforestières peuvent provenir de la plantation de lignes d'arbres sur une parcelle agricole ou bien d'une éclaircie sur une parcelle boisée. Les essences d'arbres utilisées sont variées, de même que les cultures implantées (céréales, maraîchage...). La densité de plantation est en général faible afin de répondre à la mécanisation actuelle et de limiter la concurrence entre les arbres et les cultures. L'agrosylviculture correspond à des cultures agricoles implantées entre des rangées d'arbres ; on parle de sylvopastoralisme dans le cas où la culture intercalaire est pâturée (**A.F. Agrof, 2012**).

De manière générale, l'approche agroforestière cherche à produire, certes, mais de façon durable et variable. Afin d'assurer le développement des communautés rurales, on cherche en fait à concilier la production agricole et forestière avec la conservation des ressources naturelles.

1.1.2. Système agroforestier

Somarriba (1992) présente une réflexion plus poussée sur ce sujet. Se basant sur les critères de plusieurs spécialistes en agroforesterie, il réussit à faire ressortir trois idées généralement considérées comme fondamentales dans la définition de l'agroforesterie (**tab n° 51**).

Tableau n° 51 : Critères de base pour définir un système agroforestier

| Critères de base de l'agroforesterie |
|---|
| > Au moins une des composantes est une espèce ligneuse et pérenne ; |
| > Présence d'au moins deux espèces végétales qui ont des interactions biologiques significatives |
| > Au moins une des espèces est utilisée pour produire du fourrage ou obtenir des produits agricoles provenant d'espèces pérennes ou annuelles. |

1.1.2.1. Classification des systèmes agroforestiers

Les critères du tableau ci-dessus permettent de mieux discerner ce qu'est l'agroforesterie. À partir de ceux-ci, un système de classification des systèmes agroforestiers peut être élaboré.

La structure des composantes, leurs fonctions, les facteurs socioéconomiques et les conditions climatiques sont les différents modes de classification reconnues (Nair, 1985).

Intuitivement, la classification la plus simple des systèmes agroforestiers se base sur la nature de leurs composantes. C'est exactement sur ce principe que s'appuie la classification structurelle. Celle-ci se décompose en deux blocs : l'arrangement spatial et la séquence temporelle. Le premier cas réfère aux dispositions entre les différents éléments dans l'espace, tandis que pour le second, le temps y est inclus comme facteur principal de classification (C. F. Dussault, 2008).

Les trois composantes principales retrouvées en agroforesterie sont la strate arborée, les cultures agricoles et les animaux d'élevage. Selon le type d'association entre les différentes composantes, on retrouve quatre systèmes agroforestiers principaux : l'agrisylviculture (association espèces ligneuses – plantes saisonnières), le sylvopastoralisme (association élevages – espèces ligneuses), l'agrosylvopastoralisme (association élevages – espèces ligneuses – plantes saisonnières) et les autres systèmes (Fig. 26). Cette dernière catégorie a été ajoutée afin de ne pas exclure des systèmes agroforestiers moins fréquents tels que l'apisylviculture, mais aussi des systèmes plus simples comme les haies brise-vent utilisées pour réduire l'érosion et la vitesse du vent (C. F. Dussault, 2008).

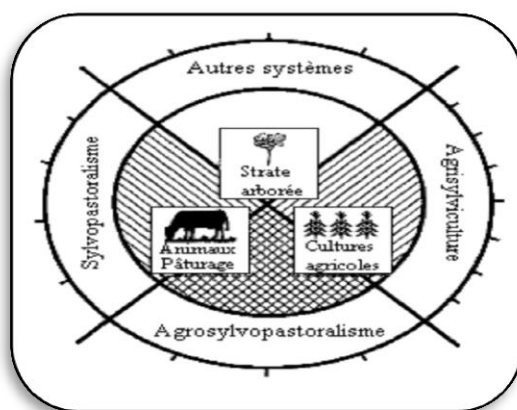


Figure n° 26 : Systèmes agroforestiers classifiés selon la nature de leurs composantes.

Source : Nair, P.K.R. 1985

De Baets. N et al (2007) donnent une autre classification des systèmes agroforestiers en s'appuyant sur la principale fonction des systèmes. Ainsi, bien que tous les systèmes agroforestiers possèdent la capacité de fournir simultanément plusieurs produits et services, une telle classification distingue, d'une part, les systèmes à vocation productive et, d'autre part, les systèmes multifonctionnels. Ces derniers combinent la production de produits ligneux et non ligneux aux services environnementaux, sociaux et territoriaux.

1.1.2.1.1. Les systèmes agroforestiers multifonctionnels

Les principaux systèmes agroforestiers multifonctionnels sont les haies brise-vent et les systèmes riverains agroforestiers.

a) Les haies brise-vent

Les haies brise-vent sont des alignements minces de végétaux, généralement ligneux, et le plus souvent de grande hauteur, normalement rectilignes, orientés perpendiculairement aux vents nuisibles dominants, qui protègent les terres cultivées, les pâturages, les voies de communication, les bâtiments agricoles et domestiques du vent, ainsi que du sable et des poussières entraînées par le vent (**photo n°11**).

b) Les systèmes riverains agroforestiers

Les systèmes riverains agroforestiers sont établis le long des cours d'eau pour la stabilisation des berges, la protection de la qualité de l'eau et des habitats, la régularisation des débits des cours d'eau et parfois le captage du carbone et ils contribuent de plus à l'esthétique du paysage (**photo n°12**).

1.2.1.2. Les systèmes agroforestiers à vocation productive

Les systèmes agroforestiers productifs comprennent les systèmes sylvopastoraux, l'apisylviculture, les cultures sous couvert arboré, les cultures intercalaires, l'aquaforesterie et la ligniculture en courtes rotations.

a) Les systèmes sylvopastoraux

Les systèmes sylvopastoraux intègrent des arbres, des cultures fourragères et des animaux d'élevage selon une dynamique d'interactions planifiées (**photo n°13**).

b) L'apisylviculture

L'apisylviculture, ou l'apiculture à l'aide d'une espèce ligneuse, notamment en associant des productions fruitières à l'apiculture (**photo n°14**). Cette association est l'emplacement de ruches dans les vergers arboricoles. L'introduction de ruches dans les champs d'arborés à des fonctions économiques (diversification des productions agricoles dont la principale est le miel) et écologique (la biodiversité agricole ; l'abeille contribue à la polonisation des arbres). Au Canada, La pollinisation de 90 % des bleuetières dans cette région est stimulée par la présence des ruches et basée sur des ententes formelles entre les apiculteurs et les cultivateurs de bleuets.

c) La culture sous couvert forestier

La culture sous couvert forestier est une autre pratique agroforestière qui se pratique principalement en érablière pour des raisons d'ordre écologique et logistique. Ce sont en général des plantes d'ombre qui y sont cultivées, particulièrement des plantes médicinales telles que le ginseng, l'asaret, l'hydraste, la sanguinaire, l'actée, etc. (**photo n°15**). En effet, ces cultures ont une bonne complémentarité avec l'acériculture car les activités liées à chacune s'effectuent à un moment différent dans la saison. Les champignons forestiers comestibles sont aussi au nombre des ressources que l'on trouve en forêt aussi bien feuillue qu'à dominance résineuse; D'une part, les cultures sous couvert forestier se profilent comme une stratégie intéressante de diversification des revenus dans les régions à fort couvert forestier.

d) Les cultures intercalaires

Les Systèmes culture intercalaires ou l'agrosylviculture consistent en la plantation de rangées d'arbres largement espacées les unes des autres, ce qui permet d'allouer les bandes intercalaires à des plantes agricoles (**Gordon et Newman 1997**), est une pratique agroforestière très connue dans le monde (**photo n°16**). La culture intercalaire est, avec les haies brise-vent, une des pratiques agroforestières les

plus anciennes et les plus répandues dans les zones tempérées du globe (**Dupraz, 1994**). Ces systèmes agrosylvicoles intercalaires trouvent leurs racines dans des systèmes traditionnels où la présence des arbres n'était pas forcément liée à la production de bois d'œuvre, mais souvent à la production de fruits (**De Baets, N, 2007**).

Les premiers exemples connus d'associations d'arbres et de cultures intercalaires remontent à plus de 2000 ans, dans les pays méditerranéens, où des écrits anciens mentionnent l'association de cultures céréalières, et notamment du blé (*Triticum* spp.), à l'olivier (*Olea europea* L.) (**Lelle et Gold 1994**), à l'amandier (*Prunus amygdalus*), à l'arganier (*Argania* spp.), au châtaignier (*Castanea sativa* Mill.) et aux chênes fruitiers fourragers (*Quercus* spp.) (**Dupraz et Newman 1997**).

Plus récemment, En Chine, les SCI avec le Paulownia, associé notamment au blé d'hiver, couvraient déjà il y a une dizaine d'années près de 1,8 million d'hectares (**Wu et Zhu 1997**), transformant complètement le paysage des vastes plaines du Nord de la Chine (**Lu 2006**).

e) L'aquaforesterie

Un système agroforestier qui est essentiellement associée à la pisciculture. L'élevage des poissons en étang, particulièrement des truites, peut avoir des effets destructeurs sur les effluents dans lesquels se déversent les bassins d'élevage. On peut atténuer les désavantages de ces élevages par la ligniculture qui consiste à planter des saules et des peupliers en aval des installations, ce qui aura comme effet de contribuer à traiter ces eaux usées chargées de phosphore, en mouvement vers un effluent;

L'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) de Québec au Canada en 2006 mène un projet de recherche visant l'utilisation de plantations de saules et de peupliers pour le traitement des effluents de pisciculture. Ce projet a pour objectifs d'analyser la capacité de cette pratique à épurer les effluents avant qu'ils ne soient déversés au cours d'eau.

f) La ligniculture en courtes rotations

Elle consiste à planter dans des friches des matières ligneuses à croissance rapide, voire ultrarapide s'il en est. Ces matières ligneuses sont destinées à des coupes fréquentes, contrairement à la plantation de résineux qui doit croître longuement avant la coupe. Cette pratique peut aussi être associée à la production de biomasse.

Dans la ligniculture en courtes rotations, des arbres et arbustes à croissance rapide, comme le saule et le peuplier, sont utilisés afin d'obtenir un maximum de rendement de matière ligneuse. Les plants de saules sont mis en terre une première année puis récoltés, en les fauchant, à tous les trois ans pour une durée d'une vingtaine d'années. La coupe a pour effet de favoriser une repousse vigoureuse des tiges et ainsi accroître la production, d'où l'intérêt de la ligniculture de saules pour l'industrie du bois.



Photo n°11 : haie de peupliers au Québec (**Vincent Chiffлот 2007**)



Photo n°12 : bande riveraine Nouveau-Brunswick (**Vincent Chiffлот 2007**)



Photo n°13 : taureaux à l'ombre d'eucalyptus en Andalousie, Espagne (**Chiffлот 2004**)



Photo n°14 : Apisylviculture Ruches d'abeilles s'alimentant des fleurs de haie et de culture (Arbre et Paysage 32,)



Photo n°15 : culture sous couvert forestier « d'actée à grappes noires » près de Québec. (Vincent Chiffot 2007).



Photo n°16 agrisylviculture ou SCI (Gavaland 2003).

1.1.3. Les avantages de l'agroforesterie

La structure diversifiée et variée des parcelles agroforestières, leur apportent des spécificités propres. Des avantages de cette agroforesterie sont observés sur l'exploitation elle-même (protection des sols, itinéraires techniques et fertilisations des sols, diversifications des paysages), d'autres, très intéressants pour la protection de l'environnement « fixation de carbone, réduction des pertes de nitrates, maintien de la biodiversité » (fig. n°27).

1.1.3.1. Protection des sols contre l'érosion

La disposition des lignes d'arbres avec un enherbement adéquat augmente la porosité du sol, donc améliore l'infiltration de l'eau par l'effet décompactant des racines, par l'amélioration du bilan organique : la décomposition des feuilles et racines fines assurant le renouvellement de la micro faune et de la biomasse microbiennes. Les lignes d'arbres favorisent ainsi le stockage de l'eau surtout en début d'épisodes pluvieux et ralentissent également les écoulements pour des crues de faible importance. (Dupraz et Liagre, 2005)

En période de crue, un maillage agroforestier aura pour fonction de ralentir le processus d'expansion de la crue, de stocker momentanément de grandes quantités d'eau de façon à limiter en aval le pic de crue. Cela limitera également l'érosion des sols et favorisera l'alluvionnement lors du recul des eaux. (Photo n°17)

1.1.3.2. Protection des eaux

La fertilisation intensive contribue à la pollution des nappes d'eau souterraines par le lessivage des nitrates, ce dernier pose l'un des gros problèmes de l'agriculture. L'INRA de Montpellier a démontré que sur ces parcelles expérimentales, les arbres agroforestiers mettaient en place un système racinaire bien au-delà de la projection de leur houppier, qui récupérait lors de la période d'activité de l'arbre une partie des engrais drainés sous les cultures. (Dupraz & Liagre, 2005).

1.1.3.3. Itinéraires techniques et auto-fertilisation des sols

Les exploitants agroforestiers sont amenés à modifier leur itinéraire technique lorsqu'ils utilisent une culture intercalaire, différente d'une culture en plein, pour tenir compte du potentiel réel de production de la culture intercalaire, quand celui-ci diminue par suite de la concurrence des arbres. Les avantages du point de vue environnemental et économique sont une réduction du nombre des traitements phytosanitaires et diminution de la fertilisation.

Pour tout agriculteur en particulier pour celui qui a une démarche de production biologique, l'amélioration de la fertilisation naturelle est un atout majeur. Pour cela l'utilisation de broyats de rameaux comme engrais et d'essences fixatrices d'azote (aulnes, robiniers) pourrait être privilégié notamment en maraîchage agroforestier. (Dupraz & Liagre, 2005).

1.1.3.4. Diversification des paysages

De plus en plus, les parcelles agroforestières prennent l'image plus attractive de paysages de parcs arborés, et qui symbolise une agriculture plus soucieuse de l'environnement. C'est un élément légitime à utiliser dans la communication et la promotion de leurs produits. (**Photo n°18**) (**Dupraz & Liagre, 2005**)

D'autres avantages agronomiques et environnementaux sont apportés par l'agroforesterie :

- une amélioration de la fertilité du sol, par la minéralisation de la litière de feuilles en surface et surtout par la dégradation en profondeur dans le sol des racines annuelles mortes (**Dupraz, 2002**).
- un contrôle de l'érosion hydrique (**Ong, 1996**), la macroporosité du sol (dû à la présence d'arbre et à l'enherbement au pied des arbres), ainsi que l'augmentation du taux de matière organique, permettent de ralentir les écoulements et l'infiltration de l'eau dans le sol, ce qui limite le ruissellement et le départ de terre, surtout si l'alignement des arbres est perpendiculaire à la pente (**Valengin, 2006 et Ong, 1996**).
- un effet brise vent suivant leur orientation (perpendiculaire au vent), réduisant ainsi sa vitesse, créant une zone protégée derrière la ligne d'arbre (**Valengin, 2006**). Les peuplements agroforestiers pourraient jouer un rôle intéressant dans les zones venteuses, afin de limiter particulièrement l'érosion éolienne.
- une biodiversité plus riche sur la parcelle, induite par l'hétérogénéité de la végétation (cultures, arbres, et enherbement). Les parcelles agroforestières abritent ainsi des auxiliaires des cultures mais également des ravageurs potentiels. L'équilibre écologique créé permet de limiter les problèmes d'invasion ou de pullulations (**Liagre F, et al, 2005**).

On peut voir dans le (**tab. n° 52**) quelques potentialités de l'agroforesterie, susceptibles de résoudre certains problèmes écologiques.

Tableau n° 52 : Fonctions et potentialité de l'agroforesterie

| problèmes écologiques | fonctions et potentialités |
|--|---|
| Erosion du sol par l'eau | Effets combinés de couverture de barrière par les essences arborées. Fixation du sol par les racines. |
| Erosion du sol par le vent | Protection par des haies brise-vent |
| Faible fertilité du sol ou déclin de la fertilité (dégradation physique, chimique, biologique) | Plantation d'espèces arborées permettant : - le maintien de la capacité de rétention en eau et de la fertilité du sol, - la fixation d'azote, - la fixation de CO2 et son transfert vers le sol via la litière et les racines, - la création d'ombrage, - le recyclage des éléments minéraux et leur utilisation par les différentes strates de végétation |
| Dégradation de la forêt | Plantation d'essences appropriées dans les exploitations agricoles |
| Dégradation des pâturages | Arbres fourragers : pâturage sous couvert arboré |
| Risque d'inondation | Arbres à racines profondes Pratiques agroforestières visant à modifier le microclimat et à conserver les micro-organismes. |
| Modification du débit des fleuves | Agroforesterie comme élément de protection des bassins versants. |
| Invasion d'agents pathogènes | Combinaison d'arbres destinés à inhiber l'action des agents pathogènes. |

Source : mémento de l'agronome, 2003.Cirad,



Photo n°17 : un système agrisylvicole associant des noyers noirs à des cultures céréalières pour réduire l'érosion hydrique en France (**B. Patarin**).

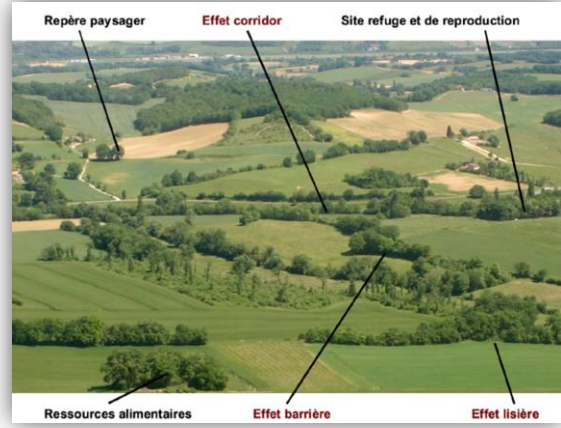


Photo n°18 : Les grandes fonctions de l'arbre- Diversification des paysages. « **Arbre et Paysage 32** »

1.1.3.5. Une meilleure productivité et rentabilité

Un système agroforestier bien mené permet d'obtenir une productivité plus importante à la surface qu'un système « classique » (en assolement de culture pure) (**Liagre F. et al, 2005**).

Malgré une compétition pour le partage des ressources disponibles dans le milieu entre ces deux productions, il y a également une complémentarité entre les arbres et la production agricole. Cette complémentarité provient de l'optimisation de l'utilisation des ressources en eau et en lumière (**Ong, 1996**) particulièrement par des prélèvements dans les différentes strates de l'air et du sol (enracinement des arbres en dessous de la zone racinaire de la culture lorsque les arbres sont en présence de culture d'hiver (**Dupraz C. et al 2005**).

Les principaux débouchés économiques de l'arbre sont la production de bois, de fruits et de fourrage, dans le cas d'associations sylvopastorales. Le gain de productivité se traduit par un gain de revenu sur la parcelle sans trop affecter la trésorerie à court terme.

Les associations agroforestières présentent un autre avantage qui se manifeste par un accroissement plus rapide des arbres qu'en boisement pur, car ils disposent de plus de ressources et peuvent bénéficier en partie de la fertilisation qui est apportée aux cultures (**Liagre F. et al., 2005**). En effet les arbres agroforestiers fonctionnent comme des arbres isolés : ils sont toujours soumis au vent, et donc s'enracinent plus solidement que des arbres en boisement pur.

Cependant, ces systèmes agroforestiers ont également quelques inconvénients qui se présentent aussi par :

- une augmentation du temps de travail passé sur la parcelle, surtout pendant les premières années de la vie de l'arbre. On évalue de 1 à 2 jours le temps de travail par hectare et par an pour l'entretien des arbres pour la production de bois d'œuvre (densité de 50 à 100 arbres/ha) (**Liagre F. et al, 2005**).
- Une perte de surface immédiate pour la production agricole et à long terme, une diminution du rendement de la culture intercalaire. Ceci est fonction de la distance entre les lignes d'arbres, de la largeur de la ligne et de l'ampleur du houppier (**Dupraz & Capillon, 2005**).
- un investissement, lors de l'implantation de la parcelle, en fonction de la densité d'arbres, des essences utilisées et de la mise en place ou non de protections contre le gibier (**Dupraz & Capillon, 2005**).

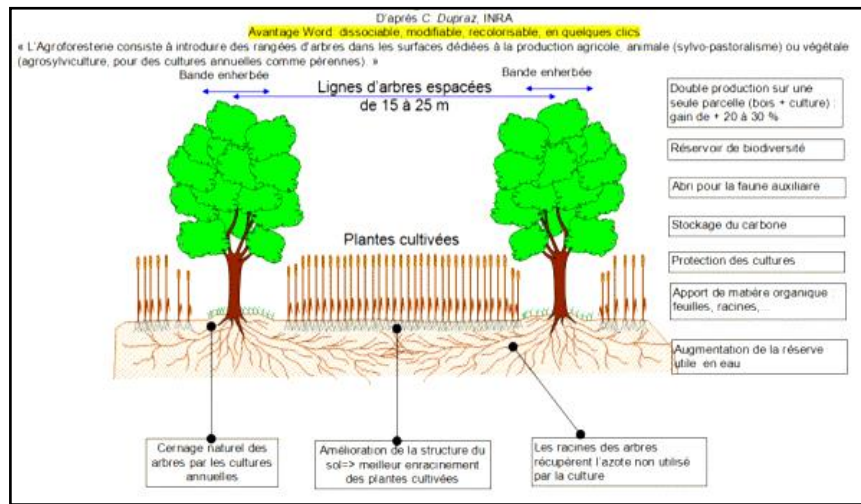


Figure n°27 : avantages de l'agroforesterie d'après C. Dupraz, INRA

1.1.4. Impact favorable d'arbres

En tant que plantes pérennes, des arbres couvrent le sol pendant toute l'année et lui procurent une protection contre le soleil brûlant, les vents hauts et les fortes pluies. Mais non seulement le sol : les arbres jettent de l'ombre sur l'homme et sur l'animal et sur des cultures d'accompagnement (notamment des plantes ombrophiles) et réduisent le stress causé par des vents secs ou des tempêtes. A la suite de l'abri contre le vent et l'ombre pendant une partie de la journée, la culture d'accompagnement consomme moins de l'eau, un facteur important pour permettre de bons rendements dans les régions sèches. Les arbres eux-mêmes consomment de l'eau qu'ils transpirent en vue de refroidir les feuilles ; cela permet de faire monter l'humidité et de baisser les températures dans la journée (Ed Verheij, 2003).

En outre, du fait que l'enracinement de plantes ligneuses est beaucoup plus profond que celui des cultures annuelles, elles absorbent des nutriments de ces strates plus profondes et déposent la plus grande partie sur la surface du sol lorsqu'elles perdent leurs feuilles. Ainsi, les nutriments étant lessivés de la couche arable sont recyclés et rendus disponibles aux cultures annuelles : les arbres agissent comme des « pompes à nutriments ».

Les effets avantageux des arbres sur l'environnement, y compris des végétaux et des animaux (fig. 28). Des arbres :

- améliorent le (micro) climat, en tant que brise-vent, modérant les températures et augmentant l'humidité ;
- protègent le sol contre l'érosion par le vent et l'eau, en même temps améliorant l'infiltration de l'eau ;
- soutiennent des cultures d'accompagnement et des animaux par leur effet sur le climat et le sol, mais également directement en procurant de l'ombre et de l'abri ou de la protection (clôtures vives, haies vives) et agissant comme des pompes à nutriments;
- diversifient le paysage et enrichissent l'environnement : où est-ce que les oiseaux pourraient nicher sans arbres ?

Toutes les plantes ligneuses présentent un tel effet favorable sur leur environnement, y compris sur des cultures associées et des animaux, bien que naturellement l'impact d'un grand arbre soit plus grand que d'un arbuste. Des végétaux ligneux auxiliaires sont cultivés essentiellement pour ces effets positifs et/ou pour le fourrage ou bois de chauffage qu'ils produisent. Des arbres sont essentiellement cultivés à cause de leur produit commercialisable : par ex. fruits, épices, huile, stimulants, bois d'œuvre (Ed Verheij, 2003).

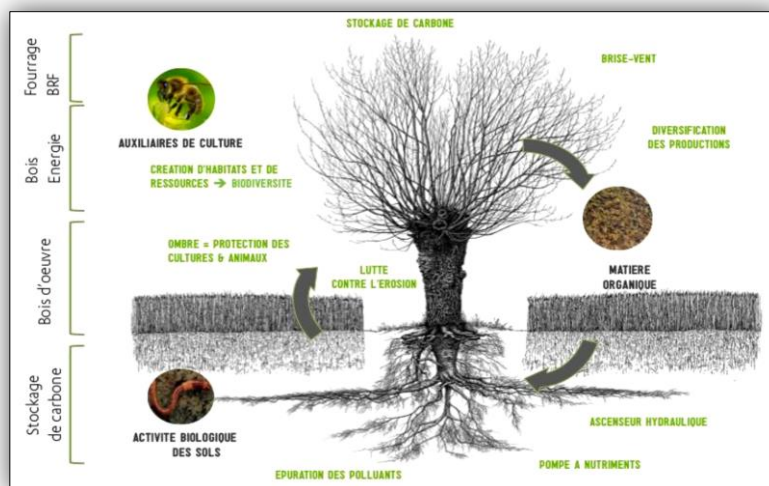


Figure n°28 : Schéma théorique des fonctions et services de l'arbre dans les SAF –
Source : Agrofor-bio1- « usages de l'arbre et de la biomasse en agroforesterie, 2013 »

1.1.5. Des associations envisageables avec beaucoup de précautions

De nombreuses associations sont envisageables, cependant, les travaux de recherche sont loin d'avoir évalué et adapté toutes ces associations. Il est donc important de rester prudent lors des propositions aux agriculteurs et propriétaires dans le choix des associations entre arbres et cultures. Toutefois, dans l'ouest de la France nous avons des systèmes traditionnels de pré-vergers et des associations agrisylvicoles du type noyer ou peuplier / céréales (**Coulon, 2001**).

Il existe en France et à l'étranger de nombreux projets agroforestiers, il faut néanmoins garder à l'esprit que le développement d'agroforesterie doit se réaliser en se basant sur des références déjà établies. Aussi, chaque cas est susceptible d'avoir un comportement spécifique quand il se trouve dans des conditions édaphiques et climatiques qui lui sont propres. Il est important de prendre des précautions comme la prise en compte des conditions pédologiques, l'autoécologie des espèces, les données climatiques et géomorphologiques, le suivi des travaux, pour la réussite des plantations (**Ruchaud, 1999**).

Il conviendra d'être prudent lors de mise en place d'associations, surtout s'il s'agit d'associations originales jamais étudiées dans les mêmes conditions. Il est vrai que l'agroforesterie est une pratique innovante en cours de développement qui doit tenir compte du lieu où l'on se situe et des attentes des personnes intéressés. (**Boisset, 2005**). Il faudra faire attention d'éviter de réaliser des projets qui nécessitent beaucoup d'investissements, aussi bien en terme de temps de travail que financier. Dans le cadre de l'étude d'aménagement en systèmes agroforestiers de la plaine de la Mina, des systèmes agroforestiers à possibilité d'introduire dans la zone d'étude en prenant en compte les conditions édaphiques et climatiques, les essences à introduire..ect. Enfin les associations entre arbres et cultures et/ou élevage envisageables (systèmes agroforestiers) doivent être testés et expérimentés dans la zone pour que les aménagistes et les ingénieurs agronomes et forestiers puissent faire des propositions adéquates aux agriculteurs et propriétaires dans le choix ces associations.

1.1.6. Catégories de sélection des espèces d'arbres

La majorité, pour ne pas dire tous les arbres sont des arbres à multiples utilisations et sont classifiés dans plus d'une catégorie. Cette classification fonctionnelle a été faite sur la base de l'utilisation principale ou du produit pour le fermier. Tous les arbres ont d'autres fonctions, par exemple comme habitat et nourriture pour des animaux avec les besoins de conservation. Les catégories d'arbres généralement inclus dans les systèmes agroforestiers et leurs caractéristiques sont citées dans le tableau suivant:

Tableau n° 53 : catégorie d'arbres et leurs Fonctions et potentialité en agroforesterie

| Catégorie d'arbre | fonctions et potentialités |
|---|--|
| Arbres fruitiers | Plantation d'espèces arborées fruitières appropriées dans les exploitations agricoles en association avec les cultures basses dont les principaux produits sont des fruits. |
| arbres de bois d'œuvre | Ils constituent de grandes composantes de l'exploitation mettrait sur les lisières, de régénération naturelle. Ils exigent généralement un grand espacement (< 100 arbres/ha). La production est à long terme, généralement plus de dix ans. les arbres doivent être taillés ou élagués afin de réduire la compétition avec les cultures et maximiser la valeur de service (cas système agrisylviculture). |
| Arbres de service | Plantation d'espèces d'arbres en associant avec les cultures et/ou l'élevage pour contrôler l'érosion du sol, protéger les cultures et les animaux du vent desséchant, pour fournir de l'ombre, fixer l'azote, fournir du paillis, contrôler les maladies et améliorer la fertilité du sol,. les arbres doivent être taillés ou élagués (taillés complètement) tous les 3 à 24 mois, afin de réduire la compétition avec les cultures et maximiser la valeur de service. |
| Arbres de fourrage | Plantation d'espèces arbres et arbustes (majorité des légumineuses) dont le but principal est la fourniture du fourrage supplémentaire de haute qualité pour les animaux particulièrement pendant la saison sèche. gérés à des densités : varies de 10 arbres /ha (les arbres relativement grands), jusqu'à plus de 10.000 arbres /ha dans des banques de fourrage ou lorsque cultivés pour leurs protéines. Les arbres sont intensivement taillés tous les deux à six mois. |
| Arbres pour le bois de chauffage | tous les arbres fournissent du bois de chauffage, il y a des préférences pour certaines espèces à cause de leurs caractéristiques : la valeur calorifique, le type de fumée et la qualité de charbon. Ces arbres sont trouvés à des densités variables (dans la brousse, dans les pâturages, sur les lisières ou dans les clôtures vives). |
| Autres usages de l'arbre | Outre le bien fait de cette armature utilisation de l'arbre (services, fruits, bois d'œuvre et chauffage), il ne faut pas perdre de vue que d'autres espèces ont des usages en pharmacopée (jujubier), en cosmétique (figuier de berbère) et en chimie comme indicateur des polluants (Olivier de Bohème) |

1.2. Les systèmes agroforestiers à possibilité d'introduire dans la plaine de Mina

1.2.1. Potentialité agro-écologique du sol de la zone d'étude

La plaine de la Mina est constituée d'apports alluviaux caractérisés par des terres à structure fine (argile–limon), potentiellement salinisables, avec la présence d'un taux de calcaire appréciable. La profondeur des sols est de 1 à 1.5 m en moyenne.

Les sols présentent, à des degrés divers, de forte teneurs en particules fines liées à l'origine des alluviaux, des caractères vertiques, des teneurs en sels élevées et des tâches d'excès d'eau dans le profil. Les éléments fins dérivés des marnes ou argile tertiaire confèrent au sol du périmètre une cohésion et une compacité excessives.

Ces sols de texture fine à moyenne sont plus argileux et souvent engorgés d'eau dans les dépressions ou les terres ne sont pas drainées (cas réseau de drainage défectueux). Ils présentent le plus souvent une faible teneur en matière organique qui décroît avec la profondeur pour devenir négligeable. Le pH est généralement voisin de la neutralité à légèrement alcalin.

Selon la carte de classification des grandes unités des sols de la zone extraire de la carte des sols d'Algérie établie par J. BOULAINÉ en 1955 (**fig. n°29**), plus de 92% de la superficie du site pilote étudié sont des sols peu évolués.

Plus de 75% de la zone étudiée est affectée par la salinité dont 35% est salé à extrêmement salé (4dS/m à > 15dS/m) et presque 55% des sols soit la moitié de la surface totale (1765 ha étudiée) est peu salé (2 - 4 dS/m), mais seulement 22% des sols de la zone est non salés (< 2 dS/m) (selon la carte de salinité de la zone étudiée **fig n° n°29**)

Sur une superficie totale étudiée de 1765 ha, les limites de tolérance des cultures à la salinité du sol (fig. n°30):

- 2 % des sols sont aptes à toutes les cultures;
- 37 % des sols sont aptes aux cultures moyennement sensibles;
- 47 % des sols sont aptes aux cultures moyennement tolérantes ;
- 7 % des sols sont aptes aux cultures tolérantes ;
- 6 % des sols sont inaptes à toutes les cultures sauf si l'on accepte une diminution de rendements des cultures.

D'après les cartes élaborées : carte des grandes unités des sols , la carte de salinité de la zone d'étude et la carte d'aptitude culturale vis-à-vis de la salinité du sols et dans la perspective de proposer des aménagements en systèmes agroforestiers en vue de développer durablement la plaine de Mina, tout en préservant les ressources naturelles (en récupérant et valorisant les sols salés), en diversifiant les productions agricoles, et en stimulant et sauvegardant la biodiversité agricole.

Figure n°29 : Carte des grandes unités de sols / Carte de salinité du sol de la zone d'étude- (INSID 2012)
D'après la carte des sols d'Algérie (J. BOULAIN en 1955)

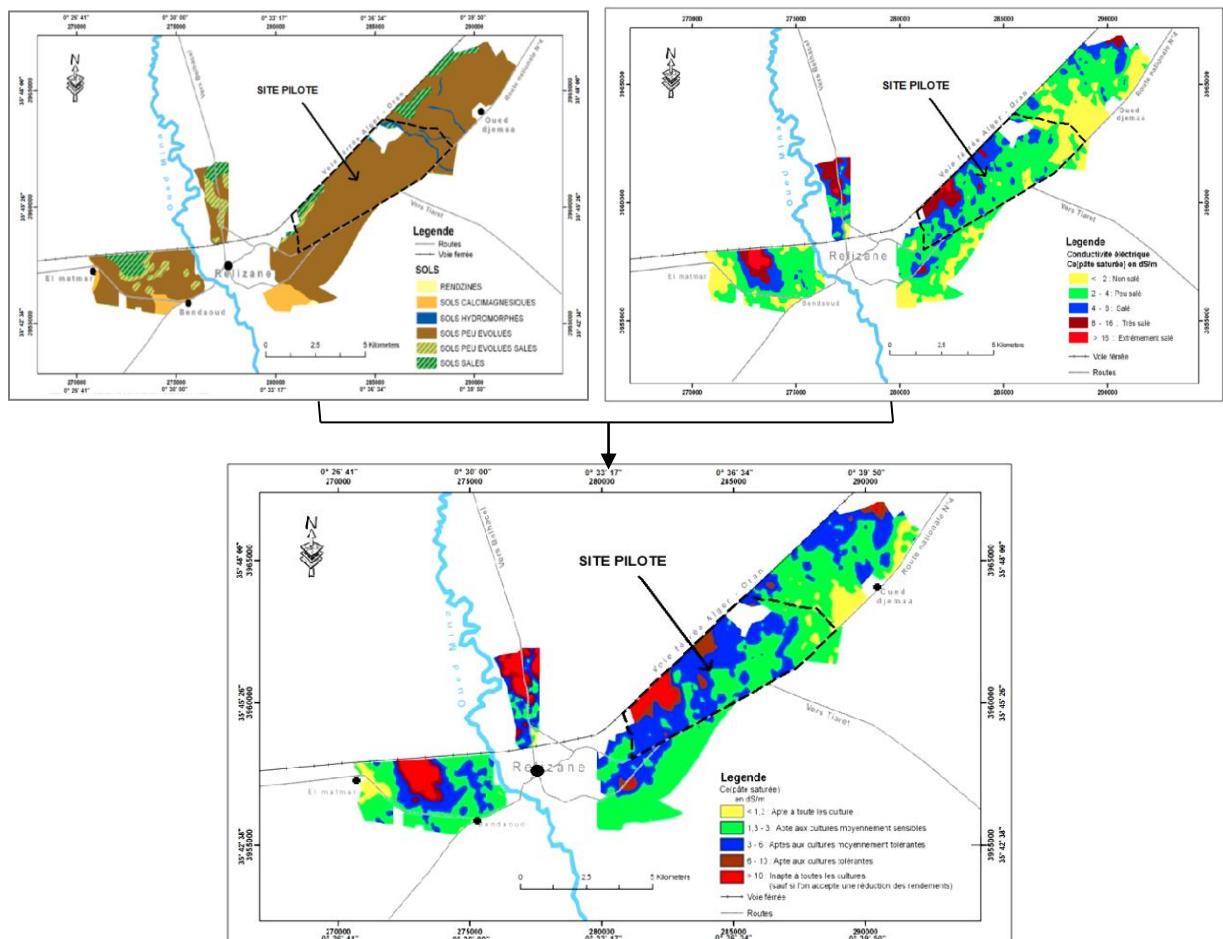


Figure n°30 : Carte des limites de tolérance à la salinité pour les cultures végétales

1.2.1. Les critères de sélection

Dans toute plantation ligneuse, le premier facteur à prendre en compte est bien sûr la concordance entre les conditions pédoclimatiques du site et les caractéristiques autoécologiques des arbres. Cependant, d'autres critères sont également à considérer pour aiguiller ce choix, en particulier dans un contexte agrisylvicole, sylvopastoralisme ou des plantations de brise-vent.

- **Critères généraux :**

- La tolérance à la lumière (du fait que ces plantations sont réalisées en milieu ouvert) ;

- La rapidité de croissance (ou alors une croissance plus réduite mais qui est compensée par une forte valeur économique et/ou environnementale de l'espèce) ou les besoins actuels et futurs des produits : les fruits, le bois et le fourrage (notamment dans un contexte local et/ou national) ;
- Le pouvoir et le potentiel des espèces de maintenir de l'auto-fertilité du sol ;
- La préférence pour des espèces indigènes et, si possible, pour des variétés locales adaptées aux conditions pédoclimatiques.

- Critères spécifiques :

- La possibilité d'obtenir pour les essences choisies du matériel végétal de qualité,
- un houppier peu dense qui convient bien pour les cultures qui ont besoin d'une luminosité importante
- L'enracinement des arbres doit être aussi profond que possible, afin de minimiser la compétition avec les cultures intercalaires (dont l'enracinement est la plupart du temps limité aux couches supérieures du sol) ;
- Les arbres doivent générer un ombrage limité sur les cultures intercalaires ; on recherchera donc des essences à phénologie tardive (un débourrement tardif qui laisse par exemple aux céréales d'hiver le temps de développer leur surface foliaire), ou alors qui possèdent un feuillage assurant une bonne transmission de la lumière ;
- les arbres supportant bien les élagages qui diminuent la compétition pour la lumière et sont rapidement hors d'atteinte des machines ;
- éventuellement les arbres qui fixent l'azote symbiotiquement (arbres et d'arbustes légumineux comme le robinier et le févier d'Amérique).
- Recherche des essences d'arbres et d'arbustes d'excellent fourrage (quantité et qualité).
- Eviter autant que possible les arbres susceptibles de sécréter des substances allélopathiques (qui inhibent la germination et/ou la croissance d'autres végétaux), potentiellement néfastes aux cultures intercalaires.

Ces arbres seront d'autant plus intéressants si de surcroît, ils possèdent des qualités ornementales et qu'ils peuvent être une source de nourriture pour la faune sauvage.

1.2.3. L'agrisylviculture : une pratique à faire aménager

1.2.3.1. Présentation de la pratique

L'agrisylviculture, pratique agroforestière également connue sous le terme de « culture intercalaire » est définie, selon **Newman et Gordon (1997)** comme « *la plantation d'arbres en rangées (simples ou multiples) largement espacées, permettant la production de cultures végétales sur les interlignes* ».

L'agrisylviculture peut présenter des visages très variés, dépendamment de la densité de plantation et de l'écartement choisis entre les rangées d'arbres ; du caractère annuel ou pérenne des cultures végétales associées ; du nombre de composantes végétales du système (ex. : seulement une espèce d'arbre associée à un seul type de culture **vs** plusieurs de chaque) ou encore de la nature de la production (ex. : arbres destinés à la production fruitière **vs** à la production de bois d'œuvre).

En zone tropicale, la culture intercalaire est une pratique agroforestière que l'on rencontre fréquemment. Elle s'illustre notamment par la plantation de cultures vivrières au sein de plantations ligneuses (en vue d'optimiser l'occupation du sol), en particulier dans les pays où l'accès à la terre des communautés paysannes est restreint. Elle s'y rencontre également sous une forme particulière, parfois qualifiée de « culture en couloirs », et dans laquelle des Légumineuses arborées sont intercalés avec des cultures annuelles. (**Mugendi et al, 1999**).

Depuis quelques années, dans ces pays tempérés, on voit apparaître de nouvelles formes d'associations (nouvelles par leurs composantes ou bien nouvelles par leurs configurations spatiales). Souvent, elles sont le fruit des essais réalisés par les centres de recherche en agroforesterie. Ceux-ci, en s'appuyant sur les systèmes traditionnels, ont imaginé et testé des systèmes agrisylvicoles modernes, capables de répondre aux exigences de l'agriculture contemporaine. Ils se caractérisent par de faibles densités de plantation (entre 50 et 200 arbres à l'hectare) et par des écartements importants entre les rangées d'arbres (entre 10 et 40 m), qui rendent possible le passage de la machinerie agricole (et notamment des pulvérisateurs, qui constituent les matériels les plus larges) (SAFE, 2005). En Europe, et plus particulièrement en France, de nombreuses études ont été menées dans le cadre du programme SAFE (Silvoarable Agroforestry For Europe) pour tenter de mieux comprendre ces systèmes, d'évaluer comment ils évoluent dans le temps et d'ainsi chercher à les optimiser (tant sur le plan biophysique qu'économique). En France, ces travaux ont surtout porté sur l'association de feuillus nobles (tels que le noyer (*Juglans* spp.) ou le merisier (*Prunus avium*)) ou bien d'arbres à croissance rapide (des peupliers hybrides (*Populus* sp. x sp.) dans la plupart des cas) avec diverses cultures céréalières (SAFE, 2005 ; Chiffot et al., 2006).

En Algérie, les systèmes agroforestiers sont pratiqués depuis des millénaires par les paysans des oasis. Certains systèmes sont sophistiqués comme ceux des oasis, d'autres sont beaucoup plus simples, comme la culture d'orge, de lentilles, d'arachides ou de vesce-avoine entre les palmiers dattiers ou spontanés. Les palmiers servent beaucoup de services productifs (les dattes communes pour la consommation humaine et animale) et fonction protectrice comme un brise-vent utilisés à des fins multiples: palmes pour les pêcheries fixes et la vannerie, tronc pour la charpente des toitures et les échafaudages, déchets secs des palmes et noyaux des dattes pour le feu (cuisine, cuisson des poteries et fours à chaux).

Le système agro-sylvicole repose sur le développement et l'extension des parcelles de cultures intercalaires à base des arbres fruitiers et plus particulièrement à l'olivier (*Olea europea* L.) associé à des cultures intercalaires comme les céréales (l'orge et l'avoine), les légumineuses (la fève et petit pois), les cultures fourragères (luzerne) et les cultures maraîchères.

Dans la plaine de Mina que nous étudions, nous n'avons trouvé aucune occurrence actuelle bien aménagée et gérée en agrisylviculture, ni dans le cas d'associations traditionnelles, ni dans le cas de systèmes de culture et d'élevage plus modernes. Certes on peut rencontrer ponctuellement quelques vergers cultivés sur les interlignes durant les années qui suivent leur installation ; ou encore des cultures maraîchères ou céréalières dans les plantations arboricoles intensives ; mais aucun système agrisylvicole modernisé véritablement significative qui respecte les règles d'aménagement en systèmes agroforestiers à l'échelle de la zone d'étude (Enquête ASE).

1.2.3.1.1. Les apports agro-environnementaux de l'agrosylviculture

a) La réduction de la fertilisation minérale à apporter aux cultures

Il est bien évident que plus la quantité de fertilisants minéraux épandus sur une terre est importante, plus le risque qu'ils soient perdus par lessivage et/ou lixiviation l'est également (Nair et Graetz, 2004). La solution la plus simple pour lutter contre ces risques de pollution des eaux réside donc dans la réduction de la quantité épandue. A ce titre, les systèmes agrisylvicoles se montrent particulièrement intéressants. En premier lieu car l'emprise au sol des arbres réduit la surface cultivée et donc la quantité de fertilisants à épandre (Thevathasan et Gordon, 2004). En second lieu parce qu'étant donné que la biomasse produite par les arbres n'est pas exportée annuellement, une bonne partie retourne au sol (au travers de la chute des feuilles à l'automne, ou bien de la décomposition racinaire continue).

Cette biomasse augmente la teneur en matière organique du sol. Par le biais des microorganismes souterrains, cette matière organique est progressivement minéralisée et conduit à la

mise à disposition, pour les cultures intercalaires, d'éléments nutritifs facilement assimilables (et notamment de l'azote) (**Jordan, 2004**). En plus de ces apports nutritifs directs grâce à l'augmentation du taux de matière organique du sol, Zhang (1999), cité par Thevathasan et Gordon, (2004) indique que les arbres, du fait que les gouttes de pluie qui tombent sur la canopée et les branches se chargent en éléments minéraux lors de leur parcours jusqu'au sol (ceci en raison des dépôts minéraux atmosphériques présents sur ces surfaces (**National Atmospheric Deposition Program, 2000**), peuvent également contribuer, de façon indirecte, à augmenter l'incorporation d'éléments nutritifs au sol.

b) L'atténuation de la pollution diffuse

La fertilisation intensive et non raisonnée a des effets néfastes sur le sol, une bonne part de la quantité d'engrais épandue en agriculture conventionnelle n'est pas utilisée par les cultures pour leur croissance. Dans certaines conditions, ces résidus de fertilisation sont alors perdus par lixiviation (**Bockman et al., 1990, cités par Nair et Graetz, 2004 ; Thevathasan et Gordon, 2004**). Dans le cas des sols très perméables, ce phénomène contribue à contaminer les eaux souterraines, notamment par un apport excessif de nitrates. Or, en plus de permettre une réduction de la quantité de fertilisants à épandre, les systèmes agrisylvicoles permettraient également d'en augmenter l'efficacité. Du fait que les ligneux et les cultures agricoles n'exploitent pas les mêmes couches du sol, les racines profondes des arbres sont en effet susceptibles de récupérer les nutriments qui n'ont pas été utilisés par les cultures. Ce processus, qualifié de « filet racinaire de sécurité ».

Allen et al. (2004) ont prouvé que, dans un système agrisylvicole associant des pacaniers (*Carya illinoensis*) à du coton (*Gossypium hirsutum*), les racines des arbres, aussi bien superficielles que profondes, étaient en mesure de limiter le transfert des nitrates (comparativement à une monoculture classique) depuis les couches supérieures du sol vers les nappes phréatiques.

c) La stimulation de la biodiversité

Lorsqu'un système agrisylvicole s'implante en remplaçant des systèmes agricoles non durables (comme ce pourrait être le cas dans la plaine alluviale de la Mina qui nous intéresse), nombre d'études ont montré qu'il pouvait favoriser la biodiversité. En effet, en complexifiant l'espace tridimensionnel et en modifiant le microclimat au sein des cultures agricoles, la présence des arbres permet de créer de nouvelles niches écologiques (**Stamps et Linit, 1998 ; Postma, 2005**). Ainsi au Royaume- Uni, Klaa et al. (2005) ont montré que la quantité de petits mammifères dans un système de culture intercalaire était plus importante (que ce soit au sein des rangées d'arbres ou des bandes cultivées) que dans les témoins en monoculture, qu'ils soient agricoles ou forestiers.

Au Canada, **Price et Gordon (1999)** ont montré qu'au sein d'un système agrisylvicole associant diverses espèces ligneuses à une culture de soja, la densité de vers de terre était toujours plus forte à proximité des arbres qu'au milieu de la bande cultivée (là où les cultures sont peu influencées par la présence des arbres et se retrouvent dans des conditions similaires à celles d'une monoculture agricole). Selon Williams et al. (1995, cités par Thevathasan et Gordon, 2004), la diversité et la quantité d'oiseaux sont également plus importantes dans un système agrisylvicole que dans une monoculture classique. Il en est de même des insectes, et plus particulièrement des arthropodes (**Bugg et al., 1991, cités par Jose et al., 2004 ; Middleton, 2001, cité par Thevathasan et Gordon, 2004 ; Stamps et al., 2002**).

En ce qui concerne la diversité végétale, le fondement même des systèmes agrisylvicoles (en raison de leur multi-spécificité) fait qu'elle est supérieure à celle d'une monoculture agricole. (**Patarin. B, 2006**).

d) L'amélioration des qualités paysagères

Dans les endroits où la diversité paysagère a été perdue lors de l'intensification agricole ou la dégradation de l'environnement agricole dues à la monoculture et les pratiques culturales inadéquates, il est clair que la réintroduction de l'arbre, notamment par le biais de systèmes agrisylvicoles, pourrait corriger la monotonie visuelle des grands espaces cultivés (**Reisner et al., 2004 ; Postma, 2005**). Cet effet sera d'autant plus esthétique que les essences ligneuses implantées seront diversifiées et qu'elles ne fleuriront pas en même temps (**Herzog, 2000**). Ces améliorations esthétiques peuvent aller de pair avec une augmentation des avantages socio-culturels fournis par le paysage, tels que les activités récréatives (randonnées pédestres, pique-nique, camping, etc.) (**Postma, 2005 ; Reisner et al., 2004**) ou éducatives (support original de sensibilisation à l'environnement pour les jeunes générations).

1.2.3.1.2. Les attraits économiques de l'agrosylviculture

a) Augmenter la rentabilité des parcelles agroforestières

D'après les travaux de l'équipe de Christian Dupraz – INRA de Montpellier « Arbres et paysage n°32 » et les travaux bibliographiques réalisés par « Agroof développement », ils ont déduit :

- Lorsqu'on compare l'agrosylviculture à un assolement où l'on sépare les cultures d'un côté et les arbres de l'autre, la production de biomasse est de 10 à 60 % supérieure.
- Pour une densité de 40 à 100 arbres par hectare, la rentabilité est au moins aussi élevée que celle d'une agriculture sans arbre. Il a été montré qu'elle peut être augmentée de 30 %.
- Les bénéfices peuvent être plus conséquents et rapides à percevoir. Ces calculs ne prennent en effet pas en compte les contributions des arbres pour la production agricole (réduction des intrants et protection des cultures contre les aléas climatiques), ni la valorisation des autres produits possibles (bois énergie, BRF, fruits, fourrage).
- Avec des écartements compris entre 15 et 40 m entre les lignes d'arbres, il est possible de cultiver jusqu'à la coupe des arbres, avec une réduction modérée de la production agricole.

Les expériences menées par l'INRA de Montpellier tendent à dire que pour la production de bois, le bilan est positif, on constate un accroissement supérieur des diamètres de troncs et une meilleure qualité du bois (croissance régulière). Les arbres profitent d'une faible densité de plantation et absorbent une partie des fertilisants non utilisés par les cultures.

b) Les avantages de l'agrosylviculture par rapport aux boisements des terres agricoles

Dans l'esprit d'améliorer le potentiel productif et de diversifier les productions des cultures et des arbres (fruits, bois.. etc.) et d'augmenter l'efficacité agro environnementale des exploitations agricoles en gardant toujours l'objectif de réduction des systèmes de monoculture basée sur l'intensification non durable des terres agricoles et d'augmentation de la production ligneuse, les systèmes de culture intercalaire apparaissent comme une formule beaucoup moins contraignante pour les agriculteurs :

- Plusieurs études récentes suggèrent que la croissance des arbres au sein d'une culture intercalaire s'avère plus rapide, notamment en diamètre, que dans le cas d'un boisement de terre agricole (Dupraz, 1994 ; Balandier et Dupraz, 1999 ; Mayus, 2004, cité par Postma, 2005 ; Chiffot et al., 2006 ; SAFE, 2005). Ainsi, les arbres pourraient être récoltés à un âge plus précoce.
- L'association des arbres et des cultures sur une même parcelle de terre oblige l'exploitant agricole à des passages plus fréquents que dans une plantation ligneuse classique (interventions obligées pour le labour, le semis, la fertilisation des cultures, la moisson, etc.). Selon Dupraz (1994), cette présence accrue profite aux arbres en leur fournissant une surveillance rapprochée (ex. : détection rapide des problèmes phytosanitaires éventuels, détection des besoins de taille de formation des arbres dès l'apparition des premiers défauts), qui augmente les chances d'obtenir du bois de qualité.

1.2.3.2. Identification des espèces d'arbres

1.2.3.2.1. Les essences d'arbres fruitiers

L'arboriculture est une spéculation qui permettra de fournir une source précieuse de revenus aux agriculteurs. Dans la perspective de préserver le patrimoine arboricole de la zone et la durabilité de ses vergers arboricoles, le recours aux systèmes agricoles durables basés sur l'utilisation rationnelle des ressources naturelles, la diversification des produits agricoles et ligneux et améliorer l'efficacité agro-environnementale des systèmes agricoles, a cet effet le système de cultures intercalaires (espèces arborées et les cultures) présente des intérêts agro-écologiques et économiques dans cette espace.

L'amélioration consistera à mener les opérations suivantes :

- Gérer les vergers à des densités moyennes à faibles (100 à 150 pieds/ha) pour mettre les cultures intercalées ;
- Protection des vergers par des rideaux biologiques (haies brise-vent) contre les vents ;
- Utilisation des variétés plus productives et plus résistantes (stress hydrique et salinité) ;
- Introduction d'une fertilisation adaptée et raisonnée ;
- Utilisation moins des produits phytosanitaires ;
- Conduite permanente des vergers (taille, rajeunissement...)
- Utilisation des systèmes d'irrigation économiseurs d'eau à la parcelle (goutte à goutte et Aspersion)

Les espèces d'arbres fruitiers à encourager en système de cultures intercalaire sont :

a) L'olivier

Vu sa forte tolérance à la salinité, sa résistance à la sécheresse et son adaptation très bien aux différents types de sols : calcaires, argilo-calcaire limono-argileux et silico-calcaire, la place de cette espèce en association avec d'autres cultures dans la zone et dans ces conditions pédoclimatiques permet de diversifier les productions agricoles et aussi d'apaiser les effets négatifs des conditions climatiques (fortes chaleurs en été et les vents) pour les cultures intercalaires, ainsi l'olivier est une espèce pionnière vu ses fortes capacités d'enracinement en profondeur.

b) L'oranger et les rosacées

L'oranger, l'abricotier, le pêcher et le pommier sont des espèces arborées adaptés aux conditions édaphiques (les terrains limono-argileux, sains et bien drainés) et qui exigent une alimentation en eau d'irrigation mais à cause de la sécheresse et l'augmentation de taux de la salinité des sols et des eaux ces dernières décennies, la superficie des vergers arboricoles a connu une régression. L'introduction de système agroforestier (SCI) avec des écartements moyen (entre les rangées d'arbres et entre les arbres) en associant cette espèce d'arbre avec d'autres cultures, aussi il est indispensable de protéger les plantations par des brise-vent (cyprés ou casuarina) qui peut être atténué les effets néfastes de sécheresse et la salinité des sols (créer un microclimat, minimiser l'évapotranspiration)

c) Les Rustiques

Concernant les rustiques qui s'adaptent bien aux conditions édaphiques et climatiques des zones arides et semi-arides et qui exigent moins d'eau, et vu ses conditions autoécologiques, son feuillage caduc, et sa complémentarité aux autres cultures, ces espèces d'arbres : le figuier, le grenadier, le cognassier peuvent se placer en SCI associer avec les céréales d'hiver ou de cultures maraîchères et même avec d'autres arbres fruitiers. Gérées avec des densités moyennes et faibles (100 à 150 arbres/ha).

d) Le jujubier et le caroubier

D'autres espèces d'arbres et d'arbustes de fruits considérées aussi comme des arbres rustiques sont bien adaptées aux conditions pédoclimatiques de la plaine de Mina, deux espèces phares ; le jujubier et le caroubier qui supportent des conditions sévères de sécheresse, du vent et d'ensoleillement et

qu'on peut les valoriser en mariant avec les cultures basses (grandes cultures) en rangés dans les limites des parcelles ou à l'intérieur des champs agricoles avec des densités faibles moins de 70 Pieds/ha conduit en sec et entre 150-200 pieds/ha pour le caroubier conduit en irrigué (grands écartements)

Les deux espèces arborées ont des capacités de chercher l'eau et les nutriments et d'aller jusqu'à 50m pour le jujubier et 20 m pour le caroubier (pompes de l'eau et des nutriments).

e) Les cultures à associer à ces espèces arborées.

En ce qui concerne les cultures intercalaires à associer à ces arbres, on indique quelques associations particulièrement performantes :

- Figuier ou grenadier / céréales d'hiver; légumineuses (fève et petit pois)
- Pommier, abricotier, cognassier ou pêcher / le sorgho; luzerne ; maïs
- Jujubier / céréales d'hiver; cultures légumineuses (fève et petit pois)

D'une manière générale, la plupart des grandes cultures (maïs, sorgho, blé tendre, blé dur, orge, avoine, fève et petit pois) peuvent être envisagées au sein d'un système agrisylvicole (SCI) dans la plaine de Mina mais avec des précautions, Néanmoins, à mesure que les arbres grandissent (et que l'ombrage porté au sol devient plus important, de même que la compétition pour l'eau entre les arbres et les cultures basses s'accroît), il est préconisé de retirer de l'assolement les plantes gourmandes en eau et très exigeantes en lumière (notamment le maïs), et de favoriser les plantes qui tolèrent mieux l'ombrage (le blé par exemple) (**Benjamin et al., 2000, cité par Rivest, 2004**).

1.2.3.2.2. Les essences ligneuses à multifonctionnalité

a) Le robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) :

Le robinier, originaire du sud-est des Etats-Unis. Il s'agit d'une essence pionnière, dont le développement nécessite des conditions de pleine lumière (**MAAPAR, 2003**). Bien que dans son milieu d'origine, la pluviométrie soit comprise entre 1000 et 1500 mm par an, le robinier est très tolérant à la sécheresse et peut survivre avec seulement 400 mm/an. De même, il tolère des températures extrêmes (de -35°C à +40°C) et s'adapte à des sols très variés (sols riches ou pauvres en éléments minéraux, profonds ou superficiels et aux pH très variables (4,6<pH<8,2)). Seuls les sols hydromorphes lui semblent vraiment défavorables (**Hanover, 1993 ; MAAPAR, 2003**). Hanover (1993) indique qu'il croît particulièrement bien sur les sols limoneux, limoneux-argileux, calcaires et bien drainés.

A cette grande amplitude écologique, s'ajoute une croissance rapide (récolte possible dès 25-30 ans), Ainsi, ses fleurs abondantes odorantes et mellifères et riches en nectar en font une essence de choix pour l'ornement et l'apiculture (**Rédei et al., 2002**), ses feuilles sont utilisées comme fourrage dans de nombreux pays et son bois, très résistant à l'exposition atmosphérique (durabilité de plus de 80 ans selon Stringer (1992)), facilement colorable et d'une dureté élevée, possède des applications multiples : piquets et perches (pour les clôtures, la vigne, les vergers ou encore l'échafaudage des mines), charpente, tonnellerie, tournage.

Du fait qu'il est un des rares arbres à pouvoir fixer l'azote atmosphérique en milieu tempéré et que sa foliation est tardive, le robinier répond aux qualités recherchées en agrisylviculture. Son enracinement est par contre réputé superficiel (donc potentiellement en concurrence avec les cultures) mais, selon Postma (2005), il dépend de la variété plantée, de la perméabilité du sol et de sa richesse (racines profondes sur sols pauvres, superficielles sur sols riches). En ce qui concerne le matériel végétal disponible, le robinier a bénéficié d'importants travaux d'amélioration génétique en Hongrie (un pays pionnier dans la culture de cette essence), qui ont permis la sélection de cultivars spécialement destinés à la production de bois d'œuvre et/ou à l'amélioration de leurs qualités apicoles (**Keresztesi, 1980**).

Sur les plaines alluviales de la Mina qui nous intéressent, étant donné la flexibilité édaphique du robinier, sa plantation est envisageable sur l'ensemble des sols, en prenant soin toutefois d'éviter les parcelles à hydromorphie trop prononcée et trop salées et procéder un drainage des eaux excédentaires.

b) Les cultures à associer à ces essences ligneuses

En ce qui concerne les cultures intercalaires à associer à ces arbres, **Dupraz (2005)** indique quelques associations envisageables particulièrement performantes :

- Robinier faux acacia / céréales d'hiver, sorgho.

La plupart des grandes cultures: maïs, sorgho, blé tendre, blé dur, orge..ect) peuvent être envisagées au sein d'un système agrisylvicole. il est conseillé de retirer de l'assolement les plantes gourmandes en eau et très exigeantes en lumière (notamment le maïs), et de favoriser les plantes qui tolèrent mieux l'ombrage (le blé par exemple) (**Benjamin et al., 2000, cité par Rivest, 2004**).

1.2.3.3. Quelques conseils pour la réussite du système « agrisylviculture » (SCI)

Pour réussir cette pratique agroforestière, les principaux éléments qui doivent être à prendre en considération dans l'élaboration et la conduite de tout projet agrisylvicole sont :

- Le choix de la superficie à planter qui devra se faire en fonction des objectifs du porteur de projet, de ses capacités d'investissements financiers et de sa charge de travail (**SAFE, 2005**).
- Le choix des parcelles: les expériences montrent que l'agrisylviculture est plus performante (en terme de production) là où les arbres et les cultures peuvent exploiter des ressources complémentaires. Par conséquent, Dupraz (2005) indique que les sols trop superficiels sont à éviter.
- Le choix des composantes (arbres et cultures) : à déterminer en fonction des conditions pédoclimatiques et des objectifs du porteur de projet (ex. : considérations paysagères ; volonté de récolter, en plus du bois, les produits secondaires des arbres (miel, noix, fruits)).
- la densité de plantation doit être faible (de l'ordre de 30 à 100 arbres/ha) et les lignes de plantation écartées (de 15 à 40 m) pour maintenir des cultures intercalaires rentables jusqu'à la récolte des arbres, (**Dupraz, 2005**). Ce choix devra également se faire en fonction de la largeur de la machinerie utilisée pour les opérations agricoles. Il est recommandé d'orienter les lignes d'arbres selon un axe nord-sud pour obtenir des cultures intercalaires homogènes (**Dupraz, 2005**).
- Les soins à apporter aux arbres passe par un bon entretien des arbres (pose d'un paillis à la plantation pour favoriser la reprise de plants, sous-solage éventuel, protections contre le gibier, traitements contre les maladies éventuelles, régularité dans les tailles de formation). Des éclaircies sélectives sont aussi à prévoir pour sélectionner les meilleurs sujets (10 à 13 ans après la plantation pour des noyers ou des merisiers), et atteindre la densité finale souhaitée (qui, en agrisylviculture, est souvent très proche de la densité initiale) (**SAFE, 2005**).
- La gestion des interactions négatives entre arbres et cultures : plusieurs solutions sont envisageables pour réduire la compétition pour l'eau, la lumière et les éléments minéraux. Il est ainsi conseillé d'élaguer convenablement les arbres (lorsque la compétition pour la lumière devient importante) et de réduire la largeur de la bande cultivée au fil du temps (lorsque les pertes de rendements observées à proximité des arbres deviennent trop importantes) (**SAFE, 2005**). Pour limiter ces interactions négatives, il est également possible d'effectuer un cernage racinaire des arbres. Ce cernage a pour objectif de limiter le développement des racines dans les couches supérieures du sol (là où la compétition avec les cultures pour l'eau et les éléments minéraux serait maximale) et donc de forcer l'arbre à adopter un enracinement profond.

1.2.4. Le sylvopastoralisme : une pratique à faire de régénérer

1.2.4.1. Présentation de la pratique

Le sylvopastoralisme est un terme qui sert à désigner tous les systèmes agroforestiers « *qui associent dans le temps ou l'espace et de façon délibérée, des arbres et des animaux d'élevage, et qui impliquent à la fois un entretien de la pâture et des arbres* » (**Etienne, 1996**).

Comme les systèmes agrisylvicoles, les systèmes sylvopastoraux associent, sur une même unité de surface, une production à long terme (bois d'œuvre et/ou bois de chauffage) à une production annuelle (ici fourrage, viande ou lait) (**Bergez et al. 1999**).

Un peu partout dans le monde, y compris en Europe, le sylvopastoralisme est une pratique agroforestière ancestrale. Selon les contextes régionaux, ces systèmes sylvopastoraux peuvent résulter de différents cas de figure : l'organisation du pâturage dans un milieu boisé existant, l'entretien et la valorisation d'une plantation ligneuse (verger ou plantation sylvicole) par l'intégration d'une activité pastorale, ou encore l'implantation de végétaux ligneux à faible densité dans une prairie pâturée (**Patarin, B, 2006**).

Pour des raisons qui peuvent être patrimoniales, paysagères, écologiques, économiques ou encore politiques, le sylvopastoralisme est cependant en voie de réhabilitation dans plusieurs régions d'Europe. Les paysages qu'ils créent sont en effet très appréciés par la population, leur présence est favorable à la biodiversité et ils sont économes en intrants (**Herzog, 1998**). Dans plusieurs régions du sud de la France, l'introduction (ou la réintroduction) du bétail dans les sous-bois répond quant à elle au besoin de réduire les risques d'incendie. Elle procure également une ressource fourragère supplémentaire et conduit à une ouverture du milieu qui est favorable aux activités récréatives (**Dupraz et Newman, 1997**).

L'Algérie connaît un déficit fourrager important dû à la dégradation et le déséquilibre des parcours. A cause de surpâturage et de manque de stratégie de gestions de ces parcours (**Benchâabane, 1997**), la production fourragère dans ces régions arides et semi-aride traditionnellement à vocation pastorale, diminue de façon continue et le taux de satisfaction des besoins alimentaires du bétail par la production fourragère locale est passé de 70% en 1978 à 40% en 1986 et se maintient jusqu'en 1996 (**Houmani, 1997**).

Pour pallier ce déficit, la régénération et l'amélioration de ces zones deviennent une nécessité.

Les fourrages ligneux représentés par les arbres et les arbustes, s'ils ne résolvent pas à eux seuls le problème des éleveurs, ils pourront être un complément indispensable pour assurer la soudure à la fin de l'été et de l'hiver et apporter un fourrage vert en pleine saison sèche (**INRF, 2011**).

Les arbres et les arbustes fourragers peuvent être plantés au niveau des pâturages et parcours (enrichissement), sur les terres cultivées, le long des courbes de niveau (cas des BV), autour d'un terrain pour marquer ces limites ou dans les dayas et dépressions (zones inondables)

Dans le cas de l'émondage où les branches coupées sont séchées sur place, les feuilles sont ensuite séparées par battage, stockées et distribuées aux animaux. (Cas des arbres et certains arbustes) (**Fig. n°31**)

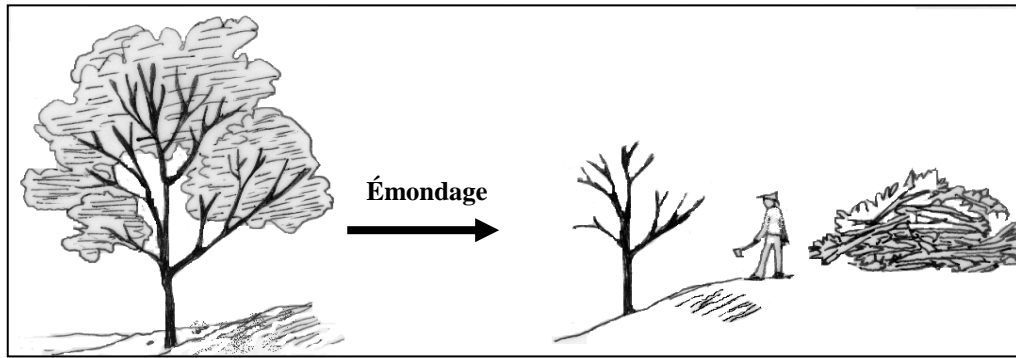


Figure n°31 : schéma illustrant la technique de l'émondage (INRF, 2011)

1.2.4.2. Identification des espèces à introduire

Parmi une large gamme d'espèces d'arbres et arbustes fourragers des zones arides et semi-arides expérimentées à l'INRF d'Algérie et qui ont été testées, nous présentons:

1.2.4.2.1. Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia* L) constitue un fourrage d'appoint par ses feuilles et ses fruits dont les animaux sont très friands.

Elaeagnus angustifolia est l'un des espèces appartenant au genre *Elaeagnus* (Elaeagnaceae) porte le nom vernaculaire d'olivier de Bohême car il rappelle l'olivier par son port et son feuillage argenté (**photo n°19**).

C'est un arbre ou arbrisseau de 2 à 12 mètres, parfois épineux, ses feuilles caduques de 4 à 8 cm de long à la fois proches de celles des oliviers. Les fleurs sont jaunes et très parfumées. Les fruits ovales, jaunâtres ou rougeâtres, sont comestibles et à chaire farineuse ont une saveur douceâtre, mais sucrée (**Poletti, 1987; Allain, 1988 ; Brosse, 2000; Bock, 2008**).

Elaeagnus angustifolia est une espèce strictement calcifuge, qui supporte bien la sécheresse mais peut souffrir des grands froids (**Brosse, 2000**).

Elaeagnus angustifolia supporte aussi bien le froid que la chaleur et la sécheresse. Sa culture se fait au soleil (ombre légère supportée), dans un sol quelconque mais léger et drainé, car il craint les excès d'eau qui ont pour conséquence d'asphyxier ses racines. Il est tolérant aux embruns et aux sols salins. En Chine, les feuilles sont utilisées largement comme une réserve fourragère d'appoint pour l'alimentation du bétail vu leur richesse en protéines, lipides (**Wenyuan, 1998**).

Selon Brosse (2000), cette espèce se développe dans l'altitude tempérée. Elle est distribuée en Asie (Japon, Chine), en Amérique du Nord (Etats-Unis) et dans le bassin méditerranéen, Elle est aussi substantielle dans tous le Sud de l'Europe (**Emil et al, 1997**) En Turquie, cette plante est largement cultivée pour ses fruits comestibles en centre et l'Est d'Anatolie..

Selon Poletti en 1987, cette espèce est spontanée, mais peu fréquente, qui pousse dans le bassin de la Méditerranée sur les pentes bien exposées au soleil.

En Algérie, l'*Elaeagnus angustifolia* est sub-spontané et cultivé comme un ornement des bords des routes (**Somon, 1985**). L'olivier de Bohême se localise en Algérie surtout dans les hauts plateaux. Il a été introduit et planté systématiquement aux emplacements suivants : Djelfa, Biskra, Relizane, Mascara et le Sud de Ténès et de Cherchell (Journal d'agriculture tropical et de botanique Appliqué, 1958).

Les différentes parties de l'arbre (les fruits, les fleurs et les feuilles) sont utilisées dans la phytothérapie et en médecine traditionnelle dans beaucoup de pays du monde (Iran, Turquie et Chine).

D'après Askoy et al (1999), les feuilles et les fruits de l'*Elaeagnus angustifolia* sont utilisées comme un indicateur de pollution pour des métaux lourds: Pb, Cd, Cu et Zn en "Turquie".

1.2.4.2.2. Luzerne arborescente (*Medicago arborea* L) (Famille.: Fabaceae) Espèce originaire du bassin méditerranéen. C'est un arbrisseau vivace atteignant 2 mètres de hauteur dont les jeunes rameaux sont velus et soyeux. Les feuilles composées à 3 folioles sont caduques en été. Les tiges ligneuses, dressées portent des inflorescences à nombreuses fleurs jaunes (rassemblées en grappes). La reproduction sexuée débute fin janvier (bourgeons floraux) et s'achève (dispersion des graines) au début de l'été, période correspondant à la chute des feuilles. Les fruits sont des gousses inermes, bivalves, plates, enroulées en une spire lâche; elles persistent plusieurs mois sur l'arbrisseau. Les animaux assurent la dispersion des graines: espèce zoochore (**Anonyme, 2010**).

Cette espèce présente une vitesse et un taux de germination très élevés (**Papanastasis, 1985**). Ce même auteur a également mentionné que la mortalité due au froid ou à la sécheresse est faible chez cette espèce.

La plante tolère des températures basses jusqu'à -10° C lorsqu'elle est en pleine dormance, par contre les jeunes repousses de printemps peuvent être endommagées par les froids tardifs.

Cette espèce a une relation de symbiose avec certaines bactéries du sol et forme des nodules sur les racines qui fixent l'azote atmosphérique. Une partie de l'azote fixé est utilisée pour la croissance de la plante et l'autre partie peut être utilisée par les autres plantes qui poussent à côté.

L'optimum écologique concernant les précipitations se situe au dessus de 400 mm/an mais l'espèce reste cependant productive à 350 mm et même à 250 mm. On propose de l'utiliser dans le semi-aride à hivers doux à chauds.

Medicago arborea préfère les sols profonds et légers, perméables, très bien drainés, contenant une certaine quantité de calcaire. Elle supporte également une légère salinité du sol, son développement étant limité sur les sols superficiels à croûte.

Une expérimentation a été menée au laboratoire effectué par Nedjimi. B et al, 2013 pour déterminer l'effet de la salinité sur la germination des graines de cette espèce. Les résultats obtenus montrent que le taux de germination diminue avec l'augmentation de la concentration saline.

El hamrouni et Sarson (1976) ont mentionné la densité de 2860 pieds/ha et Saadani (1988) a rapporté une densité de 400 à 950 pieds/ha. Du fait de sa taille relativement réduite (< 2 m), il n'est pas utile de pratiquer de coupes de recepage.

Medicago arborea est une espèce fourragère très appréciée par le bétail notamment les ovins et caprins (**Le Floc'h E., 1989**) (**photo n°20**). Elle constitue un fourrage de qualité pour les ruminants, dont la teneur en matières azotées totales est de l'ordre de 20%. Sa digestibilité est très élevée (plus élevée que celle d'*Atriplex nummularia* et même d'*Acacia cyanophylla*) (**Le Houérou H. N., 2002**). Exprimée en unité fourragère par kilogramme de matière sèche, sa valeur énergétique, atteint 0.8 UF à 1.05 UF /kg de MS respectivement pour ses feuilles et ses graines (**Le Floc'h E., 1989**) et de 0.66 UF/kg de MS pour le feuillage selon les expérimentations de l'INRF d'Algérie en 2011 sur quelques espèces d'arbres et arbustes fourragers. Il très nourrissant et riche en vitamine A; C; E; K.

En Tunisie, El Hamrouni et Sarson (1970) ont rapporté, une production de 1,05 kg MS/pieds/an.

Il est à indiquer que l'absence des pluies printanières est susceptible de réduire très fortement la production de cette espèce dont la croissance est de toute façon stoppée à partir de Juin avec la chute des feuilles.

En plus des apports économiques qui apporte cette plante sylvopastorale pour la réserve d'aliments pour le bétail, d'autres apports agro écologiques à savoir :

- Espèce légumineuse amélioratrice du sol par fixation de l'azote atmosphérique.
- Plante mellifère.

1.2.4.2.3. Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) appartient à la famille des Légumineuses de l'ordre des Rosales. C'est une espèce plastique, sclérophylle, xérophile, thermophile, héliophile et calcicole, originaire des zones arides et semi-arides de la méditerranée et de la péninsule arabique.

C'est un arbre d'une espèce agro-sylvo-pastorale avec des intérêts socio-économiques et écologiques importants qui sur le plan socio-économique et écologique peut jouer un rôle des plus intéressants particulièrement dans les contrées sèches et dans les zones où les processus de désertification prennent des ampleurs de plus en plus alarmantes, notamment dans le bassin méditerranéen (**Mahdad. M Y, 2013**).

Ceratonia siliqua est un arbre pouvant atteindre 7 à 20 m de hauteur et des circonférences à la base du tronc de 2 à 3 m selon les stations. Son feuillage est dense et persistant. C'est un arbre à longévité considérable jusqu'à 200 ans. Les racines sont fortes et pénètrent dans le sol jusqu'à une profondeur de 18 m. Sa croissance est très lente, surtout à son jeune âge (**Roose. E et al, 2010**).

Le caroubier s'installe favorablement dans les bioclimats humides, subhumides, semi-arides et arides à variantes chaudes et tempérées (< 200 à > 800 mm/an) et très résistante à la sécheresse (**Roose. E et al, 2010**). Le caroubier présente un intérêt de plus en plus grandissant en raison non seulement de sa rusticité, de son indifférence vis-à-vis de la nature du sol, de son bois de qualité, de sa valeur ornementale et paysagère, mais surtout pour ses graines qui font l'objet de transactions commerciales dont la valeur dépasse de loin celle de la production ligneuse (**Ait Chitt et al., 2007**). Ainsi, les gousses entières, la pulpe, les graines et la gomme.

Il tolère les sols pauvres, sablonneux, limoneux lourds, rocailleux et calcaires, des pH de 6,2 jusqu'à 8,6 mais craint les sols acides et humides (**Roose. E et al, 2010**).

Le caroubier est l'un des paysages de la méditerranée avec une adaptation extraordinaire aux conditions extrêmes, notamment à la sécheresse, à la salinité et aux sols pauvres et calcaires. A travers ses multiples et intéressants usages, la culture du caroubier peut jouer un rôle primordial dans la structure économique et social des régions rurales des pays méditerranéens, notamment en Algérie qui connaît depuis l'indépendance un problème sérieux d'exode rural. Ce phénomène a conduit à un déséquilibre social et économique aux conséquences désastreuses. Pour autant, il est dans l'obligation des autorités responsables de mettre en place des programmes de développement agricole afin d'appuyer le quotidien de la population rurale qui endure une vie difficilement surmontable (**Mahdad. M Y, 2013**).

Dans les peuplements naturels, et selon leur gestion antérieure, les densités varient de 5 à 25 pieds/ha. Les arbres sont hétérogènes du point de vue âge, forme et vigueur. Du fait de leur importance croissante dans le revenu de l'exploitation et dans le bilan fourrager des troupeaux, les paysans prennent de plus en plus soin de ces arbres, aussi bien en forêt que dans les parcelles cultivées. Dans les vergers récents (peu nombreux), le caroubier est planté à 100-200 pieds à l'ha. Il est conduit comme un arbre exclusivement fruitier (gousses et graines) (**photo n°21**). Les arbres sont taillés, irrigués, fertilisés et traités contre les maladies (**Roose. E et al, 2010**).

Le caroubier est cultivé pour divers usages. La gousse, fruit du caroubier, se compose d'une pulpe enveloppant une graine. Les sous-produits, la farine de pulpe, la farine de graines et la protéine de germe de caroube sont utilisés en alimentation humaine et animale.

Le caroubier est une excellente plante mellifère et pastorale: les feuilles et la pulpe des gousses ont des valeurs fourragères, respectivement, de 0,3 et 0,6 à 0,9 UF/kg de matière sèche.

On se sert aussi du caroubier pour lutter contre l'érosion des sols sur les versants en pente, comme brise-vent et comme arbre ornemental. Son bois est apprécié en ébénisterie et pour la fabrication du charbon. L'écorce et les racines sont employées dans le tannage (**Roose. E et al, 2010**).

D'après les expérimentations menées par l'INRF en 2011 pour quelques espèces d'arbres et arbustes fourragers, Le rendement moyen de caroubier est de 30 à 50 kg de gousses par arbre sauvage et 75 à 125 kg pour les espèces greffées. Sa Valeur fourragère est de 0.3 UF / kg de MS pour les Feuilles et de 1.15 UF/ kg de MS pour les Fruits.

1.2.4.2.4. Le Micocoulier de Provence (*Celtis australis* L.) ou Micocoulier du Midi est un arbre familial des régions tropicales ou tempérées. Il appartient à la famille des Ulmacées ou Cannabaceae. Le Micocoulier est un arbre d'ornement de feuillage caduc, apprécié dans le paysage méditerranéen. Il atteint 15 à 25 m dans son milieu d'origine (Europe du Sud et Asie mineure), moins dans les régions plus froides. Sa couronne est régulière et arrondie. Pour le Calendrier phonologique qui s'étale du mois d'avril au mois d'Octobre (La Floraison à avril et la Fructification du septembre -octobre). Il est cultivé pour ses feuilles de qualités fourragères intéressantes et ses fruits un peu fades et son bois (**photo n°22**). Ce dernier convient parfaitement à la confection de manches d'outils, ses branches remarquablement souples fournissent un matériau particulièrement adapté à la fabrication de manches de fouets, sticks, cannes et cravaches. Pour cet emploi, l'arbre est arrosé pour en accélérer la croissance (<http://www.wikipédia.com>).

Le feuillage pourrait servir de fourrage pour les animaux. D'après les études de l'INRF d'Algérie sur quelques espèces d'arbres et arbustes fourragers expérimentées, Les feuilles du micocoulier présentent des qualités fourragères intéressantes.

1.2.4.2.5. Prosopis juliflora Swartz D.C ou (*Mimosa juliflora* Swartz) de la famille de Leguminosae (Mimosaceae). Il s'agit d'un arbre de 12 à 15 m de hauteur, dont le fût court peut atteindre 1 m de diamètre (**photo n°23**). Il est doté de nombreuses épines de 1 à 5 cm de long. Ses feuilles sont alternes et biparipennées, avec un rachis portant deux ou trois paires de pinnules ayant chacune de 8 à 15 paires de folioles, sans foliole terminale. Les jeunes rameaux sont verts, et les fleurs jaune d'or sont disposées en petits épis cylindriques odorants. Les gousses, de 10 à 20 cm de long, contiennent une quinzaine de graines. L'enracinement est très profond, parfois jusqu'à 50 m; les racines latérales, très superficielles, s'éloignent souvent du tronc sur une vingtaine de mètres et captent l'humidité matinale. En conditions écologiques moyennes, sa croissance en hauteur varie de 50 à 60 cm par an pendant les dix premières années, pour diminuer ensuite et s'arrêter vers la quinzième année. La longévité dépasse fréquemment 100 ans (**Von Maydell, 1983; Jaouen, 1988**).

C'est une espèce originaire des zones sèches du nord de l'Amérique latine, de l'Amérique centrale, du Mexique et des Antilles. Elle est cultivée dans tous les tropiques et s'adapte très bien dans les zones sèches, grâce à son système racinaire pivotant. Elle supporte de fortes chaleurs, de faibles précipitations inférieures à 400 mm, ainsi que la salinité et la pauvreté des sols. Cette espèce préfère les sols sableux, mais craint les cuirasses latéritiques et les terrains mal drainés (**I.S.R.A, 1994**).

En Inde, *Prosopis juliflora* a été acclimaté dans des millions ha de superficies de terres des zones arides et semi-arides de Nord Ouest au Sud du pays affectées par la salinité et caractérisées par faibles précipitations (150-500 mm) et des températures maximales de 40-45 C° (**Anonyme, 2009**).

L'écartement à la plantation varie en fonction des pluies: de 10 × 10 m si les précipitations sont faibles à 5 × 5 m dans le cas contraire. *Prosopis juliflora* en peuplements non aménagés et non surveillés peut facilement devenir envahissants, surtout dans des zones sableuses où la nappe phréatique est près de la surface.

Ses feuilles et gousses constituent un bon fourrage. Quand les gousses sont moulues, la farine sert à l'alimentation humaine ou animale. L'espèce fournit un excellent bois de feu et charbon de bois et bois d'œuvre de carbonisation. Les fleurs sont très prisées par les abeilles et donnent un très bon miel. *P. juliflora* est souvent utilisé pour fixer les cordons dunaires très mobiles. Elle convient bien pour l'installation de haies et de clôtures. Cependant, plantée à forte densité, elle empêche la croissance de la strate herbacée en raison de la concurrence de son système racinaire traçant et du manque de lumière arrivant au sol. En médecine traditionnelle, l'écorce macérée sert d'antiseptique pour traiter les ulcères (**Von Maydell, 1983; Jaouen, 1988**).

Parmi les espèces d'arbres et arbustes fourragers qui ont été testées par l'INRF d'Algérie, on trouve *P. juliflora* Swartz D.C, une espèce qui produit régulièrement des gousses tous les ans, la production de gousses varie de quelques kg à 400 kg par arbre en fonction du type du sol, des précipitations ou de l'irrigation et des caractéristiques propres de chaque individu, la moyenne étant de l'ordre de 40 kg par arbre ce qui correspond à une production de 4 tonnes par hectare et par an pour une plantation de 100 arbres/ha.

1.2.4.2.6. Le févier d'Amérique (*Gleditsia triacanthos* L.) est une espèce nord-américaine dont l'aire de répartition s'étend aux Etats-Unis du Texas au sud jusqu'au Michigan et au Canada au nord. À l'ouest, son aire d'extension s'arrête au Kansas et au Nebraska. Il a été introduit en Europe vers 1700 où il est devenu courant dans les régions occidentale centrale et méridionale (<http://www.wikipédia.com>).

G. triacanthos L. (aussi appelé févier épineux, févier à trois épines, Carouge à miel ou Épine du Christ) est un grand arbre épineux à feuilles caduques originaire de l'est de l'Amérique du Nord, appartenant au genre *Gleditsia* et à la famille des Fabacées, ou Légumineuses.

L'arbre peut atteindre entre 120 et 150 ans et mesurer jusqu'à 25 mètres de haut. Sa cime irrégulière, étalée et ovale, porte un feuillage au couvert léger qui évoque celui du robinier faux-acacia (**photo n°24**).

Le tronc et les branches sont garnis d'épines très acérées mesurant jusqu'à 30 cm. Le bois du févier est particulièrement dense (densité supérieure à 1 quand il est vert) pour une croissance assez rapide.

Les feuilles sont alternes, paripennées, et mesurent entre 14 et 25 cm. l'espèce est dioïque et très mellifère. Les fleurs en grappes apparaissent en juin-juillet la période de la floraison ; la fructification débute en août jusqu'à fin octobre pour qu'elles donnent de longues gousses brunâtres aplaties persistantes à la pulpe sucrée et comestible. Ces gousses, portées par le pied femelle, atteignent 20 à 40 cm de long et contiennent 10 graines au plus ressemblant à des grains de café (7 à 10 mm) (**anonyme, 2013**).

Il apprécie les terrains alluviaux riches et humides même s'il supporte les terrains calcaires plus secs. Il arrive qu'on le plante dans les zones dégagées en vue de couper la force du vent.

Il peut résister facilement à des températures inférieures à -25°C°. Il exige des emplacements très lumineux et il lui est difficile de se développer sous un ombrage. Il est capable de supporter de fortes températures, notamment celle portées par le rayonnement solaire lorsqu'il atteint l'écorce du tronc. Le févier appartient ainsi au groupe d'arbre les plus résistants aux phénomènes « d'échaudure corticale » rencontrés sur les jeunes plantations. Les épisodes de sécheresse et de canicule le contrarient également un peu. Coté sol, il n'apprécie guère l'humidité et l'engorgement d'eau et ne supporte que des hydromorphies de courte durée et hivernale. Une terre sèche et légère lui convient et il est tolérable au terrain calcaire (**anonyme, 2010**).

Le févier d'Amérique est utilisé en Europe comme arbre d'ornement (surtout la variété ou cultivar "Inermis"). Il a un port majestueux, grâce à ses branches qui retombent en "drapé". On l'utilise par endroits pour faire des haies infranchissables, en profitant de ses épines.

D'autres usages de l'arbre résumés comme suit (<http://www.wikipédia.com>):

- utilisé pour faire des poteaux et des traverses de chemin de fer.
- Dans la fabrication de meubles pour son bois dur.
- utilisé comme bois de combustion en Afrique.
- Les gousses fraîches sont consommées par le bétail. On en extrait également des colorants utilisés dans l'industrie du textile. Dans la pharmacopée africaine (Afrique du Sud, Lesotho) la pulpe de fruit est employée pour traiter certaines maladies pulmonaires.
- Les graines torréfiées peuvent être utilisées pour faire un ersatz de café.

- Le feuillage est un excellent fourrage, riche en protéine qui supporte très bien l'ensilage. Le févier est parfois planté comme plante fourragère, pour être fauché au bout d'un an (Afrique, Amérique du Sud, Australie).

L'INRF en 2011 dans ses expérimentations sur les arbres et les arbustes fourragers a déduit que Le feuillage de cette espèce est un excellent fourrage, riche en protéine qui supporte très bien l'ensilage. La production est de 20 kg de gousses par arbre en moyenne. Les gousses sont recherchées par le bétail surtout les chèvres. Leur valeur énergétique est de 0.79 Unité fourragère (UF) par kg de matière sèche et 32 g de Matières Azotées Digestibles (MAD) par kg de matière sèche.



Photo n° 19 : Olivier de Bohème
(*Eleagnus angustifolia* L.)



Photo n° 20: luzerne arborescente
(*Medicago arborea* L.)



Photo n° 21 : Gousses de Caroubier
(*Ceratonia siliqua* L.)



Photo n° 22 : Le micocoulier
(*Celtis australis* L.)



Photo n° 23 : *Prosopis juliflora* Swartz
D.C.



Photo n° 24 : Le févier d'Amérique
(*Gleditsia triacanthos* L.)

1.2.4.2.7. Le Figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*) est une espèce de plante de la famille des *Cactaceae*, originaire du Mexique, qui s'est naturalisée dans d'autres continents, notamment le pourtour méditerranéen et en Afrique du Sud. Il produit un fruit comestible appelé figue de Barbarie. C'est une plante arborescente qui peut atteindre de 3 à 5 mètres de haut. Son organisation en cladodes, couramment appelés « raquettes », est particulière.

L'*Opuntia* est une espèce aux racines profondes et très étendues, en mesure d'exercer une action anti-érosive efficace en stabilisant les surfaces en pente (**photo n°25**). Afin d'exercer une action de lutte efficace contre l'érosion éolienne et le phénomène du mouvement des dunes de sable, la culture de l'*Opuntia* est souvent accompagnée de feuilles de palmier coupées pour couvrir le terrain (**IFAD, 2000**).

L'*Opuntia*, extrêmement adaptée aux milieux arides, est capable de produire de grandes quantités de biomasse végétale, même dans des conditions extrêmes.

Avec une pluviosité comprise entre 150 et 400 mm/an, en l'absence de fertilisation, l'*Opuntia ficus-indica* var. *inermis* peut produire, respectivement, de 20 à 100 t de raquettes/ha/an (**Monjauze et Le Houerou, 1965**).

L'*Opuntia* s'est bien adaptée à survivre dans les milieux difficiles des zones arides et, en particulier quand elle est associée à des techniques d'aridoculture, représente une bonne solution pour les éleveurs, qui l'exploitent comme fourrage pour les animaux dans les périodes critiques. De plus, elle joue un rôle important dans la sauvegarde des ressources naturelles, en contrôlant l'érosion des sols, en

particulier quand on la plante sur les versants des collines et aussi former des haies défensives contre le vent de sable et l'intrusion (Mulas. M, Mulas. G, 2004).

L'utilisation de l'*Opuntia*, comme plante fourragère, est connue depuis l'Antiquité dans les Pays du Maghreb (Tunisie, Algérie, Maroc) (Monjauze et Le Houerou, 1965)

De nombreuses *Opuntia* représentent une source alternative de fourrage valable, en particulier durant les périodes de sécheresse quand les autres espèces fourragères sont faibles (photo n°26). On admet des rendements de 20 à 80t/ha/an, selon les régions et les sols. Sa Valeur fourragère varie selon l'âge de la raquette: 0.6 UF par kg /MS pour une raquette de un an : 0.4 UF/kg de MS pour une raquette de deux ans et 0.2 UF/kg de MS pour une raquette de quatre ans (INRF, 2011).

L'*Opuntia* a d'autres apports socioéconomiques comme les utilisations thérapeutiques et cosmétiques.



Photo n° 25 : Plantation de Figurier de Barbarie (*Opuntia ficus indica* L.)



Photo n° 26 : Modalités d'utilisation de l'*Opuntia ficus-indica*.

1.2.4.2.8. *Atriplex halimus* et *Atriplex nummularia* sont des plantes du genre *Atriplex* se rencontrent dans la plupart des régions du globe. Elles appartiennent à la famille des *Chénopodiaceae*, et se caractérisent par leur grande diversité. Elles se présentent également caractéristique des régions arides où le phénomène de désertification prend des dimensions alarmantes (Le Houérou, 1992).

L'*Atriplex halimus* L. est un arbuste au port buissonnant natif d'Afrique du Nord où il est très abondant (Kinet *et al.*, 1998), originaire d'Afrique du Nord, s'est bien adaptée aux terrains salino-argileux et aux milieux caractérisés par des précipitations annuelles inférieures à 150 mm (Le Houérou, 1980). Il s'étend également aux zones littorales méditerranéennes de l'Europe et aux terres intérieures gypso-salines d'Espagne. *Atriplex halimus* L. est un arbuste fourragère autochtone qui tolère bien les conditions d'aridité (sécheresse, salinité,...) (Souayah *et al.*, 1998). C'est un arbuste halophile de 1 à 3 m de haut des steppes arides, important dans l'économie d'élevage des pays de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Bon réteneur des sols, cette plante a aussi une importance écologique.

Atriplex nummularia Lindl est un arbuste droit, permanent, originaire des zones arides et semi-arides de l'Australie. Il pousse dans les milieux où la pluviométrie moyenne annuelle est d'au moins 180 mm (Thornburg, 1982). Ses racines peuvent s'enfoncer dans le terrain à plus de 3 m et s'étendre jusqu'à 10 m (Jones, 1970).

➤ Les apports agro-écologiques et économiques de l'*Atriplex*

Les *Atriplex* sont des plantes halophytes dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques permettant la croissance et la reproduction dans un environnement salin. (Haddioui et Baaziz, 2006)

Dans les cas où l'*Atriplex* a été associée au système d'alley cropping avec de l'orge, de l'avoine ou de la luzerne, elle a joué un rôle important comme brise-vent, pour la protection du sol et la création d'un microclimat favorable, permettant aux autres espèces herbacées (céréales, maraîchères et fourragères) d'augmenter leur productivité (El Mzouri *et al.*, 2000) (photo n°27).

Si elle n'est pas broutée par le bétail, cette espèce peut atteindre 4 m de hauteur (**Négre, 1961**); de plus, elle appartient aux espèces d'*Atriplex* les plus appétibles pour le bétail dans les zones arides du Ouest Asiatique et Afrique du Nord (WANA) (**Tiedeman et Chouki, 1989**).

Rahmoune. C et al en 2004 dans une étude comparative sur trois espèces : autochtone *A. halimus* et deux autres espèces du même genre : *A. nummularia* et *A. canescens* d'origine australienne et américaine cultivés dans des plaines steppiques, au niveau d'une pépinière pastorale installée par le HCDS de Djelfa (Haut Commissariat de Développement de la Steppe) pour évaluer la valeur fourragère par estimation de matière sèche (MS) et matière azotée totale (MAT). Les résultats montrent que, d'une façon générale, *Atriplex halimus* paraît comme une espèce bien adaptée au milieu car elle assure un rendement en fourrage relativement stable, tout au long de l'année et dont les composantes sont, relativement, homogènes (MS et MAT) et que cette espèce est plus adaptée aux différentes contraintes climatiques (gelées du printemps et stress hydrique et salin en été) de la zone steppique.

Des essais menés en Arabie Saoudite ont montré que parmi les différentes espèces d'*Atriplex* utilisées, l'*Atriplex nummularia* produit la plus grande quantité de biomasse et contient un taux important de protéines brutes (16%) (**Hyder, 1981**). Abou El Nasr *et al.* (1996), au cours d'essais effectués en Egypte, ont obtenu des taux de protéines brutes égales à 12,7%, à 9,1% et à 11,8%, respectivement pour le fourrage, le foin et l'ensilage d'*Atriplex nummularia*. Par ailleurs, *Atriplex nummularia* a eu un effet positif sur le taux de croissance de la laine et du poids corporel des moutons nourris dans des conditions contrôlées (**photo n°28**).

De nombreuses études ont mis en évidence le fait qu'en associant la culture de l'orge aux arbustes fourragers appartenant au genre *Atriplex*, la production de céréales a augmenté de 25% (**Brandle, 1987**); de plus, le bétail peut éventuellement brouter les chaumes d'orge et les arbustes d'*Atriplex* en été et en automne.

La solution qui a donné les meilleurs résultats jusqu'à présent est la possibilité d'associer les cultures de céréales dominantes de cette région, comme l'orge, à des arbustes fourragers (*Atriplex*) qui, grâce à leur grande capacité de résister à la sécheresse, à l'action d'amélioration du sol exercée par l'apport d'une substance organique et à la capacité des racines de s'enfoncer dans le sol, ont eu des effets bénéfiques sur l'environnement et le rétablissement de la fertilité de l'écosystème. Les arbustes fourragers qui ont donné les meilleurs résultats sont ceux du genre *Atriplex*, en particulier *Atriplex halimus* et *Atriplex nummularia* (**Arif et al., 1994**).

L'utilisation d'*Atriplex nummularia* et *Atriplex halimus* comme fourrage, dans les milieux défavorables comme ceux du WANA (l'Asie Occidentale et l'Afrique du Nord), caractérisés par des précipitations basses et extrêmement variables, des températures élevées et des sols au taux de salinité élevé, a donné d'excellents résultats. Grâce à sa résistance et à sa rusticité, cette plante repousse vigoureusement même après avoir été coupée et broutée.

Actuellement, dans les régions de WANA, on consacre des milliers d'hectares à la culture d'arbustes fourragers associée aux techniques de conservation de l'eau (**Boulanouar et al., 2000; Nefzaoui et al., 2000a; Redjel et Buokheloua, 2000**).



Photo n°27 : Moutons qui se nourrissent d'*Atriplex nummularia*



Photo n°28 : Culture en bandes de l'*Atriplex nummularia* avec des céréales.

1.2.4. Les haies brise-vent : un système multifonctionnel à faire développer

1.2.4.1. Présentation de la pratique

Les haies brise-vent est définie, selon **Baumer (1997)** comme « *d'alignements étroits de végétaux, généralement ligneux, et le plus souvent de grande hauteur, normalement rectilignes, orientés perpendiculairement aux vents nuisibles dominants, qui protègent les terres cultivées, les pâturages, les voies de communication et les établissements humains du vent, ainsi que du sable et des poussières entraînées par le vent* »

Une autre définition des haies brise vent a été donnée par **Paquet. G et Jutras. J (2006)** « *des plantations constituées généralement d'une ou de plusieurs rangées d'arbres et d'arbustes disposés de façon à réduire les effets indésirables des vents forts. Actuellement, ce type d'aménagement est surtout utilisé en milieu agricole pour protéger les cultures et les bâtiments* ».

Les haies brise-vent se trouvent parmi les pratiques agroforestières les plus importantes et anciennes de l'Amérique du Nord (**Williams et coll., 1997**).

En outre, comme le mentionnent **Brandle et coll. (2000)**, les haies brise-vent jouent aussi un rôle important dans la gestion de l'accumulation de la neige dans les champs agricoles et au bord des routes publiques et privées. Nair (1993) affirme que les haies brise-vent donnent de plus grands avantages dans les régions caractérisées par des précipitations de neige élevées en hiver et dont les étés sont chauds, venteux et secs. Les haies brise-vent avec une porosité élevée (60 % et plus) peuvent aider à capturer l'humidité des précipitations hivernales en ralentissant le vent et en distribuant la neige dans le champ. Par contre, les haies ayant une porosité hivernale limitée (moins de 50 %) accumulent la neige entre 10 et 30 m en aval de la haie (**Vézina, 2005**). Ce type de haies est souvent implanté afin de limiter la présence de neige sur les routes et les chemins agricoles.

Dans les zones arides et semi-arides et sahariens d'Algérie, les exploitations agricoles (EAC-EAI et privée) ainsi que les périmètres agricoles anciens et nouveaux, créés dans le cadre des concessions et des APFA méritent une attention particulière nécessaire pour alléger les contraintes et sauvegarder la productivité des sols des différentes exploitations agricoles. Ces dernières ont la réputation d'être soumises à des vents forts et secs qui balayent quotidiennement la surface des paysages en l'absence d'obstacle topographique (relief, cas des zones arides et sahariennes) et de couvert végétal entraînant souvent des situations dramatiques de type ensablement des zones de culture et des routes etc (régions sahariennes et présahariennes)... Les travaux de recherches menés en zone semi aride à Mezlug et présaharien à Ourlal près de Biskra (**Zitouni A**) ont montré que l'efficacité d'un réseau de brise vent est fonction de plusieurs paramètres dont particulièrement l'orientation, la perméabilité, la hauteur et l'homogénéité.

De façon évidente, la haie protège des vents. Le brise-vent le plus efficace est semi-perméable: il « filtre » le vent en le ralentissant, au contraire du brise-vent imperméable qui, en détournant le vent à la manière d'un mur, crée des tourbillons sur quelques dizaines de mètres derrière lui. C'est pourquoi la

haie brise-vent est constituée d'un mélange d'espèces feuillues plutôt que de conifères (**Liagre F, 2006 et Soltner D, 1978**). Un bon brise-vent diminue de 50 à 75 % la vitesse du vent, sur une distance égale à 5 à 7 fois la hauteur de l'arbre ; il la réduit de 30 à 50 % jusqu'à une distance de 15 fois la hauteur de la haie (**Liagre F, 2006**).

1.2.4.2. Potentiel d'utilisation des haies brise-vent

Il existe une littérature abondante qui témoigne des avantages agro environnementaux et économiques des brise-vent en agriculture, que ce soit pour réduire l'érosion éolienne des sols, augmenter les rendements des cultures et pour protéger les bâtiments, les animaux et les routes et l'embellissement des paysages ou produire de produits supplémentaires destinées aux ménages et aux animaux (fruit, fourrage, bois de chauffe etc..).

1.2.4.2.1. Intérêts environnementaux et agronomiques du système haie brise-vent

Les brise-vent contribuent à diminuer les conflits entre agriculteurs et entre agriculteurs et éleveurs de par la matérialisation inamovible des limites entre les parcelles et de par leur protection des cultures contre la divagation des animaux.

Les brise-vent agissent sur deux facteurs qui influencent grandement l'érosion éolienne: la vitesse du vent et la teneur en eau du sol. En réduisant la vitesse du vent et les pertes d'eau par évaporation (**Guyot, 1989**), le brise-vent réduira de façon marquée les pertes de sol.

Les brise-vent peuvent augmenter les rendements de différents types de culture. Ces augmentations de rendements s'expliquent par la réduction des dégâts mécaniques causés aux feuilles, aux fleurs et aux fruits, par une meilleure pollinisation (Lewis et Smith, 1969) et par une augmentation de la température de l'air durant le jour.

Les brise-vent peuvent diminuer les bris occasionnés aux bâtiments par les vents violents et les accumulations de neige. On les utilise également pour diminuer le stress et les besoins alimentaires des animaux d'élevage (Hintz, 1983).

Les brise-vent contribuent à augmenter la sécurité sur les routes en réduisant la poudrierie et les accumulations de neige. Au Québec, la plupart des routes orientées du nord au sud, qui sont exposées aux grands vents, bénéficieraient de la protection offerte par des brise-vent.

Leur nom est dans un certain sens mystifiant car leurs fonctions vont au-delà de limiter l'érosion éolienne et de protéger les cultures et les animaux du vent. Selon **Wight et Townsend (1994, cités par Ouellet, 1999)**, elles améliorent la pollinisation de certaines cultures, elles offrent un abri pour le bétail et elles améliorent l'efficacité de l'irrigation.

Sur le plan faunique, ils maintiennent de la biodiversité naturelle et agricole par ces structures végétales qui contribuent à la formation de nouveaux habitats qui seront utilisés au fil des ans par différentes espèces d'oiseaux, de mammifères, d'amphibiens et de reptiles. (**Gilles Paquet et Jacques Jutras, 2006**).

Les haies brise-vent améliorent le cadre de vie des ruraux en réduisant le volume des poussières en suspension dans l'air et en atténuant les bruits en provenance des routes ou reliés à des pratiques agricoles (Wight, 1988). De plus, elles valorisent et embellissent le rang, la ferme et la campagne.

Dans l'Amérique du Nord au Canada, plusieurs expériences menées par Jacobson (1997), Hommond et al, (1981), Tyndall et Colletti (2000) et André Véziné (1994, 2000) pour étudier l'effet des aménagements de bandes boisées pour réduire les odeurs émanant des bâtiments d'élevage.

Le processus d'émission des odeurs expulsés à l'extérieur des bâtiments d'élevage peut être divisé en deux voies : les émissions gazeuses et les émissions d'aérosols (particules très fines en suspension dans l'air). Ces dernières ont un impact instantané et à court-terme alors que les émissions gazeuses ont des impacts plus subtils (Jacobson, 1997) qui contribuent, à plus long-terme, à la dégradation de l'environnement.

Les haies brise-vent peuvent agir de quatre façons pour réduire les odeurs émanant des bâtiments d'élevage des animaux (**Tyndall et Colletti, 2000 cité par André Véziné, 1994**) :

- Dilution dans la base atmosphère des concentrations de gaz responsable des odeurs ;
- Dépôt des poussières et des aérosols ;
- Interception des poussières et des autres aérosols ;
- Absorption des composés chimiques responsables des odeurs.

1.2.4.2.2. Intérêts socio-économiques des haies brise-vent : produire plus du bois

En plus des atouts agro environnementaux des haies brise-vent dans le rôle potentiel dans l'embellissement du paysage et la protection des cultures du vent, d'autres intérêts économiques dont la production de bois de haute qualité.

En effet l'application de la technique des brise-vent assurera de meilleurs rendements et permettra une amélioration des conditions de vie des populations locales en produits supplémentaires destinés aux ménages et aux animaux (fourrage, fruit, bois de chauffe etc...). Conscient de la fragilité des exploitations agricoles, de l'utilité des brise-vent et de leur impact positif sur les cultures et l'environnement (**INRF, 2012**).

Longtemps considérés comme des installations de protection et de récréation, les brise-vent jouent aujourd'hui un rôle alimentaire dans un certain nombre de pays. En plus de la protection qu'ils offrent, les brise-vent abritent des produits forestiers non ligneux (PFNL) et des animaux pour la chasse et l'observation (**Burel et Baudry, 1995**)

Dans la plupart des pays d'Afrique, l'arbre avec ses produits ligneux et non ligneux a toujours été intégré dans la vie socio-économique des populations. Les brise-vent procurent beaucoup de services aux populations à savoir du bois de chauffage, du bois de service, du bois d'œuvre, des feuilles et des graines pour l'alimentation du bétail, des médicaments, etc (**Diatta Marone, 2010**).

Les brise-vent contribuent à diminuer les conflits entre agriculteurs et entre agriculteurs et éleveurs de par la matérialisation inamovible des limites entre les parcelles et de par leur protection des cultures contre la divagation des animaux (**Diatta Marone, 2010**).

1.2.4.3. Identification des espèces à introduire

1.2.4.3.1. Le cyprès vert *Cupressus sempervirens* (ou cyprès méditerranéen) appartient à la famille des pinacées et à la sous famille des cupressacées. Il se rencontre spontanément dans toutes les zones basses du pourtour de bassin méditerranéen (Algérie, Maroc, Tunisie France mais également en Italie en Espagne), à moins de 500 mètres d'altitude. On les trouve souvent en limites de zones agricoles ou en alignement dans les parcs ou les propriétés, où leur forme particulière en fuseau marque les paysages (**CRPF Languedoc-Roussillon, 2007**).

C'est une essence xérophile, car c'est un arbre robuste susceptible de s'adapter à des conditions physiques très sévères (**Yahiaoui. F, 2010**). C'est une essence exigeante en chaleur, qui craint les grands froids. Elle est, par contre, très plastique du point de vue des exigences édaphiques et se rencontre à la fois sur des sols acides ou calcaires. Cette essence préfère les sols profonds et drainants (dominante sableuse ou limoneuse), elle supporte peu les terres argileuses et mal trop gorgées d'eau. Néanmoins, le cyprès vert tolère les sols superficiels (moins de 50 cm, voire 30 cm) et caillouteux, pour peu qu'ils soient fissurés (enracinement puissant et pivotant) (**CRPF Languedoc-Roussillon, 2007**).

En effet, le cyprès est un arbre qui n'a pas d'exigence pluviométrique et peut se contenter de 250 à 350 mm. Du point de vue thermique, il ne supporte pas les températures inférieures à 10°C (**Yahiaoui. F, 2010**), il résiste aux sécheresses estivales (mais sa croissance s'en ressent) Il craint peu le vent, surtout dans sa forme fuselée, mais cela crée une irrégularité dans les cernes de croissance (bois de « tension »).

C'est un arbre qui peut atteindre 40 m de hauteur, il est très ramifié; ces ramifications sont denses, le tronc peut dépasser 1m de diamètre, les rameaux jeunes sont rougeâtres et les rameaux âgés sont gris brun. Il est caractérisé par ses cônes sphériques écailleux, gros comme une noix. Il fructifie abondamment mais irrégulièrement, son enracinement le fixe solidement au sol (**Yahiaoui, F, 2010**).

En définitive, c'est un arbre au tempérament vigoureux et rustique.

Le cyprès est une essence intéressante par son bois qui est d'excellente qualité, par sa rusticité, par son rôle multifonctionnel (brise-vent pour protéger les cultures et les animaux) et sa faculté de s'adapter aux sols et aux conditions climatiques les plus défavorables, c'est donc un système agroforestier et un élément de reboisement les plus précieux pour notre pays (**Yahiaoui, F, 2010**).

En Algérie cette essence d'arbre a de multiples fonctions agro-environnementales et économiques :

- utiliser comme haies brise-vent pour protéger les cultures contre les vents desséchants (cas les vergers arboricoles dans les grands périmètres irrigués - Mina, Habra et Sig) et pour identifier et délimiter les propriétés agricoles (**Photo n°29**). Aussi pour l'embellissement des paysages ruraux. Les cyprès verts abritent aussi des oiseaux ;

- coté économique, elle assure les produits ligneux : bois d'œuvre (pièces de charpente de petite taille et des éléments de menuiserie) et bois de chauffage ;

La densité de plantation préconisée en agroforesterie peut être celle visée en production finale car le comportement de cette essence est relativement régulier et homogène. On peut donc installer 100 à 200 tiges/ha, suivant les projets. L'arbre produit 0,5 – 1,2 cm/an sur le diamètre du bois et par arbre 2 - 3 m³/ha/an (200 tiges/ha) (**CRPF Languedoc-Roussillon, 2007**).

Le cyprès vert a une tendance à développer des branches basses, très nombreuses et vigoureuses. Les tailles et élagages doivent donc être réalisés très rapidement et elles doivent être régulières (également pour diminuer la gêne agricole).

1.2.4.3.2. Le Filao (*Casuarina equisetifolia*) est un arbre originaire de : Australie, Indonésie, Nouvelle-Calédonie, Malaisie de la famille des Casuarinacées Son nom latin *Casuarina* signifie "rameau" car on peut confondre sa feuille filaire avec un rameau. De là découle aussi le nom Casoar. Le feuillage de *Casuarina equisetifolia* ressemble au plumage du Casoar.

Il peut atteindre plus de trente mètres de hauteur (40 m, espèce la plus haute des Filaos) pour les vieux spécimens. Son tronc est droit avec une écorce grise. Ses rameaux cannelés en forme de fils de 2 mm d'épaisseur ressemblent à des prêles. Feuillage persistant. Aiguilles fines de 15-20 cm de long, implantées individuellement. Fruit : en forme de cône rond et épineux, de 1-2 cm de diamètre, contenant des akènes. Le filao est un arbre pionnier, capable de coloniser des sols très pauvres en éléments minéraux et salins (<http://www.wikipédia.com>).

Dans le cadre de PNDA et la modernisation des exploitations agricoles et le renouvellement des plantations arboricoles, la majorité des agriculteurs préfèrent la plantation l'essence de *Casuarina* comme haies brise-vent vu sa Croissance rapide (usuellement 1m par an) (**Photo n°30**).

Le Filao (*Casuarina equisetifolia*) est un arbre fixateur d'azote. Actuellement, il est introduit dans tout le monde intertropical (Afrique, Asie, Amérique) où ses usages s sont multiples: réalisation de brise-vent, production de bois de chauffe, fixation et restauration de sols dégradés (**M. Cisse et F.Gourbiere, 1993**).

C. equisetifolia est très résistant à la sécheresse et aux ambiances salines, il est planté comme brise-vents en bord de mer sous les tropiques (**M. Cisse et F.Gourbiere, 1993**). Ses racines possèdent des nodules fixateurs d'azote vit en symbiose avec une actinobactérie filamenteuse du genre Frankia; celle-ci évolue sous forme de filaments rayonnants, au niveau du système racinaire, pompant l'azote atmosphérique de l'air pour enrichir le sol. Cette symbiose permet au filao de s'installer de façon pionnière. Ses aiguilles abondantes peuvent être utilisées comme combustible pour le fumage artisanal du poisson ou comme compost dans le maraîchage et l'horticulture.

Le bois est dur, lourd, difficile à scier, se fissurant à la sécheresse le rend impropre à l'usage, sauf brut, comme poteau. Il est aussi connu un bon bois de chauffage ([//www.lesarbres.fr/filao](http://www.lesarbres.fr/filao)). "En raison de sa dureté, le bois de *C. equisetifolia* fait partie des "bois de fer" C'est aussi un des meilleur bois de chauffage. Il a été appelé «le meilleur bois de chauffage dans le monde» et produit également du charbon de haute qualité. Cet arbre est aussi couramment utilisé comme coupe-vent ou pour fixer les dunes de sable ([//www.fleurs-fruits-feuilles-de.com/C.equisetifolia](http://www.fleurs-fruits-feuilles-de.com/C.equisetifolia)).

C. equisetifolia est planté pour (Thomas F. Geary, 1990):

- Le Contrôle de l'érosion: Comme il est tolérant au sel et pousse dans le sable, *C. equisetifolia* est utilisé pour contrôler l'érosion le long des côtes, les estuaires, les berges et les cours d'eau.
- L'Ornement: cultivé comme ornement le long des rues et des plages. L'enrichissement du sol : donne d'importantes quantités de fumier de feuille verte et d'autres produits.
- Un élément de système agroforestier pour les zones arides et semi-arides. Des expériences à Prabhunagar, en Inde, ont montré que les arbres d'agrumes grandissent mieux sous *C. equisetifolia* que dans les peuplements purs.

Le choix de l'espèce *C. equisetifolia* dans les pays de l'Afrique d'ouest comme le Sénégal devrait tenir compte de quatre facteurs (Roy-Noel, 1974) :

- la proximité de la mer et l'influence des embruns salés,
- la présence des vents,
- les risques d'ensablement ou de déchaussement des arbres,
- la pauvreté des sols sableux.

1.2.4.3.3. Le *Zizyphus lotus* (jujubier), Le jujubier sauvage ou jujubier de Berbérie est un arbuste fruitier sous forme de buisson ne dépassant pas 2.5 m à rameaux flexueux (Photo n°31), très épineux gris blanc poussant en zigzag (Claudine, 2007) appartenant à la famille des Rhamnacées (Rsaissi et Bouchache, 2002). Communément appelé en Afrique du Nord " Sedra" . Il forme des touffes de quelques mètres de diamètres pouvant atteindre 2m de haut. Elle est réputée en médecine traditionnelle algérienne (Djemai Zoughlache . S, 2009).

L'aire de répartition du *Zizyphus lotus* L. s'étale sur tout le Nord du Maghreb (Quezel, and Santa, 1963). *Zizyphus lotus* L. est très répandu dans les régions arides d'Algérie du Sud, Ain Ouessara et Maessad (willaya de Djelfa) à climat aride et Taghit wilaya de Bechar au climat saharien (Mounni . S, 2008).

Les espèces de *Zizyphus* ont plusieurs caractéristiques physiologiques et morphologiques qui peuvent contribuer à leurs capacités à s'adapter aux environnements arides (Waston *et al.*, 1992; Punt *et al.*, 2003).

Le *Zizyphus lotus* est utilisé comme porte-greffe du *Zizyphus jujuba* ou en buisson épineux pour former des haies défensives. Il est bien adapté à son milieu naturel, notamment son système de racines capable d'aller chercher l'eau à plus de 50 m de profondeur. Il supporte des conditions sévères de sécheresse, de vent et d'ensoleillement.

Le jujubier est peu exigeant en eau. Cet arbrisseau a une croissance très lente et commence à porter des fruits vers l'âge de 4 ans. Ils peuvent continuer à paraître vers 20 à 25 ans (Bonnet, 2001).

Ses feuilles sont courtement pétiolées, glabres, caduques alternées et ovales à marges entières. Chaque feuille porte à sa base deux stipules transformées en épine inégale et vulnérable. Les fleurs sont jaunes, pentamères et groupées en inflorescence cymeuses. Les fruits sont des drupes à noyaux soudés, l'endocarpe mucilagineux appelé jujube lotus " Nbeg" qui se consomment en sur-maturité en septembre-octobre. (Rsaissi et Bouchache, 2002).

Les recherches sur l'utilisation des composants du jujubier lotus et de son fruit, notamment les anti-oxydants, se multiplient en Afrique du Nord, en particulier en Algérie, Tunisie et en Libye (**Benammar Chahid, 2011**).

Zizyphus lotus L. est une plante médicinale utilisée dans la médecine traditionnelle de nombreux pays comme sédatif, analgésique, tonique et anti-inflammatoire (**Claudine, 2007 ;Mounni, 2008, Ghedira, 1994**).

Plusieurs parties de *Zizyphus* ont été utilisés par la médecine traditionnelle et ancestrale, à la fois en Afrique du Nord et Moyen-Orient, pour le traitement de plusieurs pathologies, y compris les troubles digestifs, faiblesse, problèmes de foie, l'obésité, les troubles urinaires, diabète, infections de la peau, la fièvre, la diarrhée et insomnie. *Zizyphus lotus* L. (Desf.) est utilisée en médecine traditionnelle algérienne pour son anti-diabétique, sédatif et activités hypoglycémiques (**Benammar. Ch et al, 2010**).

Vu sa rusticité et s'adaptation aux conditions pédoclimatiques des zones arides et semi-aride de l'Algérie, cette essence on peut l'introduire en association avec les systèmes de culture et/ou d'élevage pour régénérer les atouts agro-environnementaux (haies brise-vent..ect) et socio-économiques (diversification des produits : fruits, bois de chauffage, fourrage), des revenus supplémentaires pour les ménages et aussi des bienfaits phytothérapeutiques.

1.2.4.3.4. Balanites aegyptiaca D, appelé « le dattier du désert » c'est un arbre très rameux et épineux (épines jusqu'à 7cm de long), allant jusqu'à 8 mètres de haut, à ramification importante et complexe. Il connaît différents usages alimentaires et médicinaux. Sa répartition s'étend de l'Algérie au Zimbabwe, en passant par le Tchad (**photo n°32**). Le *Balanites* se trouve aussi au Moyen Orient (Arabie Saoudite). L'écorce est striée, les feuilles sont caduques, alternes, bi folioles et d'environ 5cm de long et 4cm de large. Les branches sont nombreuses, très ramifiées, avec des épines droites de 2-7 cm. Les branches secondaires jeunes sont vertes, pubescentes et portent aussi des épines (<http://www.burkinafaso-cotedazur.org>).

Les fruits sont des drupes charnue de 1 à 2,5 cm de long, de forme ovale oblongue, de surface soyeuse-pubescente et de couleur verdâtre-blanchâtre, à l'intérieur de laquelle il n'y a qu'une seule graine. Le dattier du désert fleurit de mars à mai et fructifie de juillet à octobre. Cet arbre donne des fruits brun-verdâtre à jaune à maturité (au bout de 5 à 8 ans) Un arbre peut donner jusqu'à 125 kg de fruits mûrs (**Orwa C, and al. 2009**).

Cet arbre est doté d'un double régime racinaire : des racines en surface qui captent l'eau dès qu'elle tombe et des racines en profondeur, qui vont jusqu'à 7 mètres pour puiser l'eau. L'arbre est donc particulièrement résistant à la sécheresse (**anonyme, 2014**).

Comme la plupart des plantes de milieux semi-arides, *B. aegyptiaca* présente différentes adaptations morphologiques à la sécheresse. Ces adaptations sont ici particulièrement variées : pubescence, sclérisation, feuilles coriaces, rameaux chlorophylliens assimilateurs réduit à l'état d'épines, système racinaire double. Ceci explique sa grande résistance aux sécheresses, l'individu pouvant survivre jusqu'à deux ans en l'absence de précipitations (<http://www.wikipedia.com>). Il est généralement adapté aux conditions climatiques rudes du Sahel et l'arbre fructifie même en année sèche. *B. aegyptiaca* est aujourd'hui une espèce utilisée dans le cadre du projet « La Grande Muraille Verte » pour le reverdissement du Sahel (**anonyme, 2014**).

Il pousse bien en sol sablonneux (sables profonds), limons argileux de sable, limons ou des argiles sableuses sur tout type de géomorphologie : dépressions, fond des vallées, plaines, et même montagnes (**Orwa C, and al. 2009**).

Concernant les apports agro-écologiques de cet arbre, on cite (**Orwa C, and al. 2009**) :

- Les feuilles sèches tombées, les fleurs et les fruits considérés comme excellent pâturage, très appétant. Des études ont été réalisées en vue d'augmenter cet usage dans l'alimentation du bétail.
- Utilisé comme une haie brise-vent défensive contre les vents de sable desséchants (Les boutures forment des clôtures vivantes) Le comportement général persistant rend potentiellement *B. aegyptiaca* un élément attrayant à introduire dans les brise-vent.
- Création un ombrage pour l'homme et l'animal.

Pour les apports socio-économique, Le dattier du désert a des usages : alimentaire (Le fruit et les feuilles entrent dans l'alimentation des populations locales et le bétail) et médicinal (Les fruits peuvent être utilisés à des fins médicinaux (soigner affection hépatiques et la rate, tuer les mollusques porteurs de schistosome). Son bois est utilisé dans le chauffage et sert à fabriquer des outils (manche) (anonyme, 2014).

1.2.4.3.5. Retama raetam (Forssk.) Webb, les rétames sont des légumineuses arbustives, possédant à la fois des intérêts et écologiques, économique et pharmacologiques caractérisés par une distribution géographique très diversifiée en partant des pourtours de la côte méditerranéenne jusqu'aux régions semi-arides et arides, ils représentent un moyen naturel de lutte contre la désertification. Qualifiées de plantes fixatrices de dunes, leur nom en arabes (R'tem) ou (retam) (Zohary, 1962 ; Shallaby et al; 1972).

Rétama raetam c'est un arbuste saharien de 1 à 3,5 m de hauteur à rameaux veloutés, fleurs blanches de 8-10 mm, étendard égalant la carène ou plus long, gousse non dilatée sur sa nature ventrale contenant une petite graine (Quezel et Santa, 1962) (Photo n°33).

Les rétames ont une grande capacité symbiotique, faisant partie de la famille des légumineuses, leurs racines se terminent par de petits renflements qu'on appelle nodules ou nodosités, qui abritent une faune microbienne très diversifiée, cette association symbiotique leurs permet de fixer l'azote atmosphérique et de le convertir en azote organique assimilable (NO_3^-). Les rétames jouent ainsi un rôle important dans le cycle du nitrogène.

➤ Intérêt écologique

Les rétames jouent un rôle très important dans le maintien de l'équilibre des milieux naturels et des écosystèmes, reconnues comme étant des plantes des zones arides et semi arides. Ils s'adaptent aux conditions les plus extrêmes de sécheresse et de salinité grâce à leur morphologie et leur structure xéromorphique.

Les rétames sont des espèces fixatrices de dunes, grâce à leur système racinaire très développé, selon (Zohary, 1961), les racines de *Rétama raetam* pénètrent jusqu'à 20m de profondeur dans le sol.

D'après Farchichi.A ; 1997, *Rétama raetam* grâce à son potentiel germinatif élevé, sa tolérance au stress hydrique et son mode de ramification radulaire, peut être considéré comme une espèce pionnière apte à coloniser les cordons dunaires, son utilisation dans les opérations de revégétation de ces milieux fragiles est recommandable.

Grace à leur très grande capacité symbiotique, les rétames contribuent à la bio-auto fertilisation des sols salins et pauvres, et jouent un rôle important dans le cycle de l'azote.

Les rétames sont aussi des plantes ornementales en raison de leurs multiples fleurs odorantes.

➤ Intérêt économique, industriel et pharmacologique:

Les rétames sont considérés comme un excellent fourrage, de plus leur bois est utilisé en chauffage. Ils sont riches en fibre, dont la longueur moyenne atteint 1,93mm (Bahi, 1991), ils pourraient donc être valorisés dans l'industrie papetière.

Selon (Unesco, 1995) *Rétama* a été répertorié comme étant plante médicinale des régions arides.

1.2.4.3.6. Tamarix aphylla ou *Tamarix articulata*, est un genre d'arbustes ou de petits arbres à tronc robuste souvent ramifié dès la base qui appartenant à la famille des Tamaricacées. Il est fréquent dans les régions méditerranéennes, où il peut être spontané ou cultivé (**Photo n°34**). A port houppier en boule et feuillage caduc, ses petites feuilles alternes et écailleuses sont semblables à celles de certains conifères, disposées en hélice autour du rameau, de couleur vert clair. De 1 à 4 mm. Les branches de *Tamarix* sont souples et arquées après avoir supporté la floraison.. Tronc lisse dans les premières années, de couleur brun rougeâtre et écorce brune, écaillée. Le fruit est une petite capsule triangulaire contenant des graines à poils (**Crins, W.J. 1989**).

Le genre *Tamarix* est représenté par des espèces phreatophytes facultatives et généralement halophytes. Originaire des régions d'Europe, de la Méditerranée, de l'Afrique du Nord, du Sahara et de l'Asie. (**Nelroy E. Jackson, 1996**).

Le *tamarix* est un arbre des étages arides et Saharien ; il pousse sur tous les types de sol et supporte les eaux fortement salées. Il se développe et se multiplie facilement, il forme parfois des formations forestières basses. Adapté à des conditions climatiques extrêmes, le *tamarix* se développe sous une tranche pluviométrique inférieure à 200 mm de pluie par an. Très résistant à la sécheresse, il colonise parfaitement les sols sableux grâce à son système racinaire superficiel très développé et pivotant allant en profondeur à la recherche de l'humidité. Prospérant dans les étages bioclimatiques arides et Saharien, le *tamarix* est indifférent à la nature du sol, il rejette de souche abondamment et se régénère facilement par semis dans les zones où l'impact de l'homme et de l'animal sont absents (**Hadj Allal F. Z, 2014**).

Le *tamarix* a besoin d'une terre ordinaire, légère. Une terre sèche lui convient avec une exposition ensoleillée. Il supporte les environnements salins. La plantation des *Tamaris* se fait soit à l'automne, soit au printemps.

Les tamarix sont des arbustes rustiques, qui peuvent supporter des températures descendant en dessous de - 20°C. Ils poussent sur des sols ordinaires, légers et plutôt secs. Ils se plaisent également en bord de mer, où on les rencontre souvent, du fait de leur bonne résistance aux environnements salés et aux vents.

Cette essence est utilisée pour les boisements des terres arides, les lits d'oueds desséchés, talus. Elle joue un rôle remarquable dans la fixation des dunes continentales et marines aussi bien que dans la consolidation des berges. Elle est également utilisée dans le boisement des terrains plus ou moins salés et quelquefois à titre ornementale. Ainsi, le tamarix peut être utilisé dans une haie brise vent. Le grand intérêt du tamarix réside dans sa floraison abondante.

Des essais menés en Inde pour étudier l'adaptation des arbres forestiers et fruitiers sur un sol très alcalin (pH > 10) dans les zones à faible pluviométrie et l'irrigation avec des eaux de qualité médiocre (taux de salinité élevé ECIW 8-10 dS / m), sur 30 espèces forestières d'arbres dont 15 souches de *Prosopis* et 10 espèces d'autres d'arbres de *Tamarix* et *Acacia*, les résultats ont montré que après 7 années d'expérimentation, *Prosopis juliflora*, *Tamarix articulata*, et *Acacia nilotica* ont été trouvés comme des espèces les plus appropriées d'arbres adaptées à ces conditions pédoclimatiques (**J.C. Dagar and O.S. Tomar, 2002**).



photo n°29 : Plantation du cyprès vert comme brise-vent (**enquête ASE, la plaine de Mina**)



Photo n°30 : Plantation de *Casuarina equisetifolia* L. comme brise-vent (**enquête ASE, la plaine de Mina**)



Photo n°31 : Le *Zizyphus lotus* (jujubier)- **enquête ASE, la plaine de Mina**)



Photo n°32 : *Balanites aegyptiaca* D , près de Melfi, Tchad



Photo n°33: *Retama raetam* (Forssk.) Webb Compiled by S. Benhouhou



Photo n°34 : *Tamarix aphylla* (L.) Karst. Compiled by S. Benhouhou

1.3. Modèles de projets d'aménagement en système agroforestier

Il est important de souligner que la mise en place d'agroforesterie dans une exploitation agricole est fortement conditionnée à la volonté de l'exploitant (agriculteur) d'accepter un projet agroforestier et à la compatibilité avec les caractéristiques de fonctionnement, de production et de faisabilité de l'exploitation.

Au cours de notre étude agro socio-économique (ASE) dans le cadre d'aménagement de la zone d'étude en système agroforestier et l'entretien avec les agriculteurs ciblés, Il en ressort que 07 exploitations agricoles dont 03 en système agrosylvicole et 04 en système sylvopastoral-agrosylvopastoral) et que leurs occupants sont intéressés et favorables à l'adoption d'un projet associant les arbres avec les cultures et/ou les animaux dont l'objectif principal est la volonté de maintien de la fertilité du sol (en récupérant et valorisant les sols dégradés par la salinité), amélioration de la qualité des eaux, pour augmenter les rendements des cultures et diversification des productions ligneux et agricoles.

1.3.1. Modèles de projets d'aménagement en agrosylviculture (SCI)

1.3.1. 1. Présentation des exploitations agricoles

Trois exploitations sont choisies pour en mettre en système agroforestiers « agrisylviculture ».

Les exploitations : EAC n°07 ex DAS Bouamoud (17 ha) située dans la commune de Relizane et EAC n°10 ex DAS Haouas (18,5 ha) et EAC n°10 ex DAS Haouas (15 ha) sont situées dans la commune de Oued Djmaa. La première parcelle est cultivée en culture d'artichaut, les autres parcelles sont cultivées respectivement en céréales à paille et en pomme de terre.

Les terres sont constituées d'apports alluviaux caractérisés par des terres à structure fine (argile-limon) profonds. Tendance à la battance.

Les sols présentent le plus souvent un taux moyen à faible de teneur en MO (parcelle n°01 : un taux de 1,05% de MO et les parcelles n°02 et 03 de 2 à 3,7% de Mo) qui décroît avec la profondeur pour devenir négligeable. Le taux de calcaire est moyen pour les parcelles (13 à 17% de calcaire

totale). Le pH est généralement voisin de la neutralité à légèrement alcalin (7,6 à 8,1) (**voir Annexe**). Concernant l'aptitude culturale vis à vis de la salinité, on peut planter dans ces parcelles agricoles les végétaux (cultures et arbres) qui présentent une faible à moyenne tolérance aux taux de salinité (1,3 à 6 dS/m - cultures moyennement sensible à moyennement tolérantes à la salinité).

La dotation en eau d'irrigation est assurée par les eaux du barrage de Sidi M'hamed Benaouda alimentant le grand périmètre irrigué de la Mina.

1.3.1.2. Description du projet

Actuellement, les sols sont peu dégradés (effet de salinité et déclin de la fertilité du sol) : sol tassés, salinisés. Les taux de MO sont faibles à moyens. Cette dégradation des sols s'est traduite par une baisse de la rétention en eau et en éléments nutritifs.

Le paysage de la plaine de la Mina est quasi dépourvu d'éléments arborés (surtout dans les systèmes de cultures pures « Grande cultures et maraîchage »).

L'agroforesterie permet d'initier un processus de régénération du milieu agricole, pour recréer une fertilité durable des sols : régénération des sols (récupération et valorisation des sols dégradés par la salinité), protection des ressources naturelles, amélioration des niveaux de biodiversité...

Cet objectif inclut également des aspects de diversification des productions (maraîchage, grandes cultures, arboriculture et bois), biodiversité, paysagers et cynégétiques en lien avec la valorisation territoriale de l'ensemble du domaine familial des paysans.

a) Les objectifs du projet d'aménagement

- tirer profit des interactions entre les arbres et les cultures : régénération des sols en maintient leur fertilité, amélioration de la qualité des ressources en eau (salinité), biodiversité
- Diversification des produits ligneux et agricoles (bois, fruits, légumes et miel)
- Embellissement des paysages agricoles
- Améliorer le confort climatique des cultures (atténuer le stress hydrique et l'évapotranspiration)
- Favoriser la présence d'auxiliaires
- Contribuer à Stocker du carbone (par le biais de la litière et la biomasse aérienne et souterraine de l'arbre).

b) Les densités choisies

L'écartement des lignes d'arbres se raisonne en fonction du matériel agricole utilisé et en fonction des rampes des différents engins utilisés (mécanisation). Aussi, un écartement de 10-15 m correspond à la largeur de travail utilisée sur l'exploitation. On peut augmenter les écartements plus de 15 m pour éviter l'excès d'ombre des arbres sur les cultures.

Un espacement de 7 m entre les arbres est celui préconisé dans le cadre de plantations agroforestières. Selon les travaux menés par l'INRA de Montpellier, c'est la distance optimale pour concilier une bonne croissance des arbres et assurer une production de bois de qualité, limiter la concurrence des arbres sur les cultures, et des arbres entre eux.

c) L'orientation des lignes

En agroforesterie, on essaie de privilégier un alignement des arbres selon un axe nord/sud, pour avoir une homogénéité de l'ombre projetée sur la parcelle. Avec des alignements est/ouest, des écarts de 20 à 30% d'éclairement sur la culture peuvent être observés (travaux INRA), entraînant généralement des décalages de maturité de une à deux semaines sur les cultures selon les zones de la parcelle.

d) Les essences

Les essences d'arbres seront locales (indigènes) ou introduites (exotiques), adaptées aux conditions pédoclimatiques de la zone d'étude.

En agroforesterie, on privilégie les essences de feuillus pour fournir du bois (d'œuvre et énergie) comme le noyer et le merisier ou résineuses dans le cas des haies brise-vent (cyprès et casuarina). On utilisera parfois des essences croissance plus rapide (le robinier). La plantation de fruitiers permettra également de diversifier les productions (fruits et bois). Aussi des essences qui fixent l'azote symbiotiquement (essences arbres et d'arbustes légumineux).

Les modèles de projets d'aménagement en ce système agroforestier « agrosylviculture » (**fig n°32**) comporteront donc une diversité d'essences importante:

- **espèces d'arbres agroforestiers** : robinier faux acacia, arbres fruitiers (olivier, grenadier, figuier, rosacées, jujubier et caroubier)

- **espèces d'arbres de haies brise-vent** : Les brise-vent performant doivent être composés de plusieurs niveaux ;

- Arbres à haut jet
- Arbres en cépée ou arbres intermédiaires qui peuvent être des grands arbustes
- Arbustes buissonnants

Les espèces d'arbres et d'arbustes à forte potentialité autoécologique et des conditions pédoclimatiques pour la zone d'étude sont : Casuarina , cyprès vert, jujubier, dattier du désert, olivier de bohème, rétames, Tamarix, Atriplex.

La densité de plantation doit être la suivante : Un espacement tous les 6 m entre les arbres à haut jet, au milieu, un arbre en cépée, soit à une distance de 3m de chaque arbre.

Entre l'arbre à haut jet et l'arbre en cépée, on plante un arbrisseau à 1,5 m (au milieu) On choisira de préférence deux lignes alternées, espacées de 2 m. Si on utilise des brise-vent traditionnels en cyprès, il faut espacer les plants de 1 à 2 m.

Toutes les expériences ont montré qu'un brise-vent semi- perméable, ayant une porosité de 40 à 50% est de loin le plus efficace. C'est la perméabilité optimale déterminée.

La réussite de tous projets d'aménagement en système agroforestier dépend de la réussite de la mise en œuvre et du suivi dont l'investissement initial doit tenir compte de : la préparation du sol (sous-solage et labour), de la plantation des arbres - d'arbustes (piquetage et mise en terre), de la fourniture des plants, des protections des arbres (jeunes plants), Paillage (couverture du sol au pied du plant) et de l'irrigation (les essences exigeantes en eau d'irrigation en utilisant le système de goutte à goutte) aussi il faut Prévoir un réseau de drainage pour le lessivage des sels. En plus l'entretien des arbres est une phase primordiale pour garantir des produits ligneux de qualité, il est nécessaire d'entretenir soigneusement les arbres dans les premières années. Un arbre correctement entretenu doit avoir un tronc bien rectiligne, et un houppier bien dégagé, ce qui nécessite une taille annuelle pendant les dix premières années. Il faut éliminer les branches latérales, et les éventuelles fourches.

La mise en œuvre et le suivi des parcelles agroforestières comprennent aussi les éléments clés à savoir :

- L'assistance technique pour réussir les plantations, les tailles de formation.
- Le conseiller agroforestier doit établir avec l'agriculteur un calendrier pour les opérations de plantation, d'entretien et du suivi.
- L'accompagnement financier à travers les aides de l'état pour la réalisation des travaux de plantation ou d'entretien/valorisation (institut techniques ou entreprises agricoles et forestières compétents dans le domaine de l'agroforesterie)

Le tableau ci- dessous récapitule les caractéristiques de différents modèles de projets « parcelles » d'aménagement en système agroforestier « agrosylviculture ou SCI »

Tableau n°54 : Modèles de projets d'aménagement en système agroforestier « agrisylviculture »

| Parcelle n°01 : superficie 17 ha | |
|--|---|
| parcelle agricole en agrosylviculture (SCI) Essence d'arbres : arbres fruitiers (oliviers/ grenadier) VS Artichaut/fève Lignes espacées de 10 m, Ecartement 7 m entre les arbres (densité : 150 pieds/ha) | Environ 2250 arbres |
| Essence de haie brise-vent : casuarina/cyprès/Prosopis juliflora et jujubier/ olivier de bohème / Atriplex Linéaire de Haies brise vent en pourtour RN n°04 et coté Ouest | 1,13 kml |
| Double Haies basses en bordure de piste agricole (clôture vive) : Atriplex | 670 ml |
| Parcelle n°02 : superficie 18 ha | |
| parcelle agricole en agrosylviculture (SCI) : 1/Essence d'arbres : robinier faux acacia VS céréales (orge) - lignes espacées de 15 m, Ecartement 7 m entre arbres (densité : 100 pieds/ha) 2/Essence d'arbres : arbres fruitiers (oliviers/ grenadier) VS céréales (orge) - lignes espacées de 10 m, Ecartement 7 m entre arbres (densité : 150 pieds/ha) | Environ 857 arbres Environ 1285 arbres |
| Essence de haie brise-vent : casuarina/cyprès/Prosopis juliflora et jujubier/ olivier de bohème / Atriplex Haies brise vent en pourtour RN n°04 et coté Ouest | 870 ml |
| Haies basses au milieu de la parcelle (clôture vive) : Atriplex | 430 ml |
| Parcelle n°03 : superficie 15 ha | |
| parcelle agricole en agrosylviculture (SCI) : 1/Essence d'arbres : robinier faux acacia VS céréales /pomme de terre 2/Essence d'arbres : arbres fruitiers (oliviers/ grenadier) VS céréales /PDT - lignes espacées de 15 m, Ecartement 7 m entre arbres (densité : 100 pieds/ha) | Environ 1420 arbres |
| Essence de haie brise-vent : casuarina/cyprès/Prosopis juliflora et jujubier/ olivier de bohème / Atriplex Linéaire de Haies brise vent en pourtour RN n°04 Plantation de Tamarix pour fixation des berges de cours d'eau | 350 ml |

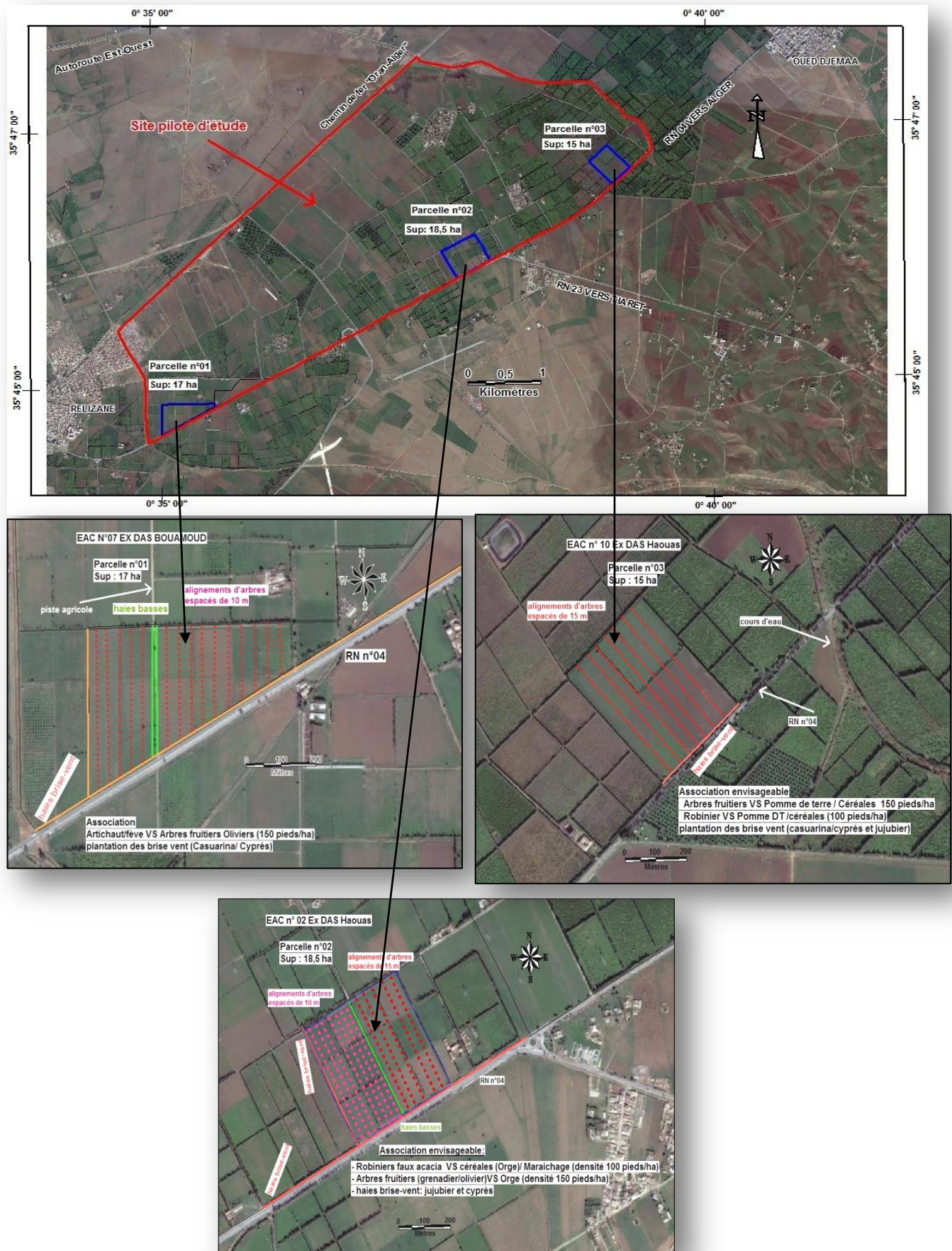


Figure n°32 : Modèles de projets d'aménagement en système agroforestier « agrisylviculture »

1.3.2. Modèles de projets d'aménagement en sylvopastoralisme

La zone d'étude connaît un déficit fourrager important dû à la dégradation des parcours. Dans le perspective de valorisation et d'amélioration de ces parcours et d'augmenter les banques de fourrages surtout dans les périodes critiques, l'introduction des arbres et d'arbustes à potentiel fourrager en associant avec les cultures et animaux d'élevage devient une nécessité pour combler ce déficit et aussi pour maintenir la fertilité du sol et sauvegarder la biodiversité.

1.3.2.1. Présentation des exploitations agricoles

Les 04 exploitations agricoles dont leurs occupants sont intéressées par l'introduction des arbres et d'arbustes fourragers et ils ont la volonté d'augmenter l'approvisionnement des aliments de leurs bétails et de laisser un patrimoine (élevage) à leurs successions sont :

- Parcelle n°01 : EAC n°10 ex DAS Haouas (07,5 ha) et parcelle n°02 : exploitation agricole privée (12 ha) sont localisées dans la commune d'Oued Djemaa. La première est en jachère et la seconde est occupée par une végétation de type halophyte.

Parcelle n°03 : EAC n°05 ex DAS Younes (30 ha) est cultivée en orge et la parcelle n°04 : EAC n°04 ex DAS Younes (09 ha) est un terrain en jachère abandonné. Les deux parcelles situent dans la commune de Relizane. Ces exploitations sont choisies pour en mettre en système agroforestiers « Sylvopastoralisme et agrosylvopastoralisme ».

Les caractéristiques physiques des sols de ces exploitations sont identiques aux sols des exploitations suscités dans le système agrosylvicole (sols constituées d'apports alluviaux caractérisés par des terres à structure fine (argile-limon) profonds). Ils présentent une faible teneur en MO (0,8 à 1.2%) qui décroît avec la profondeur pour devenir négligeable (parcelles n°02 -03 -03) par contre la parcelle n°01 avec un taux moyen de MO de 2.5%. Le pH est généralement voisin de la neutralité à légèrement alcalin. Très forte Tendance à la battance dans les parcelles n°02-03-04). Le taux de calcaire est moyen à faible pour les parcelles (6.5 à 15% de calcaire totale) (**voir Annexe**)

Pour les limites de tolérance à la salinité pour les cultures végétales, les sols de ces parcelles présentent une forte salinité surtout les parcelles n°02- 03- 04 sont aptes aux cultures moyennement tolérantes et les cultures tolérantes à la salinité (3 à 10 dS/m), pour la parcelle n°01 est apte aux cultures moyennement sensible à la salinité (1,3 à 3 dS/m).

Les eaux d'irrigation proviennent des eaux du barrage (parcelles n°01 et 03) et les autres parcelles sont alimentées par les eaux des puits.

1.3.2.2. Description du projet

Les sols sont dégradés (forte taux de salinité et déclin de la fertilité du sol). Les taux de MO sont généralement faibles. Cette dégradation des sols s'est traduite par une baisse de la rétention en eau et en éléments nutritifs.

Ces parcelles agricoles sont quasi dépourvues d'éléments arborés (ni de plantation de brise-vent ni d'autres espèces arborées).

L'introduction d'arbres et d'arbustes fourragers dans le système agricole et d'élevage (Sylvopastoralisme et/ou agrosylvopastoralisme) permet d'initier un processus de régénération du milieu agricole, pour recréer une fertilité durable des sols, diversification des productions (banques de fourrages, fruits, bois), protection des ressources naturelles, amélioration des niveaux de biodiversité et embellissement des paysages...

a) Les objectifs du projet d'aménagement

- augmenter la capacité de l'approvisionnement des fourrages pour le bétail (banques de fourrages)
- tirer profit des interactions entre les arbres et les cultures et les animaux : régénération des sols en maintenant de leur fertilité, amélioration de la qualité des ressources en eau (salinité), biodiversité et le confort de bien être de l'animal
- maintenir de la fertilité du sol par fixation de l'azote atmosphérique (exemple : arbres et arbustes légumineux)
- Diversification des produits ligneux et agricoles (fourrage, bois, fruits, viande, miel...ect)
- Embellissement des paysages agricoles
- Améliorer le confort climatique des cultures et des animaux (atténuer le stress hydrique, forte chaleur d'été et l'évapotranspiration)
- Favoriser la présence d'auxiliaires
- Contribuer à Stocker du carbone (la litière et la biomasse aérienne et souterraine de l'arbre)

b) Les densités choisies

L'écartement des lignes d'arbres se raisonne en fonction du matériel agricole utilisé et en fonction des associations envisageables et aussi en fonction des rampes des différents engins utilisés. Aussi, un écartement de 10-15 m et plus (en augmentant l'écartement donc une faible densité) correspond à la largeur de travail utilisée sur l'exploitation lorsque les essences d'arbres sont associées aux cultures et d'élevage pour éviter l'excès d'ombre des arbres sur les cultures (alignements d'arbustes d'Atriplex espacés de 15m en associant avec les céréales). Dans le cas de l'association d'arbres et d'arbustes fourragers avec les animaux d'élevage, des lignes espacées de luzerne arborescente de 5m soit une densité de 500 pieds/ha, d'autres études faites dans les zones arides et semi-arides ont mentionné la densité de plus de 2500 pieds/ha sous l'irrigation (banques de fourrages). Pour l'espèce de *Prosopis juliflora* Swartz, et dans les conditions pédoclimatique de la zone (pluviométrie de 250 mm), on préconise un écartement de 10 x 7 soit une densité de 140 pieds /ha mais sous l'irrigation, la densité augmentera à 400 pieds/ha (écartement de 5x5).

c) L'orientation des lignes

Dans les différents systèmes agroforestiers, l'alignement des arbres préconisé est selon un axe nord/sud, pour avoir une homogénéité de l'ombre projetée sur la parcelle.

d) Les essences

Les essences d'arbres et d'arbustes fourragers seront locales (indigènes) ou introduites (exotiques), adaptées aux conditions pédoclimatiques de la zone d'étude. Une gamme d'espèces d'arbres et d'arbustes fourragers a été testée et expérimentée par l'INRF.

En systèmes agroforestiers (associant l'arbre et l'élevage ou les trois : arbres-cultures-élevage), on privilégie les essences à fort potentiel fourrager de feuillus ou résineux (majorité des légumineuses) pour fournir du fourrage supplémentaire de haute qualité pour les animaux particulièrement pendant la saison sèche (présente une grande UF et protéines). On utilisera parfois des essences à croissance plus rapide (intensivement taillés tous les deux à six mois).

Les modèles de projets d'aménagement en ce système agroforestier (sylvopastoralisme et agosylvopastoralisme) (**fig. n°33**) comporteront donc une diversité d'essences importante:

- **espèces d'arbustes fourragers** : Olivier de Bohème, Luzerne arborescente, caroubier, Micocoulier de Provence, *Prosopis juliflora* Swartz , févier d'Amérique, Figuier de Barbarie, Atriplex, jujubier
- **espèces d'arbres de haies brise-vent** : Casuarina , cyprès vert, jujubier, dattier du désert, rétames, Figuier de Barbarie, Olivier de Bohème Tamarix, Atriplex halimus.

Le tableau ci- dessous récapitule les caractéristiques de différents modèles de projets « parcelles » d'aménagement en système agroforestier « sylvopastoralisme »

Tableau n°55 : Modèles de projets d'aménagement en système agroforestier « sylvopastoralisme »

| Parcelle n°01 : superficie 07.5 ha | |
|---|-------------------------------|
| parcelle agricole en système agroforestier « sylvopastoralisme » Essence d'arbuste fourrager : luzerne arborescente VS élevage ovin Lignes espacées de 5 m, Ecartement 4 m entre les arbustes (densité : 500 pieds/ha) | Environ 3 750 arbustes |
| Essences de haie brise-vent : casuarina/cyprès/Prosopis juliflora et jujubier/ olivier de bohème / Atriplex Linéaire de Haies brise vent en pourtour de la parcelle RN n°04 et à coté Ouest et Nord | 945 ml |
| Parcelle n°02 : superficie 12 ha | |
| parcelle agricole en système agroforestier « sylvopastoralisme » : Essence d'arbuste fourrager : Atriplex « halimus et nummularia » élevage ovin- Densité : 625 pieds/ha | Environ 7 500 arbustes |
| Essences de haie brise-vent : casuarina/cyprès/Prosopis juliflora et jujubier/ olivier de bohème / Atriplex Haies brise vent en pourtour de la parcelle | 1 050 ml |
| Parcelle n°03 : superficie 30 ha | |
| parcelle agricole en système agroforestier : « agrosylvopastoralisme » Association : Atriplex et céréales (orge) élevage ovin lignes d'arbustes espacées de 15 m et Ecartement de 3 m entre arbustes « Atriplex » densité : 220 pieds/ha | Environ 6 600 arbustes |
| Essences de haie brise-vent : casuarina/cyprès/Prosopis juliflora et jujubier/ olivier de bohème / Atriplex Linéaire de Haies brise vent en pourtour de la parcelle (coté Nord et Sud) | 1510 ml |
| Clôtures vives : Haies basses en Atriplex | 810 ml |
| Parcelle n°04 : superficie 09 ha | |
| Agroforesterie parcelle agricole « sylvopastoralisme » : Essence d'arbuste fourrager : Prosopis juliflora lignes espacées de 10 m Ecartement 7 m entre arbres (Densité : 140 pieds/ha) | Environ 1260 arbres |
| Essences de haie brise-vent : casuarina/cyprès/Prosopis juliflora et jujubier/ olivier de bohème / Atriplex Linéaire de Haies brise vent en pourtour de Chemin de fer | 865 ml |
| Clôtures vives : Haies basses en Atriplex | 350 ml |

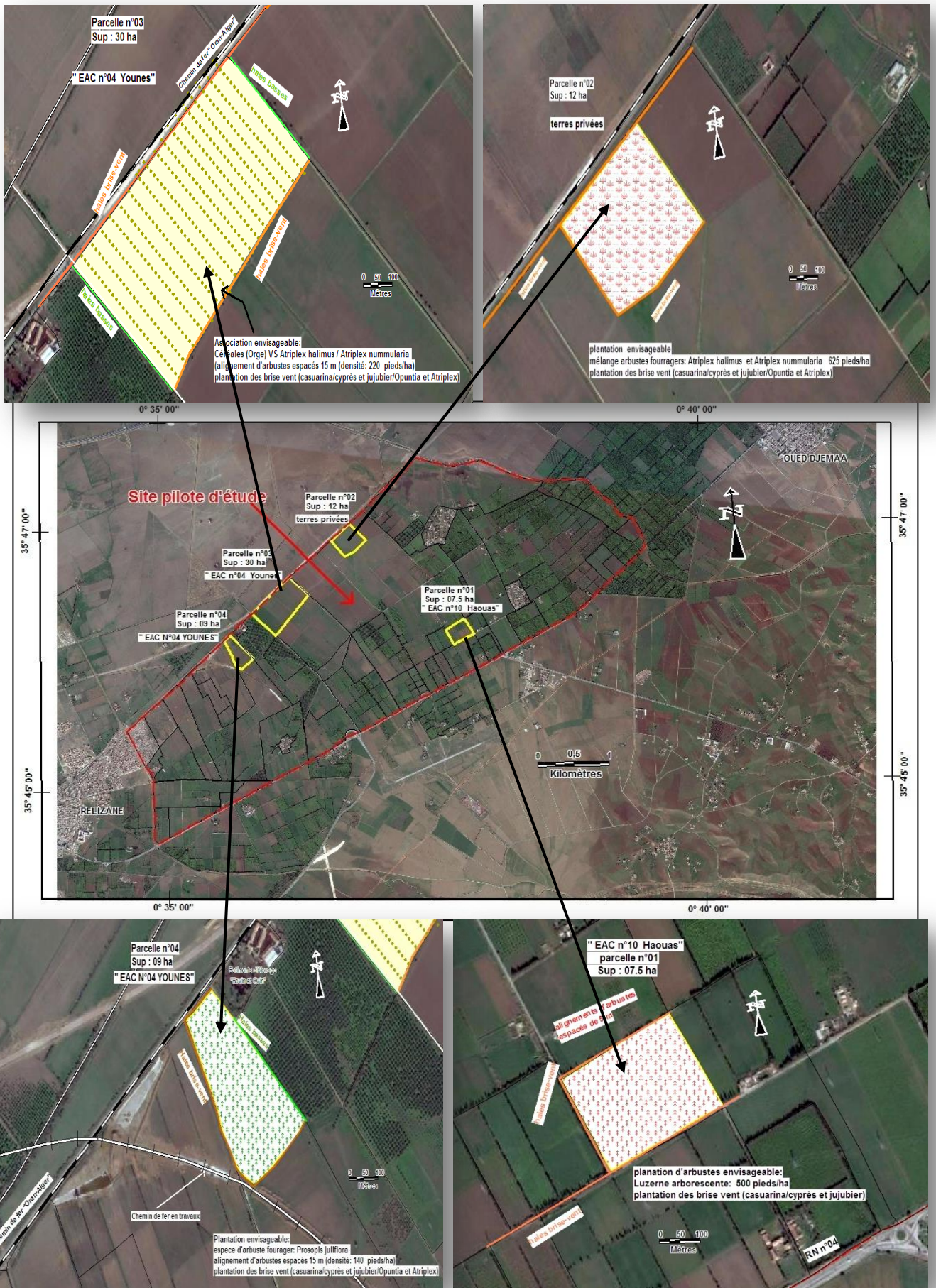


Figure n°33 : Modèles de projets d'aménagement en système agroforestier « Sylvopastoralisme »

1.3.3. Besoins en eau d'irrigation des cultures

Les besoins en eau d'irrigation des cultures sont calculés en fonction des données climatiques (Evapotranspiration et précipitations) de la zone et les valeurs de coefficient cultural (Kc) données par le bulletin n°56 de la FAO. La relation entre l'évapotranspiration de référence ETo et l'évapotranspiration d'une culture ETc est donnée par la formule suivante :

$$ETc = Kc * ETo$$

Les pluies apportent une contribution importante, mais très variable à la satisfaction des besoins en eau des cultures. Pour les productions agricoles, les précipitations efficaces se réfèrent à la part des précipitations qui peut être effectivement utilisée par les plantes. La totalité des précipitations n'est pas disponible pour les cultures puisqu'en effet une partie est perdue par Ruissellement (RO) et Percolation en profondeur (DP).

Le logiciel CROPWAT 8.0 (bulletins FAO d'Irrigation et de Drainage) offre la possibilité d'utiliser plusieurs méthodes pour calculer les précipitations efficaces parmi elles: Pourcentage fixé de précipitations (80%). Les précipitations moyennes annuelles de la zone d'étude : 257 mm, les pluies efficaces : 206 mm.

$$\text{Besoin en eau d'irrigation (mm)} = Kc * ETo - \text{pluie eff}$$

A titre indicatif, les besoins en eau de la culture du blé dur en mois d'avril :

- Kc avril : 0.92
- Pluie (avril) : 28.4 mm ; pluie efficace : 22.72 mm
- Evapotranspiration (ETo) : 137 mm

Donc les besoins en eau d'irrigation de la culture en mois d'avril sont estimés à 103 mm.

Concernant l'efficience de l'irrigation peuvent être divisées entre les pertes dans les systèmes d'adduction et la distribution et les pertes à la parcelle (modes d'irrigation utilisés). On s'intéresse par l'efficience d'irrigation à la parcelle.

Dans le cadre du programme de l'économie de l'eau d'irrigation à la parcelle et la généralisation des systèmes d'irrigation économiseurs d'eau, l'aspersion et le goutte à goutte sont considérés comme des systèmes à très grande efficience d'irrigation (75% pour l'aspersion et plus de 95% pour le goutte à goutte)

Les calculs des besoins en eau d'irrigation pour les principales cultures cultivées dans la zone sont présentés dans le tableau inclus dans l'**annexe**. Les besoins sont calculés en tenant en compte la pluie utile.

Les besoins en eau d'irrigation nets moyen à la parcelle pour les cultures sont évalués à 632 mm soit 6320 m³/ha.

1.3.4. Les résultats attendus de ces modèles de projets d'aménagement en systèmes agroforestiers proposés

a) L'élevage

En plus des différents bénéfices apportés, comme la protection des bâtiments ou le recyclage d'une partie des pollutions liées aux effluents, l'arbre offre aussi un avantage économique direct pour l'élevage à travers les fourrages à apporter. Les animaux qui vivent dans des milieux arborés, bénéficient de confort et l'agréable de microclimat (moins de chaleur et évaporation) ainsi que sont moins stressés que leurs congénères élevés dans des bâtiments. Ils ont une meilleure alimentation et sont moins sensibles aux maladies.

Des études ont montré un accroissement de productivité de 20% pour la production de lait et de viande, grâce à la présence de haies et d'arbres.

b) Les cultures : Produire plus et mieux avec moins sur une même parcelle (intensification durable)

La présence d'arbres assure une protection climatique (réduire l'effet de stress hydrique et l'évapotranspiration) et biologique des cultures, elle améliore les sols et leur capacité de stockage de l'eau. Elle permet aussi de diversifier les productions, sur une même parcelle (bois d'œuvre, bois énergie, BRF, fruits...), tout en augmentant son rendement global jusqu'à 30%, d'après des études menées par l'INRA de Montpellier

c) Valorisation du bois

Le bois produit par l'agroforesterie, les arbres têtards et les haies, pourra être valorisée sous diverses formes : bois d'œuvre, bois de travail (piquets), bois énergie ou encore bois raméal fragmenté (BRF). Le BRF, broyat de petites branches issues de la taille des arbres, est incorporé au sol afin d'améliorer ses propriétés. Cette valorisation constitue une ressource économique pour l'exploitant.

d) biodiversité

Grâce à la variété de végétaux fleurissant à des périodes décalées, les systèmes agroforestiers offrent aux auxiliaires des cultures, des ressources nectarifères et polliniques tout au long de l'année. Ces derniers peuvent alors polliniser les cultures et lutter efficacement contre les ravageurs.

e) Qualité des paysages

L'arbre est un élément fondamental de l'identité des paysages ruraux.

f) Protection et enrichissement des sols agricoles

Protection mécanique contre le vent et le ruissellement de l'eau.

Apport de MO : décomposition des feuilles et des racines en humus, incorporation de BRF (résidus de taille). Stimulation de la microfaune du sol par une meilleure aération.

g) Atténuer les variations climatiques et leurs effets

L'arbre constitue un piège à carbone, il compense ainsi les émissions de gaz à effet de serre par le captage de CO₂ atmosphérique à travers une augmentation de carbone dans la MO des sols et la biomasse végétale pérenne des arbres (aérienne et souterraine). Son feuillage crée un microclimat limitant l'évaporation de l'eau du sol ainsi que l'insolation des cultures et des animaux d'élevage.

1.4. Les perspectives de l'introduction et du développement de l'agroforesterie

L'étude des caractéristiques de plaine de la Mina à travers sa caractérisation phytoécologique et socioéconomique ainsi que le diagnostic de l'occupation du sol et la description de son agrosystème (systèmes de cultures et d'élevage), nous permet de définir une quantité de problématiques agroenvironnementales : la dégradation des sols (la salinité, l'érosion et la perte de la fertilité), les fluctuations climatiques amplifié la dégradation quantitative et qualitative des ressources en eau, la monoculture, la perte de biodiversité agricole et banalisation des paysages . etc. les pratiques agricoles inadaptées menacent la durabilité des exploitations agricoles.

Dans l'objectif global du développement agricole durable de notre agrosystème, on propose l'agroforesterie (introduction des arbres dans les systèmes de cultures et d'élevage) comme une solution envisagée pour multiples intérêts : agronomiques (amélioration du potentiel productif des produits agricoles et ligneux, diminution de l'évapotranspiration, valorisation du sol) environnementaux (lutte contre l'érosion et l'effet de serre, limite des pollution diffuse des sols et des eaux et stimulation de la biodiversité agricole) et Socio économiques (diversification des activités des exploitants agricoles, rentabilité des parcelles agricoles et des économies en intrants). L'un de ces systèmes que l'on peut le généraliser sur le territoire national à travers la plantation des alignements arborés autour des exploitations agricoles « système de plantation de brise-vent »

Si on entreprend des actions urgentes pour intégrer le système du brise-vent comme élément indispensable et nécessaire à tout aménagement agricole pour moderniser les exploitations agricoles notamment les brise-vent composites pour diversifier les produits (bois, fruits et fourrages).

A titre indicatif, la wilaya de Relizane avec une SAU de 281.875 ha et un nombre de 26.929 exploitations agricoles soit une moyenne de 10 ha par exploitation. L'installation et la

généralisation des haies brise-vent permettent de créer un volume de 632 mètres linéaire par exploitation soit un volume total de 17.000 Km linéaire de rideau biologique.

Cette étude, nous permet aussi de dégager quelques orientations dans la perspective de développement durable rural de plaine de la Mina et d'introduire l'arbre dans les aménagements en système agroforestier adéquats, bien entretenus et bien gérés dans le moyen et à long terme et qui concerne particulières :

- Insérer et définir la pratique de l'agroforesterie dans les dispositifs et les textes réglementaires et institutionnels relatifs aux orientations agricoles et forestières.
- Définir les dispositifs d'aides agricoles et forestières (accompagnent technique et financier) à travers les soutiens liés à l'investissement dans les pratiques agroforestières
- Introduire l'agroforesterie comme une filière ou une branche dans les sciences agronomiques et forestières de l'université.
- Promouvoir la recherche en agroforesterie à travers les essais et les expérimentations des essences arbres et d'arbustes locales ou introduites en fonction des conditions pédoclimatiques des différents zonages bioclimatiques du pays.
- L'élaboration des brochures de sensibilisation et d'information au profit des agriculteurs sur le rôle de l'agroforesterie dans le développement rural durable de notre agriculture, dans un but de diversifier les productions, de récupérer et valoriser les sols dégradés (salinité et déclin de la fertilité du sol) lutter contre l'érosion, d'améliorer la qualité de l'eau, d'embellir le paysage et de sauvegarder de la biodiversité.
- Proposer des modèles de projets d'aménagements par les instituts compétents (INRF et INRAA) pour les sites pilotes en fonction des différents paramètres clés à privilégier notamment par rapport au risque de salinité et déclin de la fertilité du sol, dégradation des ressources hydriques qualitativement et quantitativement et ainsi que d'autres problématiques agro-écologiques et socio-économiques (changement climatique, perte de biodiversité et la rentabilité des parcelles)
- Organisation des colloques, conférences et des séminaires nationaux et internationaux sur la pratique de l'agroforesterie,
- La formation et la vulgarisation sur l'agroforesterie aux profits des cadres (DSA, conservation des forêts et instituts techniques) et des agriculteurs
- La création d'un groupe de travail local restreint (instituts INRAA et INRF, université, la chambre d'agriculture, DSA, conservation des forêts et autres groupements d'intérêts compétents) pour l'accompagnement des personnes intéressées pour réaliser leurs projets d'aménagement en ce système agroforestier.

Conclusion générale

L'étude d'aménagement d'un système agroforestier d'une zone est basée en premier lieu sur la connaissance des caractéristiques du milieu (composante physique et biologique) et socioéconomique et en second, le diagnostic de l'occupation du sol et la description des agrosystèmes existants car cette caractérisation et diagnostic nous ont permis d'apporter une quantité de données sur la zone d'étude.

Cette étude a permis d'étudier la possibilité d'introduire de l'agroforesterie sur la plaine de la Mina et de proposer des aménagements en systèmes agroforestiers à travers la sélection des essences d'arbres et d'arbustes adaptées aux conditions édapho-climatiques de la zone, et de montrer la volonté de quelques exploitants d'accepter la mise en place d'agroforesterie (projets associant des arbres) dans leur exploitation agricole de la zone d'étude.

La plaine de la Mina constitue une entité géographique qui se caractérise par des contraintes agro-écologiques ayant des répercussions sur le secteur agricole et la vie socio-économiques des populations. Ces contraintes sont essentiellement :

- Un climat à tendance aride avec une diminution des précipitations (moyenne de **257 mm**), une fluctuation des précipitations saisonnières, annuelles et interannuelles, une séquence de sécheresse saisonnière prolongée, une évapotranspiration importante (plus de **1500 mm**)
- Des conditions édaphiques des sols caractérisent par : une texture fine à moyenne (sols plus argileux), une menace de salinité qui affectent 75% de la superficie étudiée (de 1,3 dS /m à > 15 dS/m dont 35% de site étudié est salé à extrêmement salé (4dS/m à > 15dS/m)) et un déclin de la fertilité des sols (faible taux de MO et éléments nutritifs comme le N et P) avec ses conséquences sur la végétation et la production agricole ;
- une occupation du sol en inadéquation à la durabilité des agrosystèmes des exploitations agricoles (prédominance de système de culture pure);
- Des ressources en eau superficielles et souterraines limitée et de qualité en voie de dégradation.
- Des formations de boisement (les brise-vent) assez dégradées dans le coté Ouest de site pilote avec dominance des formations de deux essences principales (le cyprès vert et le Casuarina) ;
- l'utilisation intensive des intrants chimiques de synthèse pour les cultures maraîchères et son impact sur le sol et la nappe phréatique ;
- des pratiques culturales non restituantes de la fertilité du sol (moins d'assolement) et surtout le non respect de la jachère travaillée et le précédent cultural ;
- le processus d'intensification de l'agriculture conventionnelle (cas de maraîchage) se fonde sur des principes diamétralement opposés à la biodiversité.
- L'élevage reste une activité présente dans la plaine mais non associé aux cultures pour la complémentarité agropastorale (agriculture-élevage).
- Une production agricole perturbée par des services éco systémiques fragiles.
- Une dégradation du potentiel écologique a pour origine principalement la salinisation, perte de fertilité du sol et la dégradation de la biodiversité,

Vu la potentialité agropastorale de la zone, il est possible d'améliorer les potentialités par l'association des cultures à l'élevage et même aussi avec le système agrosylvicole à partir des programmes de boisement (brise-vent) et plantation des arbres fruitiers et forestiers.

Face à ces problématiques agro-environnementales et cette crise du modèle agricole d'une part et ces potentialités agropastorale de la zone d'autre part. L'agroforesterie est considérée comme une solution pour le développement rural durable au travers de trois pratiques différentes (agrisylviculture, sylvopastoralisme et les brise-vent) qui pourrait contribuer à résorber certains problèmes agro-environnementaux liés à l'aridité du climat, la dégradation des sols (salinité et déclin de fertilité), la monoculture, la dégradation du paysage, la chute de la biodiversité et la perturbation des productions agricoles).

Dans la plaine de la Mina , l'agroforesterie pourrait également permettre de diversifier les activités et les revenus des agriculteurs et des éleveurs (ce qui pourrait répondre au besoin d'augmenter la rentabilité économique des exploitation agricole et d'élevage sur ce territoire) à travers les modèles de projets d'aménagement en agrosylviculture et sylvopastoralisme ou l'agrosylvopastoralisme (l'association des trois composantes : arbres-cultures-élevage). La modernisation et l'embellissement des paysages pour les exploitations agricoles par l'installation des brise-vent. Ce dernier est une option agroforestière qui pourrait permettre d'apporter multiples apports écologiques et socioéconomiques.

Au terme de cette étude, il convient donc de revenir sur le contexte qui entoure chaque système et de réitérer les principales recommandations que nous avons formulées au cours de cette étude afin de favoriser leur développement :

- Concernant **l'agrisylviculture**, celle-ci est aujourd'hui absente sur la plaine. Cette pratique agroforestière innovante serait intéressante à implanter sur ce territoire, car elle répond aux enjeux agro-environnementaux et qu'elle pourrait se révéler rentable d'un point de vue économique. Les 03 exploitations agricoles dont leurs occupants que nous avons rencontrés se sont montrés ouverts à l'implantation d'un projet agrisylvicole sur leurs exploitations. L'objectif principal d'introduction de ce système de culture intercalaire dans ces parcelles c'est la diversification des productions agricoles et l'amélioration de l'efficacité agroenvironnementale des parcelles (récupération et valorisation des sols dégradés et la qualité des eaux). Les espèces d'arbres et d'arbustes choisies sont identifiées et sélectionnées selon la concordance entre les conditions pédoclimatiques du site et les caractéristiques autoécologiques des espèces à introduire. Plantés à faibles densités de plantation (entre 50 et 200 arbres à l'hectare) et par des écartements importants entre les rangées d'arbres (entre 10 et 40 m), qui rendent possible le passage de la machinerie agricole (**SAFE, 2005**). Il est recommandé d'orienter les lignes d'arbres selon un axe nord-sud pour obtenir des cultures intercalaires homogènes (**Dupraz, 2005**).

- Le **sylvopastoralisme** est considéré comme une très bonne pratique agroforestière pour le développement des parcours dans une zone qui connaît un déficit fourrager important, la régénération et l'amélioration de ces zones deviennent une nécessité. Les fourrages ligneux représentés par les arbres et les arbustes, s'ils ne résolvent pas à eux seuls le problème des éleveurs, ils pourront être un complément indispensable pour assurer la soudure à la fin de l'été et de l'hiver et apporter un fourrage vert en pleine saison sèche (**INRF, 2011**). Une large gamme d'espèces d'arbres et arbustes fourragères adaptées aux conditions pédoclimatiques des zones arides et semi-arides expérimentées et testées à l'INRF d'Algérie et que nous proposons pour l'aménagement des parcours de la zone. Pour des raisons écologiques et économiques de ces exploitations agricoles et d'élevage, la réhabilitation et l'aménagement pourrait s'effectuer par la diversification des essences productrices d'excellents fourrages et l'augmentation des banques de fourrages par la recherche des itinéraires techniques et des configurations spatiales les plus performants. Dans ce travail, on a pu voir que quelques éleveurs que nous avons rencontrés et visités leurs exploitations seraient intéressés par cet aménagement du sylvopastoralisme et que ces 04 modèles de projets d'aménagements semblent ouverts à les autoriser comme des sites expérimentaux.

- Il ressort des écrits de plusieurs auteurs et des observations de terrain que **les brise-vent** sont des dispositifs biologiques indissociables d'une agriculture moderne, performante et restent une composante essentielle de développement durable des exploitations agricoles (**INRF, 2012**). il faut atténuer les effets néfastes du vent et du sable sur l'environnement immédiat, réduire l'évaporation et augmenter l'hygrométrie. Cette option va dans le sens d'une amélioration de la productivité des sols et un renforcement de l'économie rural. Les plantations de brise-vent de la zone d'étude ne sont pas généralisées sur les exploitations agricoles ainsi en terme d'efficacité qui dépend essentiellement de plusieurs paramètres : l'orientation, la perméabilité, la hauteur, la longueur et l'homogénéité de sa structure. Le choix des essences composant les brise-vent des régions arides et semi-arides, a été dicté par les observations de la végétation sur terrain et les

références bibliographiques. Quelques d'espèces sont proposées pour notre zone. Ils englobent les trois strates proposées (arbres à haut jet, des arbres intermédiaires et de petits arbustes). Ces strates sont composées d'espèces forestières, fruitières et fourragères.

le retard enregistré dans ce domaine nous oblige à entreprendre des actions urgentes pour intégrer le système du brise-vent comme élément indispensable et nécessaire à tout aménagement agricole quelque soit la région bioclimatique. Il faut intégrer les connaissances des diverses techniques nouvelles, notamment les brise-vent composites , pour tout projet d'aménagement, en favorisant l'utilisation des associations végétales riches biologiquement, moins vulnérables aux incendies et maladies et permettent un développement harmonieux du biotope (faune, flore) et fournissent une production supplémentaire appréciable.

Enfin, il faut noter que ce travail, malgré sa modestie, il représente une contribution à l'étude de possibilité d'introduire de l'agroforesterie dans cette zone et possibilité de générer sur le territoire du pays. Il est important de définir ce mode de gestion de terre aux profits des cadres de DSA, conservation des forêts ainsi que les porteurs du projet (agriculteurs) à travers les différentes programmes de formations, vulgarisations et démonstration sur terrain. Des études et des expérimentations sur les systèmes agroforestiers a travers le choix des essences d'arbres et d'arbustes adaptées aux conditions pédoclimatiques de différents zonages agro-écologiques du pays susceptibles de guider tous les intervenants notamment (les agronomes, forestiers, écologistes et aménagistes agroforestiers) dans la mise en place d'une stratégie d'introduite et du développement de l'agroforesterie dans les zones éco-systémiques fragiles afin d'y permettre à l'arbre de jouer pleinement son rôle vital.

Il s'avère donc nécessaire de promouvoir les recherches en agroforesterie, pour que les différents résultats puissent servir pour l'élaboration de méthodes applicables, et de contribuer ainsi, au développement agricole durable du pays.

Annexe

1- Guide d'enquêtes

1- OCCUPATION DU SOL

- Commune
- Nature juridique de l'exploitation EAC – EAI - privé autre (à priser)
- Non de l'exploitation :
- Nombre des occupants
- Nom de l'exploitant:
- Age :
- Résidence :
- Lieu et date d'enquête :
- Occupation du sol : agricole - hors agricole
- Type d'Occupation du sol : cultures maraichères - arboriculture - oliviersetc.
- Superficie :

2- SYSTEME DE CULTURE

2.1. Présentation

- Nom de l'exploitant :
 - Age :
 - Résidence :
 - Lieu et date d'enquête :
 - Etapes de mise en valeur :
 - Profil pédologique
- Profondeur : Horizons : Texture/structure : Biologie :
- Ressources en eau:
 - Type Source de l'eau: barrage – Oued – puits - forage – sources.
 - Profondeur de puits / forage:
 - Equipement de pompage :
 - Qualité de la source de l'eau : bonne - moyenne – médiocre - déconseillée
 - Capacité et régulation de l'eau d'irrigation :
 - SAT :
 - SAU :
 - Superficie irriguée :

2.2. Assolements

| Assolements | Variété | superficie | rendement | Destination | Rôle Importance | Aspect de végétation |
|-------------|---------|------------|-----------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Hiver | | | | | | |
| Eté | | | | | | |
| | | | | | | |

2.3. Rotations

Successions culturales : (Places et durée des cultures et des jachères)

2.4. Conduite des cultures :

| | | Cultures | | | | | remarques |
|--------------------|-------------------|----------|---|---|---|---|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Préparation du sol | Type | | | | | | |
| | Moyen | | | | | | |
| Installation | (semis/repiquage) | | | | | | |
| | Provenance | | | | | | |
| | Densité | | | | | | |
| Fertilisation | Type | | | | | | |
| | Dose | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------|---------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | Méthode | | | | | | |
| Amendement | Type / chimique organique | | | | | | |
| | Dose | | | | | | |
| | Méthode | | | | | | |
| Irrigation | Technique | | | | | | |
| | Dose | | | | | | |
| | fréquence | | | | | | |
| Etat sanitaire | Maladies | | | | | | |
| | Accidents | | | | | | |
| | Carences | | | | | | |
| | Lutte | | | | | | |
| Entretien | Désherbage | | | | | | |
| | Façons culturales | | | | | | |
| | Taille | | | | | | |
| Récolte | Echelonnement | | | | | | |
| | Evaluation | | | | | | |
| Résidus | Type | | | | | | |
| | Destination | | | | | | |
| | Restitution du sol | | | | | | |

De quel matériel disposez-vous?

2.5. Aménagement agricole

➤ Installation des brise-vent :

Essence d'arbres et d'arbustes :

Densité de plantation : équidistance entre les plants (m) ou le linéaire (ml)

Etat de brise vent : bon – moyen – dégradé

➤ Clôture et alignement

Type de clôture :

Composante de clôture :

2.6. Calendrier cultural : (Préciser la finalité de chaque opération)

2.7. Les cultures intercalaires : écartements entre les lignes d'arbres

3- SYSTEME D'ELEVAGE

Types

| | Taille - sexe | Rôle | produits | destination | Aspect des bêtes | bâtiment | remarque |
|----|---------------|------|----------|-------------|------------------|----------|----------|
| 01 | | | | | | | |

Conduite : (Préciser la finalité de chaque opération)

| | 1. | 2. | 3. | Remarque |
|---------------------------|----|----|----|----------|
| Alimentation - ressources | | | | |
| Reproduction | | | | |
| Etat sanitaire | | | | |
| Déplacements | | | | |

Relation Elevages –Cultures : type d'association élevage VS cultures

4- INTRODUCTION DE L'AGROFORESTERIE

- Etes-vous satisfait de votre système actuel ? Satisfait ... Plutôt satisfait ... non satisfait
- Pourquoi ?.....
- Quels sont vos principales contraintes et atouts sur l'exploitation ?.....
- Connaissez-vous ce qu'est l'agroforesterie ?
- Seriez-vous intéressé par un projet associant arbres et production agricole ?

- f) Si oui, sur quel type d'essences planteriez-vous ?
- g) Avec quelle densité par ha ?
- h) Quel espacement envisageriez-vous entre les lignes d'arbres ?
- i) Quelles pourraient être les raisons, les motivations qui pourraient vous conduire à mettre en place un projet agroforestier ?
- Augmentation de revenu à long terme / du capital à transmettre.....
 - Amélioration de la structure du sol / maintien de la fertilité du sol/diminution de l'effet de salinité.....
 - Amélioration du paysage / de l'image de l'exploitation.....
 - Diversification des produits (bois, fruits, fourrage, autres).....
 - Diversification des sources de revenu.....
 - Augmentation des banques de fourrages.....
 - Favoriser la lutte biologique (enrichissement de la biodiversité).....
 - Autres.....

2/ ANALYSES PEDOLOGIQUES

2.1. Les analyses du sol des parcelles agricoles (Modèles de projets d'aménagement en agrosylviculture (SCI))

| Parcelle n°01 : 17 ha (EAC n°07 ex DAS Bouamoud) | | | | | |
|--|-----------|------|-------|------|------|
| Commune : Relizane | | | | | |
| Coordonnées : X : 0° 35' 15,1908" Y : 35° 44' 44,8044" Z: 66 m | | | | | |
| N° échantillon | Ce (dS/m) | pH | CT % | CA % | MO % |
| Zone 1 (30cm) | 1,008 | 7,67 | 16.55 | 6.37 | 1.36 |
| Zone 1 (60cm) | 1,061 | 7,80 | 14.85 | 6.00 | 1.22 |
| Zone 1 (90cm) | 1,575 | 7,68 | 16.13 | 6.75 | 1.08 |
| Zone 2 (30cm) | 1,38 | 7,69 | 16.13 | 6.12 | 1.70 |
| Zone 2 (60cm) | 2,16 | 7,67 | 15.28 | 6.62 | 1.27 |
| Zone 2 (90cm) | 1,875 | 7,67 | 16.98 | 6.87 | 1.30 |
| Zone 3 (30cm) | 1,894 | 7,85 | 15.70 | 5.37 | 1.85 |
| Zone 3 (60cm) | 1,924 | 7,79 | 16.13 | 5.62 | 1.70 |
| Zone 3 (90cm) | 1,817 | 7,74 | 16.55 | 5.87 | 1.27 |

| Parcelle n°02 : 18 ha (EAC n°10 ex DAS Haouas) | | | | | |
|---|-----------|------|-------|------|------|
| Commune : Oued Djemaa | | | | | |
| Coordonnées : X : 0° 39' 7,6464" Y : 35° 46' 41,7468" Z: 74 m | | | | | |
| N° échantillon | Ce (dS/m) | pH | CT % | CA % | MO % |
| Zone 1 (30cm) | 1,306 | 7,80 | 17.55 | 7.07 | 3.38 |
| Zone 1 (60cm) | 1,473 | 7,60 | 15.85 | 6.80 | 3.06 |
| Zone 1 (90cm) | 1,575 | 7,48 | 17.13 | 6.75 | 2.22 |
| Zone 2 (30cm) | 1,38 | 7,49 | 16.13 | 7.12 | 3.70 |
| Zone 2 (60cm) | 2,24 | 7,37 | 17.28 | 6.92 | 3.80 |
| Zone 2 (90cm) | 2,875 | 7,37 | 16.98 | 6.87 | 3.27 |
| Zone 3 (30cm) | 1,821 | 7,75 | 17.70 | 7.37 | 3.70 |
| Zone 3 (60cm) | 1,933 | 7,76 | 16.13 | 5.62 | 3.27 |
| Zone 3 (90cm) | 2,322 | 7,87 | 16.55 | 5.87 | 2.85 |

| Parcelle n°03 : 15 ha EAC n°10 ex DAS Haouas | | | | | |
|--|-----------|------|-------|------|------|
| Commune : Oued Djemaa | | | | | |
| Coordonnées : X : 0° 37' 48,1836 Y : 35° 45' 59,436" Z: 73 m | | | | | |
| N° échantillon | Ce (dS/m) | pH | CT % | CA % | MO % |
| Zone 1 (30cm) | 3,233 | 7,42 | 14.55 | 6.45 | 3.20 |
| Zone 1 (60cm) | 3,432 | 7,65 | 14.85 | 6.30 | 3.02 |

| | | | | | |
|---------------|-------|------|-------|------|------|
| Zone 1 (90cm) | 4,359 | 7,68 | 15.13 | 6.65 | 2.38 |
| Zone 2 (30cm) | 3,376 | 7,95 | 17.13 | 6.12 | 3.70 |
| Zone 2 (60cm) | 3,687 | 7,57 | 16.22 | 6.62 | 3.17 |
| Zone 2 (90cm) | 3,875 | 7,60 | 16.88 | 6.87 | 3.30 |
| Zone 3 (30cm) | 3,594 | 7,75 | 17.10 | 5.37 | 3.70 |
| Zone 3 (60cm) | 3,768 | 7,78 | 16.74 | 5.62 | 3.55 |
| Zone 3 (90cm) | 4,422 | 7,71 | 16.23 | 5.87 | 3.27 |

2.2. Les analyses du sol des parcelles agricoles (Modèles de projets d'aménagement en sylvopastoralisme)

| | | | | | |
|--|------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Parcelle n°01 : 07,5 ha (EAC n°10 ex DAS Haouas) | | | | | |
| Commune : Oued Djemaa | | | | | |
| Coordonnées : X : 0° 37' 45,3576" Y : 35° 46' 10,938" Z: 72 m | | | | | |
| N° échantillon | Ce (dS/m) | pH | CT % | CA % | MO % |
| Zone 1 (30cm) | 1,300 | 7,4 | 15.62 | 6.14 | 2.60 |
| Zone 1 (60cm) | 2,123 | 7,50 | 15.25 | 5.78 | 2.27 |
| Zone 1 (90cm) | 2,854 | 7,77 | 14.89 | 5.75 | 2.18 |
| Zone 2 (30cm) | 1,38 | 7,57 | 15.67 | 6.52 | 2.65 |
| Zone 2 (60cm) | 2,16 | 7,69 | 14.82 | 5.82 | 2.34 |
| Zone 2 (90cm) | 2,976 | 7,94 | 15.12 | 6.10 | 2.04 |
| Zone 3 (30cm) | 1,822 | 7,85 | 15.38 | 6.26 | 2.50 |
| Zone 3 (60cm) | 2,791 | 7,81 | 15.23 | 6.20 | 2.25 |
| Zone 3 (90cm) | 2,804 | 8,03 | 15.10 | 5.95 | 2.10 |

| | | | | | |
|--|------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Parcelle n°02 : 12 ha (exploitation agricole privée) | | | | | |
| Commune : Oued Djemaa | | | | | |
| Coordonnées : X : 0° 36' 44,3196" Y : 35° 46' 54,354" Z: 55 m | | | | | |
| N° échantillon | Ce (dS/m) | pH | CT % | CA % | MO % |
| Zone 1 (30cm) | 3,010 | 7,47 | 7.55 | / | 1.26 |
| Zone 1 (60cm) | 3,132 | 7,60 | 8.34 | / | 1.16 |
| Zone 1 (90cm) | 3,876 | 7,82 | 8.53 | / | 0.94 |
| Zone 2 (30cm) | 3,308 | 7,75 | 7.87 | / | 1.40 |
| Zone 2 (60cm) | 3,244 | 7,88 | 7.93 | / | 1.27 |
| Zone 2 (90cm) | 3,675 | 8,00 | 8.23 | / | 1.05 |
| Zone 3 (30cm) | 3,884 | 7,85 | 8.65 | / | 1.30 |
| Zone 3 (60cm) | 4,138 | 7,91 | 8.34 | / | 1.12 |
| Zone 3 (90cm) | 4,329 | 8,10 | 8.76 | / | 1.00 |

| | | | | | |
|--|------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Parcelle n°03 : 30 ha (EAC n°05 ex DAS Younes) | | | | | |
| Commune : Relizane | | | | | |
| Coordonnées : X : 0° 36' 5,6484" Y : 35° 46' 23,9376" Z: 55 m | | | | | |
| N° échantillon | Ce (dS/m) | pH | CT % | CA % | MO % |
| Zone 1 (30cm) | 6,100 | 7,78 | 7.69 | / | 1.28 |
| Zone 1 (60cm) | 6,234 | 7,86 | 8.49 | / | 0.92 |
| Zone 1 (90cm) | 6,757 | 7,83 | 7.64 | / | 0.81 |
| Zone 2 (30cm) | 6,43 | 8,06 | 7.51 | / | 1.05 |
| Zone 2 (60cm) | 7,12 | 8,04 | 8.36 | / | 0.91 |
| Zone 2 (90cm) | 7,651 | 8,10 | 7.21 | / | 0.83 |
| Zone 3 (30cm) | 6,218 | 7,92 | 7.89 | / | 1.22 |
| Zone 3 (60cm) | 6,453 | 7,74 | 8.49 | / | 1.10 |
| Zone 3 (90cm) | 6,798 | 7,91 | 8.90 | / | 0.92 |

| Parcelle n°04 : 09 ha (EAC n°04 ex DAS Younes) | | | | | |
|--|-----------|------|-------|------|------|
| Commune : Relizane | | | | | |
| Coordonnées : X : 0° 35' 47,2416" Y : 35° 45' 59,5656" Z: 54 m | | | | | |
| N° échantillon | Ce (dS/m) | pH | CT % | CA % | MO % |
| Zone 1 (30cm) | 3,231 | 7.84 | 8.88 | / | 1.21 |
| Zone 1 (60cm) | 3,756 | 7.99 | 9.34 | / | 0.82 |
| Zone 1 (90cm) | 4,145 | 7.88 | 9.61 | / | 0.81 |
| Zone 2 (30cm) | 3,645 | 8.04 | 9.43 | / | 1.04 |
| Zone 2 (60cm) | 4,034 | 8.05 | 9.67 | / | 1.00 |
| Zone 2 (90cm) | 4,423 | 7.93 | 10.12 | / | 0.93 |
| Zone 3 (30cm) | 3,884 | 7,85 | 9.89 | / | 1.22 |
| Zone 3 (60cm) | 4,097 | 7,98 | 10.04 | / | 1.04 |
| Zone 3 (90cm) | 4,276 | 8,10 | 10.32 | / | 0.96 |

3. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures dans la zone de la Mina

| cultures | Données climatiques (ONM de Relizane) | | | | | | | | | | | | total | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------------------|----------------------|--------------|
| | mois | | | | | | | | | | | total | | |
| | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar s | Avril | Mai | juin | juil | Aout | | Sept | |
| ETP (mm) | 98 | 55 | 39 | 44 | 60 | 99 | 137 | 174 | 198 | 231 | 232 | 153 | 1520 | |
| pluie (mm) | 21,5 | 39,1 | 32,2 | 33,3 | 29,1 | 29,7 | 28,4 | 22,8 | 4,7 | 1,5 | 2,8 | 12,6 | 257,7 | |
| pluie efficace (mm) (80%) | 17,2 | 31,28 | 25,76 | 26,64 | 23,28 | 23,76 | 22,72 | 18,24 | 3,76 | 1,2 | 2,24 | 10,08 | 206,16 | |
| culture | Coefficient cultural (Kc) données par le bulletin n°56 de la FAO. | | | | | | | | | | | | | |
| Blé dur / Blé Tendre | | 0,50 | 0,85 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 0,92 | | | | | | | |
| Orge / Avoine | 0,5 | 0,52 | 0,85 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 0,82 | | | | | | | |
| Sorgho | | | | | | | | 0,41 | 0,81 | 1,00 | 1,00 | 0,88 | | |
| Maïs grain | | | | | | | | 0,5 | 0,65 | 0,95 | 1,1 | 0,6 | | |
| Luzerne | 0,71 | 0,75 | 0,75 | 0,85 | 0,90 | 0,80 | 0,80 | 0,95 | 0,8 | 0,8 | 0,71 | 0,6 | | |
| Pomme de terre (saison) | | | | | 0,50 | 0,86 | 1,05 | 1,05 | 0,98 | | | | | |
| Pomme de terre (Arrière Saison) | 1,05 | 0,66 | | | | | | | | | 0,64 | 0,93 | | |
| Melon/pastèque | | | | | | | 0,35 | 0,70 | 0,95 | 0,92 | | | | |
| Artichauts | 0,82 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,48 | 0,48 | 0,46 | 0,35 | 0,46 | | |
| Agrumes | 0,71 | 0,71 | 0,81 | 0,75 | 0,75 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | | |
| Olivier | 0,5 | 0,5 | 0,5 | | | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | | |
| Rosacées | 0,85 | 0,83 | 0,76 | 0,62 | 0,5 | 0,5 | 0,61 | 0,73 | 0,85 | 0,92 | 0,92 | 0,85 | | |
| culture | Besoins en eau d'irrigation mensuels (mm) | | | | | | | | | | | total (mm) | total (m3/ha) | |
| Blé dur / Blé Tendre | | 0 | 7 | 20 | 40 | 80 | 103 | | | | | | 250,2 | 2 502 |
| Orge / Avoine | 32 | 0 | 7 | 20 | 40 | 79 | 90 | | | | | | 267,3 | 2 673 |
| Sorgho | | | | | | | | 53 | 157 | 230 | 230 | 125 | 793,8 | 7 938 |
| Maïs grain | | | | | | | | 69 | 125 | 218 | 253 | 82 | 746,6 | 7 466 |
| Luzerne | 52 | 10 | 3 | 11 | 31 | 55 | 87 | 147 | 155 | 184 | 162 | 82 | 979,1 | 9 791 |
| Pomme de terre (saison) | | | | | 7 | 61 | 121 | 164 | 190 | | | | 544,0 | 5 440 |
| Pomme de terre (Arrière Saison) | 86 | 5 | | | | | | | | | 146 | 132 | 369,2 | 3 692 |
| Melon/pastèque | | | | | | | 25 | 104 | 184 | 211 | | | 524,5 | 5 245 |
| Artichauts | 63 | 21 | 11 | 15 | 34 | 70 | 107 | 65 | 91 | 105 | 79 | 60 | 722,9 | 7 229 |
| Agrumes | 52 | 8 | 6 | 6 | 22 | 47 | 75 | 105 | 125 | 149 | 149 | 89 | 832,3 | 8 323 |
| Olivier | 32 | | | | | 26 | 46 | 69 | 95 | 114 | 114 | 66 | 561,8 | 5 618 |
| Rosacées | 66 | 14 | 4 | | 7 | 26 | 61 | 109 | 165 | 211 | 211 | 120 | 993,5 | 9 935 |
| | besoin en eau d'irrigation moyen estimé (mm) à l'hectare | | | | | | | | | | | 632,1 | 6 321 | |

Références bibliographiques

- ABH – Cheliff Zahrez, 2012.** Agence de Bassin Hydrographique Cheliff – Zahrez, plan directeur d'aménagement des ressources en eau. Document interne
- AFA (Association Française d'Agroforesterie), 2012.** Fiche pratique n°10 « intégrer la Biodiversité dans les systèmes d'exploitation agricoles »- Association Française d'Agroforesterie:
<http://www.agroforesterie.fr>
- Agroforestry Systems, 1982** - Editorial – What is Agroforestry? *Agrof. Syst.* 1: 7-12.
- Aime, S. 1991.** Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumides, semi arides et arides dans l'étage thermoméditerranéen du Tell Oranais (Algérie nord occidentale). Thèse d'état. Univ. Aix – Marseille 3. 190 P ;
- Ait Chitt M., Belmir H. & Lazrak A., 2007.** Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. Transfert de technologie en agriculture. Maroc. N° 153: 1-4.
- André Vézina, 1994.** les haies brise-vent pour la protection des aires de travail, des bâtiments et des pâturages. Actes du colloque l'Arbre en ville et à la campagne : P161
- André Vézina, 2000.** Note de cours « Les haies brise-vent » I.T.A. de La Pocatière
- Anonyme, 1958.** Apiculture : Modernisation de l'apiculture algérienne: documents algériens. Série économique - Alger, Algérie: n°127 : 9 pages
- Anonyme, 2009.** Managing *Prosopis juliflora* - A Technical Manuel: forestry research programme. Department for international development – country of India: 04
- Anonyme, 2010.** Office de l'Elevage et des Pâturages : (Luzerne arborescente) *Medicago arborea* L - Tunisie. www.oep.nat.tn/uploads/documentations/fr/medicago_arborea.pdf
- Anonyme, 2013.** inventaire plantes exotiques - site Natura 2000 "Etang De Mauguio" www.etang-de-l-or.com/.../Biodiversite/.../FICHE_Fevier_amerique.pdf
- Anonyme, 2014.** *Balanites aegyptiaca* – Rongead 16/09/2014.
www.rongead.org/IMG/pdf/Balanites_aegyptiaca_16.09.pdf
- ANRH, 2003.** Suivi et modélisation de la salinité des sols dans le périmètre irrigué de la Mina.43 p.
- Arif A., Tiedeman J., Chryiaa A., Derkaoui M., 1994.** *Atriplex* as forage for arid areas of Morocco: a review. Actes de la Conférence sur les “Acquis et perspectives de la recherche agronomique dans les zones arides et semi-arides du Maroc”. 24-27 Mai, Rabat, Morocco: 573-590.
- Aubert et Monjauze, 1946.** Observation sur quelques sols de l'oranie Nord- Occidentale- Influence du déboisement, de l'érosion sur leur évolution (I) Compte- rendu du sommaire des séances de la société de biogéographie, t. 23, no199. Pp.44 – 51.
- Auclair, D. ; Dupraz, C. 1999.** Preface. *Agroforestry Systems* **43**: 1-4.
- Bagnouls F. et Gaussen H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, pp 193- 239.
- Balandier, P.; Dupraz, C. 1999.** Growth of widely spaced trees. A case study from young agroforestry plantations in France. *Agroforestry Systems* **43**: 151-167
- Becquey, J. 1997.** Les noyers à bois. Les guides du sylviculteur. 3^{ème} édition. Institut pour le Développement Forestier. Paris, France. 144p.
- Benabdeli. K ,1996.** Aspects physionomico-structuraux et dynamiques des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Daya (Algérie septentrionale occidentale). Thèse d'état. Univ. Sidi Bel Abbés. 356 P
- Benammar .Ch et al, 2010.** Effets antioxydants et immunomodulateurs d'une plantemedicinale nord africaine, *zizyphus lotus* L. (sedra) : etude des differents extraits - diplôme de Doctorat en Biologie Moléculaire et Cellulaire Université Aboubekr Belkaid – Tlemcen P 10
- Benammar .Ch et al, 2010.** *Zizyphus lotus* L. (Desf.) modulates antioxidant activity and human T-cell proliferation *Complementary and Alternative Medicine*.
- Benchâabane, A. (1997).** Biotechnologie et sécurité alimentaire. Cas de l'*Atriplex halimus* dans la production de viande de camelins et caprins dans la vallée du drâa (Maroc). Dans : *Actualité Scientifique : Biotechnologies, Amélioration des Plantes et Sécurité Alimentaire*. Collection Universités Francophones. Ed. ESTEM, Paris, p. 169.
- Bergez, J-E. ; Etienne, M. ; Balandier, P. 1999.** Always: a plot-based sylvopastoral model. *Ecological Modelling* **115 (1)**: 1-17.

- Boisset, K., 2005.** Perspectives de développement de l'agroforesterie en Sarthe. Mémoire de fin d'études, ENITA de Bordeaux, Chambre d'Agriculture de la Sarthe, 40p
- Bonnet, J., 2001.** Larousse des arbres - Dictionnaire des arbres et des arbustes p. 512.
- Boualla N., 2002.** Caractérisation physico-chimique des eaux souterraines de la plaine de la Mina. Thèse de magister. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran.
- Bouammar, 2007.** Le Développement Agricole dans les régions Sahariennes. Cours de socio-économie des zones sahariennes, Post graduation Gestion des Agrosystèmes Sahariens. Université d'Ouargla. 64 pages.
- Brandle J. R., 1987.** Windbreaks and crop production. SAF National Convention, October 18-21, Minneapolis (USA).
- CASUARINACEAE (CASUARINA FAMILY) *ex J.R. & G. Forst., Casuarina equisetifolia L.,*
- Cédric Frenette Dussault, (2008)-** L'agroforesterie comme outil de développement durable dans les pays en voie de développement. Sherbrooke, Québec, Canada.11-12
- Centre Canadien de Télédétection (CCT) 1999.** Notions fondamentales de la télédétection 1999).
- Chaabane. A, 2010.** Flore et Végétations Méditerranéennes. Master MODECO. Institut Sylvo-Pastoral de Tabarka - Université Virtuelle de Tunis.http://pf-mh.uvt.rnu.tn/746/1/flore_vegetation_mediterraneennes.pdf
- Chiffot, V. ; Bertoni, G. ; Cabanettes, A. ; Gavaland, A. 2006.** Beneficial effects of intercropping on the growth and nitrogen status of young wild cherry and hybrid walnut trees. *Agroforestry Systems* 66: 13-21.
- Cisse.M_ et Gourbiere.F, 1993.** décomposition de la litière de filao (*Casuarina equisetifolia* Forst_J au Sénégal activité de la faune détritivore- **ORSTOM** (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération), Laboratoire de Biologie et Physiologie Végétales, Dakar,
- Claudine, R, 2007.** Le nom de l'arbre : le grenadier, le caroubier, le jujubier, le pistachier et l'arbousier. Actes sud leMajan, 1^{er} édition France, p. 45-62.
- Commission Européenne, 2000** .Manuel des concepts relatifs aux systèmes d'information sur l'occupation et l'utilisation des sols- thème agriculture et pêche- commission européenne 2000
- Crins, W.J. 1989.** the *Tamaricaceae* in the Southeastern United States. *J. Arboretum* 70:403-425.
- CRPF Poitou-Charentes., 1994.** Le noyer à bois : une essence régionale traditionnelle. Plaque d'information. Smarves, France. 2p.
- CRPF Languedoc-Roussillon, 2007.** L'expérience du domaine départemental de Restinclières : Fiche-Essence - Cyprès vert - réalisée dans le cadre du programme PIRAT (Programme Intégré de Recherches en Agroforesterie à Restinclières), avec l'appui financier du Conseil Général de l'Hérault.
- Daget. Ph ,1977.** Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen : le climat. *Not. Mons. P., H. S.,* pp 101 – 126.
- Dahane, 2006.** Incidence des facteurs écologiques sur les accroissements du liège de quelques subéraies oranaises. Thèse Mag. Sci. Univ. Tlemcen, 130 pages.
- De Baets .N, Gariépy .S et Vézina. A en 2007.** le portrait de l'agroforesterie au Québec - agriculture et agroalimentaire Canada- Mars 2007. P 5-7
- De Baets. N, 2007.** Le potentiel des pratiques agroforestières pour contribuer à la multifonctionnalité de l'agriculture de la MRC du Rocher-Percé : Une étude socioéconomique exploratoire- Département des Sciences du Bois et de la Forêt Faculté de Foresterie et de Géomatique Université Laval
- Debrach ,1953.** Note sur les climats du Maroc Occidental, Maroc Méridional. 1134 pages.
- Diatta Marone, 2010.** évaluation de l'impact socio-économique des brise-vent dans le delta et la moyenne vallée du fleuve Sénégal- Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en Agroforesterie pour l'obtention du grade de Maître es sciences (M.Sc.). P13
- Djebaili, 1984.** Steppe algérienne, physiologie et écologie. O. P. U. Alger, 127 pages.
- Djemai Zoughlache . S, 2009.** Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus lotus* L. mémoire de magister en Biologie option Biochimie Appliquée université -El Hadj Lakhder –Batna P 2
- Djili K., 2000.** Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie : Création d'une banque de données informatisées et l'utilisation d'un système d'information géographique pour la spatialisation et la vectorisations des données pédologique. Thèse doc. INA. Alger. 384p.
- Documentation télécharger** From Wikipedia, the free encyclopedia <https://fr.wikipedia.org/>

- Douaoui A., Gascuel-Oudou C., Walter Ch. 2004.** Infiltrabilité et érodibilité de sols salinisés de la plaine du Bas Chélib (Algérie). Mesures au laboratoire sous simulation de pluie. EGS, 11, (4) 392.
- Dufumier M., 1996.** Les projets de développement agricole : manuel d'expertise, collection Économie et développement, éditions Karthala, Paris, 354p
- Dupraz C. et al 2005.** Rapport final du programme SAFE (Silvoarable Agroforestry For Europe), INRA-UNION Européenne, 771p.
- Dupraz C. et al, 2008.** L'agroforesterie en Midi-Pyrénées : Synthèse réalisée par Arbre et Paysage 32. D'après les travaux de l'équipe de Christian Dupraz – INRA de Montpellier et les travaux bibliographiques réalisés par Agroof développement.
- Dupraz et Capillon, 2005.** L'agroforesterie : une voie de diversification écologique de l'agriculture européenne ? Cahier d'étude DEMETER- Economie et Stratégies agricoles, Paris, 11p.
- Dupraz et Liagre, 2005.** De la recherche au terrain : Organiser le développement de l'agroforesterie. Programme ADAR d'Innovation et de prospective, 60p.
- Dupraz, 1994.** Les associations d'arbres et de cultures intercalaires annuelles sous climat tempéré. Revue Forestière Française, numéro spécial 1994, 72-83.
- Dupraz, 2002.** Tree-crops interaction model. state of the art report. Deliverable 1.1.1 of the SAFE Europeans Research Contract. QLK5-CT-2001-00560, 35p.
- Dupraz, 2005.** Le fonctionnement d'une parcelle agroforestière. Dans: Conférence nationale française de restitution des résultats du projet SAFE : le 26 janvier 2005 à Paris. Site internet : <http://www.montpellier.inra.fr/safe/conferences/Paris/3-Le%20fonctionnement%20d%27une%20parcelle%20agroforesti%E8re.pdf>.
- Dupraz. C ; Newman, S.M. 1997.** Temperate agroforestry: the European way. Dans : Gordon, A.M. ; Newman, S.M. (éd.). Temperate Agroforestry Systems. CAB International. New-York, USA. pp 181-236.
- Ed Verheij, 2003.** l'agroforesterie – Série Agrodok No. 16 Wageningen, the Netherlands 2003. P15
- El Mzouri E., Chiriya A., El Mourid M., Laamari A., 2000.** Improving feed resource and quality in the dryland areas of Morocco by introducing the strip-alley cropping system. In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds.) Vol. II: 340-347.
- Emberger, 1955; Estienne & Godron, 1970.** Une classification biogéographique des climats. Recueil.
- Emberger. L, 1942.** Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull. Sx. Hist. Nat. Toulouse, pp 97 – 124.
- Etienne. M, 1996.** Research on temperate and tropical silvopastoral systems: a review. Dans : Etienne, M. (Ed.) Western European silvopastoral systems. INRA. Versailles, France. pp 5-19.
- FAO, 1998.** Elaboration d'une base de données sur l'occupation du sol grâce à la télédétection et à un système d'informations géographiques. Série Télédétection pour décideurs N° 21.
- FAO, 2006.** Conférence électronique sur la salinisation. Extension de la salinisation et stratégies de réhabilitation. Organisée et coordonnée par Programme International pour la Technologie et la Recherche en Irrigation et Drainage, du 6 février au 6 Mars 2006. 12p.
- FAO, 2006:** Irrigation and Drainage Paper No. 56. Crop Evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements): 106-112
- Fouzia YAHIAOUI, 2009.** LE CYPRES - Programme pour l'Afrique du Nord North Africa program « Projet Education et Conservation de la Biodiversité » Education and Biodiversity Conservation Projet Agence Nationale pour la Conservation de la Nature
- Francllet et Le Houérou, 1971, Quezel et Santa, 1962, Mesbah, 1998 ; in Maalem, 2002 Thornburg A.A., 1982.** Plant materials for use on surface-mined lands in arid and semiarid regions. USDA – Soil Conservation Service, SCS – TP – 156 EPA – 600/7 – 79 – 134: 58.
- Ghedira, K., et al, 1994.** Four cyclopeptides alkaloids from *Zizyphus lotus*. *Phytochemistry*, 38: 772.
- Ghoul et Peter, 1974.** Etude agro-pédologique du périmètre de la Mina.
- Ghoul, 1974.** Etude agro-pédologique des extensions du périmètre de la Mina. Echelle 1/20000. ANRH.
- Guyot, 1985.** Les effets aérodynamiques et microclimatiques des brise-vent et des aménagements régionaux- Actes du séminaire international sur les brise-vent, Tunis 1983, pp. 9-54.
- Hadj Allal F. Z, 2014.** Contribution à l'étude du genre Tamarix: aspects botanique et Phyto-écologique dans la région de Tlemcen - Magister en Ecologie - Département d'Ecologie et Environnement Université De Tlemcen : 12-19

- Halitim, 1973.** Etude expérimentale de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie en vue de leur mise en culture. Thèse de 3ème cycle. Univ de Rennes, 176 p.
- Halitim, 1985.** Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes Plaines Steppiques d'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la génèse et le comportement des sols. Thèse Doct. d'Etat, Université de Rennes, 383 p.
- Halitim, 1988.** Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger, 384 p
- Hanover, J.W. 1993.** Black locust: an excellent fiber crop. Dans: Janick, J.; Simon, J.E. (éd.). *New Crops*. Willey. New York, USA. pp 432-435
- Herzog, F. 1998.** a traditional agroforestry system as a model for agroforestry development in temperate Europe. *Agroforestry Systems* **42**: 61-80.
- Herzog, F. 2000.** The importance of perennial trees for the balance of northern European agricultural landscapes. *Unasylva* 51 (200) : 42-47.
- Houmani, M. 1997.** Évolution des terres de parcours et bilan fourrager dans les zones arides algériennes. Dans : *Actualité Scientifique : Biotechnologies, Amélioration des Plantes et Sécurité Alimentaire*. Collection Universités Francophones. Ed. ESTEM, Paris, pp. 175-176.
- Hyder S.Z., 1981.** Preliminary observations on the performances of some exotic species of *Atriplex* in Saudi Arabia. *Journal Range Management*, 34: 208-210.
- IFAD, 2000.** *Opuntia* spp. A Strategic Fodder for Arid and Semi-Arid Areas. Agricultural Technologies for Rural Poverty Alleviation. Technical Advisory Notes. Prepared by the Mashreq/Maghreb Project: 1-4.
- INRF, 2011.** arbres et arbustes fourragers destinés à l'alimentation du bétail dans les zones arides et semi-arides Algérie.
- INRF, 2012.** Protection des périmètres agricoles dans les régions arides et semi-arides document technique.
- INSID 2011.** Salinisation des sols dans le périmètre irrigué de la Mina (Relizane, Algérie)-
- INSID, 2008.** Caractérisation de l'état actuel de la salinité dans le périmètre irrigué de la Mina.
- INSID, 2013.** Carte d'occupation du sol wilaya de Relizane- notice explicative
- I.S.R.A (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles), 1994.** Programmes de Recherche – Projet national de semences forestières-Direction des Recherches sur les Productions Forestières - DAKAR (Sénégal) P13
- ITGC, 1995.** Institut Technique des Grandes Cultures d'Algérie : les mauvaises herbes des grandes cultures (biologie, écologie et moyens de lutte) guide technique. 09-10 p
- J.C. Dagar et O.S. Tomar, 2002.** Utilization of Salt Affected Soils & Poor Quality Waters for Sustainable Biosaline Agriculture in Arid and Semiarid Regions of India - Central Soil Salinity Research Institute, Karnal-132001, India: 341-342
- J.O n°50 du 09/12/1987 et J.O n°47 du 18/08/2010.** Site web du ministère de l'intérieur et des collectivités locales- Algérie
- Jones R., 1970.** The biology of *Atriplex*. Division of Plant Industry, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Camberra (Australia): pp. 128.
- Jordan, C.F. 2004.** Organic farming and agroforestry: alley cropping for mulch production for organic farms of southeastern United States. *Agroforestry Systems* **61**: 79.
- Jose, S; Gillepsie, A.R; Pallardy, S.G, 2004.** Interspecific interactions in temperate agroforestry. *Agroforestry Systems* 61: 237-255.
- Keresztesi, B. 1980.** Le robinier faux acacia. *Unasylva* 32 (127): 23-32.
- Kinet, J.M., Benrebaha, F., Bouzid, S., Laihacar, S. et Dutuit, P, 1998.** Le réseau *Atriplex* : Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi-arides. *Cahiers d'Ariculture*, vol 7 : 505-509.
- Le Floc'h E., 1989.** Plantation d'arbustes fourragers. Bilan préliminaire de 30 ans de pastoralisme. RAB/84/025, FAO, 240 p.
- Le Houérou H. N., 1980.** Background and justification. In: H.N. Le Houérou (ed.). "Browse in Africa. The current state of knowledge". International Livestock Center for Africa, Addis Abeba (Ethiopia): 491.
- Le Houérou, H.N, 1992.** The role of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin: A review. *Agroforestry System*, 18: 107.

- Le Houérou H. N., 2002.** Multipurpose germplasm of fodder shrubs and trees for the rehabilitation of arid and semi-arid land in the Mediterranean isoclimatic zone. *Options Méditerranéennes*, 37: 1-118.
- Legros, 2009.** La salinisation des terres dans le monde. Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, 2009, <http://academie.biu-montpellier.fr/>, conférence n°4069, Bull. n°40, p. 257-269.
- Lhoste P., Dolle V., Rousseau J., Soltner D., 1993.** Manuel de zootechnie des régions chaudes, collection Manuels et précis d'élevage, ministère de la Coopération, Paris, 228p.
- Liagre F, et al, 2005.** Dossier Agroforesterie : produire autrement. *Chambre d'Agriculture*, 945, pp.12-42.
- Liagre. F, 2006.** Les haies rurales : rôles, création, entretien. France agricole, Paris.
- MAAPAR, 2003.** (Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales) Thème forêt – bois : graines et plants forestiers. Site internet : http://www.agriculture.gouv.fr/spip/ressources.themes.foretbois.grainesetplantsfores_tiers_r757.html.
- MADR, 2004.** (Ministère de l'Agriculture, et de développement rural, et de la Pêche) Recueil et registre des statistiques agricoles
- Mahdad. M Y, 2013.** Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) dans le Nord-ouest de l'Algérie - diplôme de Magister en Agronomie Département des Sciences de l'Agronomie et des Forêts- Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen : 02-74
- Mainguet, 2003.** Les pays secs, Environnement et Développement. Collection Carrefours. Edition Ellipses, 32 rue Bague, Paris. 159 pages.
- Marc Bied - Charreton, 2009.** sécheresse, désertification et développement en Afrique, Cours de master 2 – 2007- UVSQ et CERDI Version 10/10/09, l'Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines. P 03.
- Mazoyer, 1985 in Ababsa, 2007 :** Introduction au cours de socio économie du développement des régions sahariennes en Algérie. 2ème édition, INRA d'Algérie. 207 pages.
- Meddi M. et Hubert P, 2003.** Impact de la modification du régime pluviométrique sur les ressources en eau du Nord-Ouest de l'Algérie. *Hydrology of the Mediterranean and semiarid Regions*. IAHS, 2003; 278 : 1-7.
- Meddi. H & Meddi. M, 2009.** étude de la persistance de la sécheresse au niveau de sept plaines algériennes par utilisation des chaînes de MARKOV (1930-2003).
- Mémento de l'agronome.** 4ème édition 1991. Ministère de la Coopération et du Développement.
- Mermoud, 2006.** Maitrise de la salinité des sols. Cours de physique du sol. Ecole polytechnique de Lausanne. p.1-14.
- Meziani. W, 2011.** Aménagement intégrés des bassins versants et développement durable dans la région de Maghnia cas du barrage hammam Boughrara Tlemcen (Algérie).
- Monjauze A., Le Houerou H.N, 1965.** Le rôle des *Opuntia* dans l'économie agricole nord-africaine. *Bulletin de l'Ecole Supérieure Agricole de Tunis*, (8/9): 85.
- Montoroi. J. P., 2005.** Sols salés et environnement. *Sols et Environnement*. Chapitre 27, 608-627p. Dunod, Paris. 816p.
- Mounni. S, 2008.** Etude de la fraction glucidique des fruits de *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L., et *Zizyphus lotus* L., Mémoire de Magistère en Agronomie, Université de Batna.,
- Mugendi, D.N. ; Nair, P.K.R. ; Mugwe, J.N. ; O'Neill, M.K. ; Woome, P. 1999.** Alley cropping of maize with calliandra and leucaena in the subhumid highlands of Kenya : Part 1. Soil fertility changes and maize yield. *Agroforestry Systems* 46: 39-50.
- Mulas M., Mulas. G, 2004.** Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *opuntia* dans la lutte contre la désertification - Short and Medium - Term Priority Environmental Action Programme (SMAP). Université des études de Sassari groupe de recherche sur la désertification : 10-11-16-27
- Nahal, 2006.** La Désertification dans le Monde, causes – processus – conséquences – lutte. Collection Biologie, Ecologie, Agronomie. Edition l'Harmattan France.150 pages.
- Nair, P.K.R, 1993.** An Introduction to Agroforestry (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers). p. 25
- Nair, P.K.R. 1985.** Classification of Agroforestry Systems. *Agrof. Syst.* 3: 97-128
- Nair, P.K.R. 2007.** The Coming of Age of Agroforestry. *J. of Sci. of Food & Ag.* 87
- Nair, V.D.; Graetz D.A. 2004.** Agroforestry as an approach to minimizing nutrient loss from heavily fertilized soils: The Florida experience. *Agroforestry Systems* 61: 269-279.

- Nedjimi. B et al, 2013.** Premiers résultats sur la germination de la luzerne arborescente en conditions contrôlées- Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Université de Djelfa Algerian journal of arid environment: 56-57
- Nelroy E. Jackson, 1996.** Chemical Control of Saltcedar (*Tamarix ramosissima*), Saltcedar Management Workshop, The Agricultural Group, Monsanto Company
- Olivier. A, 2001.** La protection et la mise en valeur des ressources du milieu rural par l'agroforesterie – Université Laval, Québec, G1K 7P4.
- Ong, 1996.** A framework for quantifying the various effects of tree-crop interactions. In: Treep-Crop Interactions A Physiological Approach 1-23 Eds. C.K. Ong and P. Huxley. Wallingford: CAB International.
- Orwa. C, et al, 2009.** Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0 (<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>)
- Patarin. B, 2006.** Les potentialités agroforestières dans le bassin versant du Marais Poitevin, en France - Maître ès sciences (M.Sc) Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de Foresterie et de Géomatique Université Laval : 88
- PATW, 2013.** plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Relizane
- Peguy .CH. 1961.** - précis de climatologie. Masson, Paris.347P, 1 Vol. 397 P., 97Fig. Doc en ligne : http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/medit_0025_8296_1965_num
- PNDA, 2001.** Plan national de développement agricole. Résultat de l'enquête du ministère de l'Agriculture. 2001.
- Postma, M. 2005.** It's all in the mix. Agroforestry, a prospective land use system for the Netherlands. Master of Sciences Thesis Plant Production Systems. Group Plant Production Systems. Department of Plant Sciences. Wageningen University. Wageningen, Pays-Bas. 212p.
- Qadir et Oster, 2004.** Crop and irrigation Manage strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. Sci. Total Environ. 323: 1-19.
- Quezel, P., et Santa, S. 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Edition du centre national de la recherche scientifique, Paris p. 620.
- Rahmoune .C et al 2004.** Etude comparative de rendement en matière sèche et en matière azotée totale de trois espèces de plantes steppiques du genre Atriplex. In: Cantero- Martínez C. (ed.), Gabiña D. (ed.). *Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability*. Zaragoza : CIHEAM, 2 004. p. 2 1 9 -2 2 1 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n°. 60)
- Rédei, K. ; Osváth-Bujtás, Z. ; Balla, I. 2002.** Clonal approaches to growing black locust (*Robinia pseudoacacia*) in Hungary : a review. *Forestry* 75(2): 547-552.
- Reisner, Y; Herzog, F; De Filippi, R. 2004.** Target regions for silvoarable agroforestry in Europe. Soumis à Ecological Engineering. 17p.
- Rivest, D. 2004.** La culture intercalaire peut-elle dynamiser la plantation des arbres feuillus à bois noble au Québec ? Essai présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.). Département de Phytologie. Faculté des Sciences de l'agriculture et de l'alimentation. Université Laval. Sainte-Foy, Québec, Canada. 108p.
- Roose. E, Sabir. M, Laouina. A, 2010.** Gestion durable des eaux et des sols au Maroc Valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes - chapitre10 « Zones forestières : l'arbre et la GCES » ROOSE. E, SABIR. M - Institut de Recherche pour le Développement – Marseille France : 285-286
- Roy-Noel j. 1974.** Recherches sur l'écologie des Isoptères de la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal). Introduction et première partie: le milieu. *Bulletin de l' J. F. A. N* 36, série. A : 291-378.
- Rsaissi N et Bouhache M, 2002.** La lutte chimique contre le jujubier .Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD (Ed).n0 94.Rabat ,4p.
- Ruchaud. F, 1999.** Bilan technique du boisement des terres agricoles, Cemagref. 54p.
- SAFE, 2005.** SAFE (Silvoarable Agroforestry For Europe) Project: Final Progress Report. Volume3: Contractor Reports.224p. Site internet : http://www.montpellier.inra.fr/safe/english/results/final-report/SAFE_%20fourth%20Year%20Annual%20Report%20Volume%203.pdf
- SCDV « Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique », 2008 :** journée internationale de la biodiversité biologique en 22 mai 2008 sur le slogan « biodiversité et agriculture - protéger la biodiversité et assurer la sécurité alimentaire » Montréal Canada.
- Sebillotte. M, 1976.** Jachères, système de culture, système de production : méthodologie d'étude. In :

Actes des journées d'études Agronomie-sciences humaines, 5-6 juillet, Institut National agronomique de Paris-Grignon, Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique Appliqué, 24(2-3) :241.

Seltzer, 1946 - Le climat de l'Algérie Inst. De météo et de physique du globe de l'univ. Alger. 219P.

Servaire, M., 2007. Etude de la faisabilité de la mise en place d'agroforesterie sur la plaine du Vistre-Ingénieur de l'ENESAD. Mémoire de fin d'études P18

Soltner, D., 1978. Planter des haies, brise-vent, bandes boisées. Collection Sciences et Techniques agricoles. Angers.

Souayah, N., Khouja, M.L., Rejeb, M.N. et Bouzid, S. 1998. Micropropagation d'un arbuste sylvo-pastoral, *Atriplex halimus* L. (*Chénopodiacées*) pp. 131-135.

Stamps et Linit, 1998 Stamps, W.T. ; Linit, M.J. 1998. Plant diversity and athropod communities : implications for temperate agroforestry. Agroforestry Systems 39: 73-89

Stamps, W.T.; Woods, T.W.; Linit, M.J.; Garrett, H.E. 2002. Arthropod diversity in alley cropped black walnut (*Juglans nigra* L.) Stands in eastern Missouri, USA. Agroforestry Systems 56: 167-175.

Steppler, H.A. ; Nair, P.K.R. 1987. Agroforestry: A Decade of Development. ICRAF. Nairobi, Kenya. 265 p.

Thevathasan, N.V.; Gordon, A.M. 2004. Ecology of tree intercropping systems in the North temperate region: experiences from southern Ontario, Canada. Agroforestry Systems 61: 257-268.

Thomas F. Geary, 1990. Part II—Species Descriptions • *Casuarina equisetifolia* L. *Casuarina litoria* Rumph., *Casuarina littoralis* Salisb. Forestry Consultant Washington, DC. P 378-379

Tiedeman J.A., Chouki S., 1989. Range management in Central Tunisia. Office of Livestock and Pastures, Ministry of Agriculture, Tunisia and Oregon State University, Corvallis OR (USA).

Toumi, S, 2013. Application des techniques nucléaires et la télédétection à l'étude de l'érosion hydrique dans le bassin versant de l'oued Mina Thèse doc. Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique. Alger.09 P

U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnostic and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A Handbook, n°60, 160p.

Valengin F.X., 2006. Les haies de nos régions. Centre Régional de la Propriété Forestière Nord Pas De Calais – Picardie, 27 p.

Vilayati Babul, 2009. Managing *Prosopis juliflora* - A Technical Manuel: forestry research programme. Department for international development: 04

Von Maydell, 1983; Jaouen, 1988. Quelques espèces ligneuses et herbacées utilisées pour la fixation des dunes - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. Centre technique forestier tropical, 1989. P52

Waston et al., 1992, Waston, L., et Dallwitz, M.J, 1992. The families of flowering plants,. Heart Disease Risk Factor Study. Am J Clin Nutr, 77: 8.

<http://www.burkinafaso-cotedazur.org>

<http://www.wikipédia.com>

<http://www.Montpellier.inra.fr/SAFE>