



وزارة الفلاحة
والموارد المائية
والصيد البحري



O-Conseils

Etude sur la rentabilité des bonnes pratiques économes en eau et formation des format-rices/eurs

N° du projet – 19. 2107.1-001.00

Livrable 3

Rapport d'étude

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES | 1 |
| LEXIQUE | 1 |
| 1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA MISSION | 2 |
| 2. DEFINITION DU CADRE DE CONCERTATION | 3 |
| 2.1 PANORAMA GENERAL..... | 3 |
| 2.2 ORGANISATION DE LA COLLECTE DES DONNEES SUR LE TERRAIN POUR LES BENEFICIAIRES DIRECTS | 4 |
| 2.2.1 <i>Organisation de l'enquête.....</i> | 4 |
| 2.2.2 <i>Caractéristique de l'échantillon enquêté.....</i> | 6 |
| 3. LES ENSEIGNEMENTS DE L'ETUDE | 7 |
| 3.1 CARACTERISTIQUE DU TERRITOIRE D'ETUDE | 7 |
| 3.2 ENSEIGNEMENT DE LA CONCERTATION..... | 8 |
| 3.3 ANALYSE DES DONNEES ET DES PRATIQUES EXISTANTES..... | 11 |
| 3.3.1 <i>Etat des lieux des pratiques d'irrigation.....</i> | 11 |
| 3.3.2 <i>Etat des lieux des pratiques culturales.....</i> | 16 |
| 3.3.3 <i>Résumé des bonnes et mauvaises pratiques identifiées.....</i> | 25 |
| 3.3.4 <i>Les circuits d'écoulement et les principales contraintes.....</i> | 27 |
| 3.3.5 <i>Evaluation de la rentabilité économique associée à la mise en place de bonnes pratiques</i> | 28 |
| 3.4 PISTES D'AMELIORATION ET RECOMMANDATIONS | 41 |
| 3.5 LES FICHES ARGUMENTAIRES | 42 |
| 4. CONCLUSION | 43 |
| ANNEXES..... | 44 |
| ANNEXE 1 : LISTE DES RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 44 |
| ANNEXE 2 : LISTE INDICATIVE DES STRUCTURES RENCONTREES..... | 45 |
| ANNEXE 3 : FICHES ARGUMENTAIRES | 46 |

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : calendrier de réalisation de l'enquête de terrain | 4 |
| Tableau 2 : répartition de la population des agricult-rices/eurs de la base de sondage | 5 |
| Tableau 3 : critères de choix utilisés pour établir l'échantillon | 5 |
| Tableau 4 : caractéristiques de l'échantillon par zone d'intervention | 6 |
| Tableau 5 : répartition de l'orientation technico-économique des exploitations de l'échantillon | 6 |
| Tableau 6 : répartition des caractéristiques du sol des exploitations de l'échantillon | 6 |
| Tableau 7 : répartition des caractéristiques de l'échantillon en matière d'irrigation | 7 |
| Tableau 8 : résultat de l'enquête – filtration de l'eau | 11 |
| Tableau 9 : granulométrie du matériel filtrant du filtre à sable | 12 |
| Tableau 10 : volume du matériau filtrant par rapport au volume de la cuve du filtre à sable | 12 |
| Tableau 11 : fréquence de remplacement du matériel filtrant des filtres à sables | 13 |
| Tableau 12 : injecteur d'engrais et éléments de fertigation | 13 |
| Tableau 13 : présence (ou non) d'un compteur d'eau dans la station de tête | 14 |
| Tableau 14 : gestion des irrigations | 15 |
| Tableau 15 : résultats de l'enquête du point de vue comportement en irrigation - Equipement | 16 |
| Tableau 16 : résultats de l'enquête du point de vue pratiques et connaissances agricoles | 17 |
| Tableau 17 : résultats de l'enquête du point de vue culturale | 18 |
| Tableau 18 : résultats de l'enquête du point de vue technique - Généralités | 21 |
| Tableau 19 : résultats de l'enquête du point de vue besoins en eau | 24 |
| Tableau 20 : matrice synthèse des bonnes et mauvaises pratiques | 25 |
| Tableau 21 : résultats de l'enquête du point de vue lieux d'écoulement | 27 |
| Tableau 22 : impact sur la marge brute d'une bonne pratique – cas de la culture du palmier dattier | 29 |
| Tableau 23 : impact sur la marge brute d'une bonne pratique – cas de la culture du grenadier | 29 |
| Tableau 24 : impact sur la marge brute d'une bonne pratique – cas de la culture de l'olivier | 30 |
| Tableau 25 : impact sur la marge brute d'une bonne pratique – cas de la culture du melon | 30 |
| Tableau 26 : liste des structures mobilisées dans le cadre de l'étude | 45 |
| Figure 1 : organisation de la mission | 3 |

LEXIQUE

| | |
|--------|--|
| BPEH | Bureau de la Planification et des Equilibres Hydrauliques |
| CRDA | Commissariat Régional au Développement Agricole |
| DGACTA | Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles |
| DGGREE | Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux |
| GDA | Groupement de Développement Agricole |
| GIRE | Gestion Intégrée des Ressources en Eau |
| MARHP | Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche |
| URAP | Union Régionale d'Agriculture et de la Pêche |
| UTAP | Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche |

1. Contexte et objectif de la mission

Contexte

Dans un contexte de changement climatique, l'accroissement des températures et la réduction de la disponibilité de l'eau devraient constituer un obstacle à la croissance agricole, en particulier dans les pays d'ores-et-déjà confrontés à des conditions semi-arides.

En Tunisie, on peut s'attendre à une hausse des températures de l'ordre de 1,4 à 2,5°C d'ici 2050. Par ailleurs, le pays devrait connaître une diminution de ses précipitations annuelles moyennes et une augmentation de l'aridité avec l'extension de ses zones arides d'ici la fin du siècle (PACTE, 2016). La modification de ces conditions de production affectera les secteurs producteurs de richesses, notamment le secteur agricole, pour lequel les effets du changement climatique sont déjà visibles.

En moyenne, en 2018, le secteur agricole contribue à 10% du produit intérieur brut (PIB) de la Tunisie et emploie près de 14,5% de la population active totale (Chebbi et al., 2019). L'irrigation apparaît comme un impératif technique pour réguler et accroître la production agricole des régions à déficit pluviométrique. Comme dans la plupart des pays au climat aride ou semi-aride, **le secteur agricole, par le biais de l'irrigation, reste l'activité la plus consommatrice d'eau, ce qui représente près de 80% du volume distribué à tous les secteurs** (BPEH, 2020).

Dans un contexte de raréfaction des ressources en eau, l'adaptation et la résilience de la Tunisie face aux effets du changement climatique s'appuient sur une gestion intégrée des ressources en eau (GIRE). La GIRE est l'application des principes de développement durable au secteur de l'eau. Appliquée au secteur agricole, **la GIRE cherche à accroître la productivité de l'eau** compte tenu des contraintes imposées par le contexte économique et social d'un territoire (UNDP, 2005).

L'accroissement de la productivité de l'eau se fonde sur la **mise en œuvre de bonnes pratiques économes en eau, à la fois d'un point de vue technique, agronomique et économique**. Ces bonnes pratiques font l'objet de la présente étude. Les bonnes pratiques s'apparentent ici à la mise en œuvre de « bonnes habitudes » d'utilisation de l'eau, cohérentes d'un point de vue agronomique et hydrique.

Dans ce contexte, la GIZ a conçu, en partenariat avec le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP), le projet A-RESET, d'« Appui aux Réformes du Secteur de l'Eau en Tunisie ». Ce projet a pour objectif d'appuyer la Tunisie dans son processus de réforme du secteur et de renforcer la sensibilisation des citoyen-nes, en particulier les agricultrices et agricultrices, à ces enjeux.

Objectifs de la mission

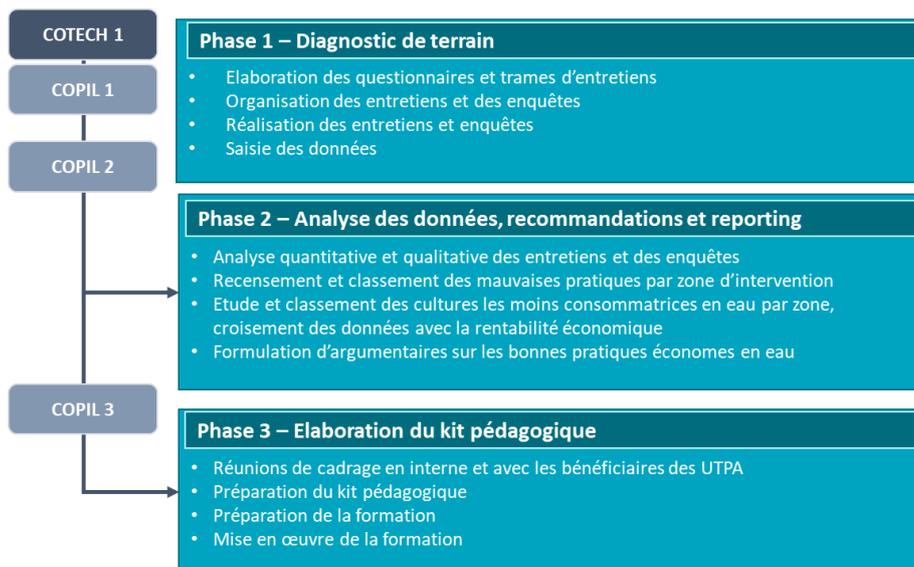
La présente étude vise à élaborer un diagnostic sectoriel territorial sur six gouvernorats portant sur les pratiques agricoles et leur rentabilité économique. L'objectif sous-jacent est de formuler des recommandations et orienter, à l'aide de formations, les pratiques agricoles tunisiennes vers des cultures économes en eau permettant d'accroître la résilience des agriculteurs aux effets du changement climatique.

Cette étude suit une approche séquentielle autour de trois phases :

- Le diagnostic de terrain ;
- L'analyse des données, la formulation des recommandations et ;
- La préparation du kit pédagogique et la mise en œuvre de la formation.

Le schéma ci-après présente les principales missions réalisées et à venir dans le cadre de ces 3 phases.

Figure 1 : organisation de la mission



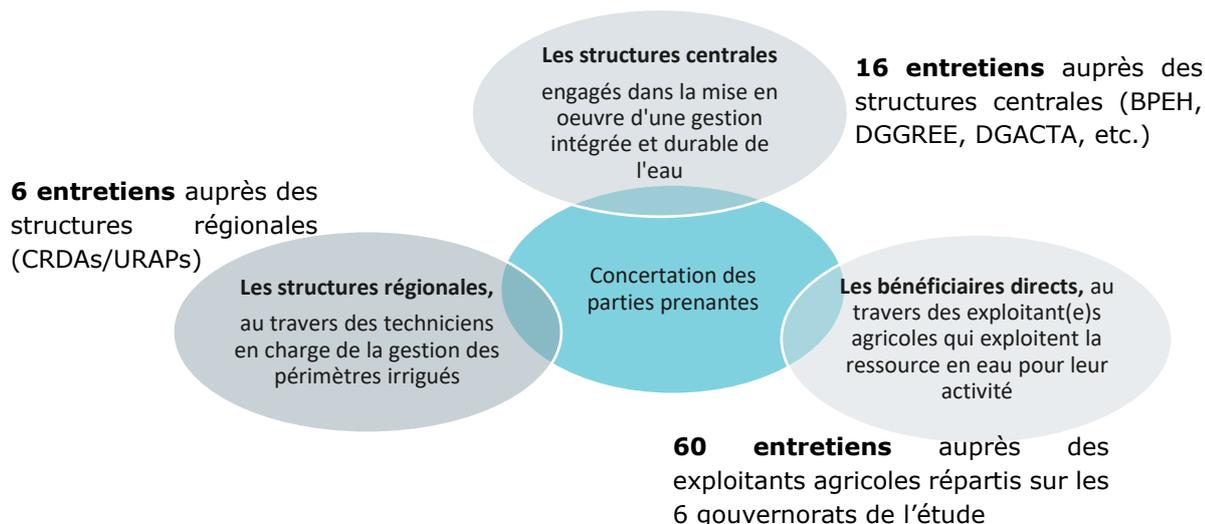
Le présent document vient clôturer la phase 2 et présente les enseignements de l'étude.

2. Définition du cadre de concertation

2.1 PANORAMA GENERAL

Le diagnostic territorial relatif aux bonnes et mauvaises pratiques économes en eau repose d'une part sur la base d'une revue bibliographique. Néanmoins, ces éléments ne permettent pas de comprendre les éventuelles difficultés rencontrées sur le plan technique, agronomique ou économique, les facteurs de succès ou tout autre élément venant conditionner l'amélioration de la gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle.

Pour cette raison, des entretiens bilatéraux avec les acteurs du territoire en lien avec la thématique de l'économie de l'eau ont été réalisés. Nous avons sollicité un large panel d'acteurs, comme illustré ci-dessous :



Au total, 82 entretiens ont été réalisés. La liste des personnes ressources interrogées est disponible *Annexe 2* du présent document. Les comptes rendus détaillés sont consultables dans un document annexe.

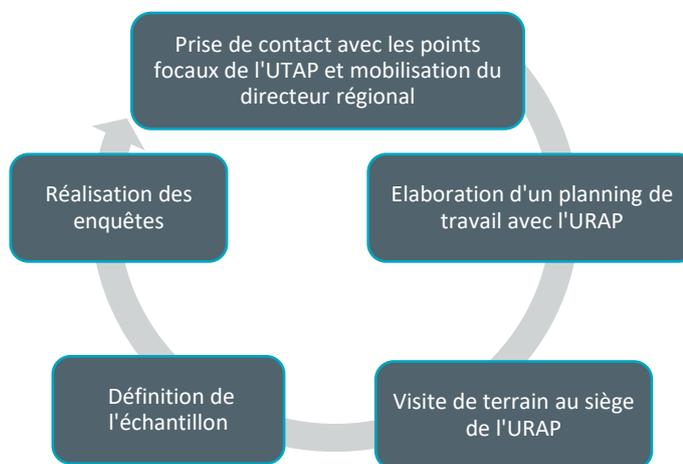
2.2 ORGANISATION DE LA COLLECTE DES DONNEES SUR LE TERRAIN POUR LES BENEFICIAIRES DIRECTS

2.2.1 Organisation de l'enquête

Les bénéficiaires directs correspondant aux agriculteurs/agriculteurs ont été interrogés dans le cadre d'une enquête de terrain. Une équipe qualifiée a été mobilisée pour réaliser cette enquête.

La démarche opérationnelle de l'organisation de la mission de terrain pour les bénéficiaires directs a été assurée par l'agronome de l'équipe.

La figure ci-contre décrit le **protocole suivi** par l'équipe de projet à l'arrivée de l'enquêteur dans une nouvelle zone d'intervention.



Comme illustré ci-dessous, le calendrier effectif de la réalisation des enquêtes a été réalisé comme suit :

Tableau 1 : calendrier de réalisation de l'enquête de terrain

| | Semaine 1 09/05 – 13/05 | Semaine 2 16/05 – 20/05 | Semaine 3 23/05 – 27/05 | Semaine 4 30/05 – 03/06 | Semaine 5 06/06 – 10/06 | Semaine 6 13/06 – 17/06 | Semaine 7 20/06 – 24/06 |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Rencontre avec les URAPs Béjà et Siliana et réalisation des enquêtes terrain | ■ | ■ | | | | | |
| Rencontre URAPs Nabeul et Zaghouan et réalisation des enquêtes terrain | | ■ | ■ | | | | |
| Rencontres URAPs Mahdia et Kébili et réalisation des enquêtes terrain | | | ■ | ■ | ■ | | |
| Revue des questionnaires | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Saisie des questionnaires validés | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Légende :

- Rencontres avec les URAPs
- Administration des questionnaires

Source : consultants, 2022

¹ Par acteurs locaux nous entendons leaders communautaires, des représentants d'organisations de producteurs et des personnes ressources pour faciliter l'identification et la localisation des exploitants

La liste initiale fournie par la GIZ comprend 250 exploitants répartis entre 5 zones d'interventions. Le tableau suivant présente la base de sondage réparties en fonction de la zone d'intervention et du genre des individus sélectionnés.

Tableau 2 : répartition de la population des agricult-rices/eurs de la base de sondage

| Gouvernorat | Nombre d'exploitants potentiels pour l'enquête | | |
|-------------|--|---|-------|
| | H | F | Total |
| Béja | 44 | 6 | 50 |
| Siliana | 50 | 0 | 50 |
| Nabeul | Liste non fournie | | |
| Zaghouan | 50 | 0 | 50 |
| Mahdia | 50 | 0 | 50 |
| Kébili | 50 | 0 | 50 |

Source : UTAP, 2022

Notons que pour le gouvernorat de Nabeul, aucune liste n'a été fournie. Le consultant a travaillé en étroite collaboration avec l'URAP de Nabeul pour établir un échantillon.

Compte tenu de la faible représentativité des agricultrices dans la base de sondage, le critère de choix « genre » de l'échantillon n'a pu être retenu.

L'élaboration de l'échantillonnage a fait l'objet d'une réflexion en deux temps. Premièrement, les critères de choix ont été évoqués et validés avec les acteurs régionaux et centraux lors des consultations préalables à l'enquête terrain (CRDAs, URAPs). Finalement, ces critères ont été affinés en collaboration avec les URAPs. Ces critères sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : critères de choix utilisés pour établir l'échantillon

| Critères de choix des agricul-rices/eurs à enquêter – Suggestions des acteurs centraux et régionaux | Critères de choix des agricul-rices/eurs à enquêter – Validation avec les structures locales (URAPs) |
|--|---|
| Age | Age |
| Genre | Accessibilité des parcelles des exploitants sélectionnés |
| Taille de l'exploitation | Taille de l'exploitation |
| Type d'occupation du sol | Type d'occupation du sol |
| Mode d'organisation de la gestion de l'eau (individuelle, GDA, SMVDA, etc.) | Disponibilité et engagement des agriculteurs sélectionnés |
| Source d'irrigation | Source d'irrigation |
| Type d'irrigation | Diversification de la culture |
| Appréciation du niveau de savoir-faire de l'agriculteur | Appréciation des capacités des agriculteurs sélectionnés de la bonne communication et rayonnement aux autres agriculteurs |

Globalement, les mêmes critères suggérés par les acteurs centraux et régionaux ont été retenus. Quelques ajustements ont été opérés notamment au regard de la disponibilité des acteurs et compte tenu du calendrier des rencontres envisagées.

Ainsi, en amont de l'administration des questionnaires, les réunions de travail avec les URAPs ont permis d'arrêter et d'affiner l'échantillon par gouvernorat. La connaissance locale rapprochée des URAPs des agricult-rices/eurs a permis de retenir des individus représentatifs de chaque région de l'étude :

- En effet, les agriculteurs de Béja ont été localisés au sein du groupement de développement agricole (GDA) Ain Younes dans la délégation de Testour ;
- Pour Siliana, les 7 agriculteurs retenus font partie de la délégation de Bargou. Pour Nabeul, ces derniers ont été sélectionnés dans le gouvernorat à l'instar de Bouargoub et Menzel Bouzelfa ;

- Dans le cas de Zaghouan, il s'agit d'une répartition entre les deux délégations les plus développées en agriculture, à savoir Nadhour et Souaf ;
- Pour Mahdia, tous les exploitants sujets de l'enquête font partie de la délégation de Souaasi et ;
- Finalement, concernant le gouvernorat de Kébili, l'échantillon a été divisé en deux sous-échantillons : une moitié à Limagues (délégation de Kébili nord) présentant des cultures maraîchères géothermiques sous serres et l'autre moitié située dans la délégation de Souk Lahad représentative des oasis ou palmeraies.

2.2.2 Caractéristique de l'échantillon enquêté

Le tableau ci-dessous présente la distribution des enquêtes réalisées par zone d'intervention en fonction du genre.

Tableau 4 : caractéristiques de l'échantillon par zone d'intervention

| Gouvernorat | Genre | | Source d'irrigation | | Taille de l'exploitation (ha) | | | Occupation du sol | | | | Age (ans) | | | Mode de savoir-faire | |
|--------------|-----------|----------|---------------------|----------------|-------------------------------|---------------|----------------|-------------------|----------------------|----------------|-----------|-----------|----------------|----------------|----------------------|------------|
| | Homme | Femme | Forage public/barra | Forage privé | Entre 1 et 5 | Entre 5 et 10 | Supérieur à 10 | Arboriculture | Cultures maraîchères | Céréaliculture | Mixte | 40-60 | Inférieur à 40 | Entre 40 et 60 | Supérieur à 60 | Sur le tas |
| Béja | 8 | 1 | 7 | 2 | 6 | | 3 | 9 | | | | 1 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| Siliana | 7 | 0 | 7 | | 3 | 1 | 3 | 3 | | | 4 | | 4 | 3 | 5 | 2 |
| Nabeul | 7 | 1 | 1 | 6 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | | 1 | 2 | 4 | | 2 | 5 |
| Mahdia | 7 | 0 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | | 3 | | 4 | 3 | 3 | 1 | 6 | 1 |
| Kébili | 15 | 0 | 10 | 5 | 14 | | 1 | 6 | 7 | | 2 | 2 | 10 | 3 | 13 | 2 |
| Zaghouan | 15 | 0 | 12 | 5 ² | 5 | 6 | 4 | 3 | 5 | | 7 | 2 | 12 | 1 | 15 | |
| Total | 59 | 2 | 40 | 17 | 35 | 11 | 14 | 24 | 18 | 0 | 18 | 10 | 37 | 12 | 46 | 14 |

Source : enquêtes, 2022

La majorité des enquêtés sont de sexes masculins. La moyenne d'âge des enquêtés oscille autour de 52 ans. Les exploitants interrogés exploitent des parcelles de tailles moyennes (10 ha en moyenne) dont l'orientation technico-économique repose sur la valorisation d'une production semi-commerciale pour 84% de l'échantillon comme l'atteste le tableau suivant.

Tableau 5 : répartition de l'orientation technico-économique des exploitations de l'échantillon

| Orientation de l'exploitation | Nombre de cas recensés (soit en %) |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Agribusiness | 8 (13%) |
| Semi-commercial | 51 (84%) |
| Etudes et projets | 0 (0%) |
| Agribusiness et semi-commercial | 2 (3%) |

Source : enquêtes, 2022

Si l'on s'intéresse aux caractéristiques du sol, déclarées par les exploitants interrogés, on retrouve une diversité de cas selon les régions d'interventions.

Tableau 6 : répartition des caractéristiques du sol des exploitations de l'échantillon

| Nature du sol | Nombre de cas recensés (soit en %) |
|---------------|------------------------------------|
| Calcaire | 7 (10%) |
| Argileux | 30 (44%) |
| Limoneux | 14 (21%) |

² Parmi les 5 cas recensés, il y a 2 exploitants qui utilisent en même temps le forage public (GDA) et leur forage privé.

| | |
|------------|----------|
| Sablonneux | 17 (25%) |
|------------|----------|

Source : enquêtes, 2022

Toutefois, les exploitations recensées sont en majorité dotées d'un sol argileux (44% de l'échantillon). A Mahdia, l'ensemble des exploitants interrogés ont déclaré être en présent d'un sol limoneux. A Siliana et Kébili, les exploitants interrogés exploitent des terres argilo-sableuses tandis qu'à Zaghouan, la majorité des exploitants exploitent des terres argileuses. A Nabeul et Bèjà, les diversités de représentation dans l'échantillon ne permettent pas de présenter de dominante.

Tableau 7 : répartition des caractéristiques de l'échantillon en matière d'irrigation

| Origine de l'irrigation | Nombre de cas (soit en %) | Type d'irrigation | Nombre de cas (soit en %) |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|
| Source publique | 39 (64%) | Submersion | 8 (13%) |
| Source privée | 19 (31%) | Aspersion | 2 (3%) |
| Les deux (publique et privée) | 3 (5%) | Goutte-à-goutte | 53 (84%) |
| Autres (oued, etc.) | 0 (0%) | Autres | 0 (0%) |

Source : enquêtes, 2022

84% des enquêtés utilisent le goutte-à-goutte sur leurs parcelles, très peu pratiquant la technique de l'aspersion (seulement 3%) et de la submersion (13% de l'échantillon, principalement concentré sur la région de Kébili et l'irrigation des palmiers dattiers).

Compte tenu de la taille de l'échantillon, et afin de faciliter la centralisation des informations, les données collectées ont été recueillies dans un premier temps sur un support papier puis transposées sur un support numérique suite à l'élaboration d'un masque de saisie.

Une base des données a été compilée contenant d'une part les fiches initiales d'enquêtes scannées et le fichier Excel des questionnaires saisis.

3. Les enseignements de l'étude

3.1 CARACTERISTIQUE DU TERRITOIRE D'ETUDE

L'étude porte sur les zones d'intervention du projet A-RESET, à savoir les gouvernorats de Béja, Siliana, Nabeul, Mahdia, Zaghouan et Kébili. Les sections suivantes présentent les caractéristiques des territoires, les habitudes agricoles des régions et les principales caractéristiques de l'écoulement de la production.

Caractéristiques générales des territoires étudiés

Les principales productions agricoles des zones étudiées correspondent aux cultures céréalières, arboricoles et maraîchères pour le secteur végétal et à l'élevage de bovins, ovins et caprins pour le secteur animal.

Certaines régions se concentrent sur la production de cultures spécifiques, c'est le cas du gouvernorat de Mahdia au sein duquel l'oléiculture occupe une place importante dans la production de valeur ajoutée du territoire. La production d'olive occupe à ce titre, la plus grande superficie agricole exploitée sur le territoire du gouvernorat (SAMEF, CGDR, 2018).

L'arboriculture occupe également une place importante au sein du secteur agricole, particulièrement sur le territoire de Kébili dont les abricots et les dattes sont convoités. Sur le territoire de Nabeul et Zaghouan, l'arboriculture se concentre autour de la culture des agrumes et de la vigne.

Les cultures céréalières sont présentes sur la totalité des territoires étudiés. Plus ou moins gourmandes en eau, ces dernières contribuent à la sécurité alimentaire du territoire mais souffrent d'une réduction de leur productivité particulièrement liée à une faible productivité de la ressource en eau (Mazhoud et al, 2020).

Finalement, la culture de la datte est particulièrement présente dans le Sud de la Tunisie. A Kébili, plusieurs variétés y sont cultivées, dont la Deglet noir, variété exigeante et considérée comme l'une des variétés les plus prestigieuses de dattes. Bien que les exportations de dattes constituent un des piliers de l'économie tunisienne, les conséquences économiques pourraient s'avérer problématiques compte tenu des besoins croissants en eau des plantations de palmeraies dattiers (CRDI, 2015) et de la réduction de la disponibilité de la ressource.

Débouchés

En termes de débouchés, deux stratégies se distinguent et sont généralement intrinsèquement liées aux moyens de transports dont disposent les exploitants. Si ces derniers n'ont pas l'opportunité de se déplacer, leurs circuits d'écoulement de leurs productions s'organisent directement à la ferme :

- soit l'exploitation organise ses ventes directes en procédant à la récolte et à la mise en marché de la production,
- soit l'exploitant vend sa production à un intermédiaire qui endosse la responsabilité de la récolte. C'est ce que l'on appelle une « vente sur pied ». Ce mode de distribution permet d'économiser des moyens humains et constitue un coût d'opportunité intéressant pour l'exploitant dans la mesure où le temps passé à la récolte de la production peut être réalloué.

Ces deux premiers modes d'écoulement de la production présentent des intérêts significatifs mais sont conditionnés à l'attractivité de leur exploitation : si les acheteurs ne se déplacent pas, le revenu des exploitants se voit amenuiser. A ce titre, la visibilité de l'exploitation auprès du public (consommateurs directs ou revendeurs) est déterminante pour assurer la soutenabilité et la rentabilité économique des activités.

D'autres circuits de distributions sont en place lorsque l'exploitant a la possibilité de se déplacer :

- soit ce dernier se rend sur des marchés locaux ou régionaux.
- soit il écoule sa marchandise sur des marchés de gros, notamment le marché de gros de Tunis (aussi appelé marché de Bir El Kassâa). Ce dernier est identifié comme le plus grand marché de légumes, fruits et poissons de Tunisie mais l'écoulement de la production nécessite une certaine proximité géographique. D'autres marchés de gros existent, notamment celui de Moknine localisé dans le gouvernorat de Monastir mais constitue une destination substantielle des produits provenant du gouvernorat de Mahdia .

Finalement, les filières oléicoles et phoenicoles³ sont en partie tournées vers l'exportation et sont soumises aux régimes d'exportation du pays. L'enquête de terrain a pour objectif de confirmer ce premier diagnostic, consolider les avantages et inconvénients identifiés pour renforcer et orienter au mieux les circuits d'écoulement des productions tout en garantissant le maintien, voire le développement du revenu des exploitants.

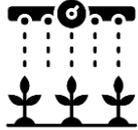
3.2 ENSEIGNEMENT DE LA CONCERTATION

Les entretiens auprès des acteurs et actrices clé-e-s au niveau national et régional ont permis d'identifier un ensemble de prémisses portant sur les bonnes et les mauvaises pratiques économes en eau.

³ La filière phoenicole correspond à la culture du palmier dattier.

Ces résultats ont été présentés dans le cadre du COPIL n°2 organisé le 10/05/2022. Il convient de préciser que les éléments résumés ci-après ne sont pas propres à toutes les zones de projets.

Les bonnes pratiques



En **matière d'équipement**, les pratiques varient d'une zone d'intervention à l'autre. Néanmoins, au cours des dernières années, on note un accroissement général des investissements d'irrigation de la part des agriculteurs propriétaires. Ces récents équipements conduisent à adopter des pratiques favorables à une gestion intégrée de la ressource : on constate, par exemple, l'utilisation de gaines perforées en substitution des goutteurs ou encore l'usage de canalisations enterrées, réduisant ainsi les pertes en évaporation et empêchant le développement des adventices.

Les bonnes pratiques en matière d'irrigation sont également conditionnées aux moyens engagés dans l'entretien des équipements. A Béja, un entretien régulier du matériel assure une meilleure gestion de l'irrigation.

En termes **de savoir-faire**, la population est sensibilisée à la gestion de la ressource et a pris conscience de la nécessité d'adopter une agriculture économe en eau. Une gestion correcte des apports du sol (Kébili) limite les besoins des plantes et réduit les apports. Sur certaines zones de projet, les pratiques culturales se sont développées sur une superficie limitée, réduisant ainsi la densité de plantation et limitant, de fait, la perte d'eau par évaporation.



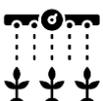
Ce savoir-faire est conditionné à une bonne connaissance agronomique et en génie civil. A titre illustratif, il est fréquent que les parcelles bénéficient d'un apport de sable de telle sorte à diminuer la salinité de l'eau et faciliter l'infiltration du sol. Une bonne connaissance des caractéristiques de l'eau est nécessaire pour mettre en place ce type de pratiques et savoir les adapter.



Finalement, **en matière de pratiques agricoles**, l'introduction de cultures plus résilientes et économes en eau de types vergers oléicoles et plantes aromatiques constitue une parmi les réponses aux problématiques de réduction de la disponibilité de la ressource en eau. C'est particulièrement le cas du gouvernorat de Zaghouan où quelques exploitant(e)s se sont tournés vers la culture de plantes aromatiques à la place des cultures maraîchères. Si ces pratiques relèvent de pratiques traditionnelles, elles n'en sont pas moins une option intéressante à considérer dans le cadre d'un objectif de réduction des consommations d'eau.

Parallèlement, le développement de techniques agricoles favorisant la diversification culturale et l'optimisation des parcelles permet d'améliorer la gestion de l'eau. Les systèmes de fertigation, qui consiste à combiner irrigation et fertilisation assure une bonne combinaison d'eau et de nutriments directement assimilables par les racines de la plante. D'autres techniques agricoles, telle que la pratique de la rotation (ou assolement biennal, impliquant une alternance entre deux cultures sur une même parcelle), sont également favorables à une gestion économe de l'eau puisqu'elles maintiennent la qualité du sol et permettent de concentrer l'irrigation sur des cultures à forte valeur ajoutée.

Les mauvaises pratiques



Si des récents investissements en matière d'équipements ont été mentionnés, la majorité des irrigants du territoire étudié dispose d'équipements vétustes souffrant d'un manque d'entretien.

Une certaine défaillance dans la conception des réseaux d'irrigation fait l'objet d'attention particulière : les exploitants ont généralement recours à des entreprises pour le déploiement de réseau d'alimentation en eau. Or, les installations ne font pas l'objet d'études préalables, ni de concertation entre les acteurs spécialisés en amont de la mise en place de tel réseau.

Finalement, l'incomplétude des équipements peut venir affecter l'efficacité de la distribution de l'eau. Par exemple, il est courant d'observer des stations de tête incomplètes, où l'absence de filtre à sable impacte la qualité et la quantité de l'eau distribuée.

En termes de **savoir-faire et de connaissance**, les entretiens ont révélé une connaissance à géométrie variable à la fois sur les pratiques agricoles économes en eau et sur l'intérêt de préserver la ressource en réduisant la pression anthropique. A titre illustratif, la manque de désherbage au sein d'une parcelle irriguée conduit à augmenter la concurrence entre les mauvaises herbes et les cultures, réduisant ainsi la disponibilité de l'eau.



Au **niveau de l'exploitation**, plusieurs constats ont pu être dressés. D'une part, la pratique de la fertigation, présenté comme un levier intéressant du point de vue agronomique, n'est pas une pratique répandue sur le territoire étudié. Lorsque celle-ci est utilisée, un apport excessif d'engrais conduit à augmenter la quantité d'eau utilisée. Seule une fine connaissance des apports permet de considérer cette pratique comme une bonne pratique économe en eau.

Parallèlement, la productivité de l'eau se voit dégradée lorsque les pratiques d'irrigation sont couplées à l'usage d'eaux salines (une forte teneur en minéraux impacte la qualité des produits) ou à un mauvais pilotage de l'irrigation.

Finalement, à **l'échelle globale et en matière de gouvernance de l'eau**, plusieurs remarques conduisant à une gestion non-optimisée des pratiques ont émergé. D'une part, la décentralisation de la gestion de l'eau a transféré la compétence de gestion des ressources aux commissariats régionaux au développement agricole (CRDA). Le CRDA est la représentation au niveau régional du Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche. Le CRDA est constitué d'arrondissements dont trois jouent un rôle important dans la gestion de l'eau d'irrigation : (1) l'arrondissement du génie rural en charge de la création et du suivi des associations d'irrigants, (2) l'arrondissement d'exploitation des périmètres irrigués assurant la gestion et la vente de l'eau, et (3) l'arrondissement responsable de la maintenance des périmètres irrigués, qui est responsable de l'entretien préventif et curatif du réseau de distribution secondaire.



Au sein de ces instances, le manque de moyens humains et financiers peut conduire à une insuffisance en termes de formation du personnel technique et des vulgarisateurs de la cellule d'Economie d'Eau rattaché à l'arrondissement d'exploitation des périmètres irrigués.

La gestion des périmètres irrigués peut également être confiée à des associations d'intérêt collectif (AIC) ayant, par la suite, évolué en groupements d'intérêts collectifs (GIC) et en groupements de développement agricole (GDA). Ces GDAs ont été créés pour assurer la gestion des équipements hydrauliques des périmètres irrigués. Ces structures ne disposent pas systématiquement d'un plan d'actions portant sur l'amélioration de la productivité de l'eau et souffrent d'un manque de sensibilisation vis-à-vis de la gestion de l'eau, notamment au regard de l'intérêt du respect des tours d'eau.

Finalement, on relève une faible coordination entre les acteurs travaillant sur la thématique de la gestion de l'eau, que ce soit à l'échelle régionale que centrale, ce qui limite la transmission des innovations quant à l'amélioration de l'efficacité de l'eau.

Ces premières conclusions, formulées à l'issue des entretiens avec les acteurs clés au niveau central et régional ont permis d'alimenter la construction du questionnaire à destination des exploitant(e)s agricoles.

3.3 ANALYSE DES DONNEES ET DES PRATIQUES EXISTANTES

Les résultats présentés ci-après reflètent les éléments récoltés dans le cadre de l'enquête de terrain. **Cette dernière n'avait pas pour objectif d'être exhaustive, mais constitue bien un premier état des lieux territorialisé mettant en exergue les bonnes pratiques économes en eau.**

3.3.1 Etat des lieux des pratiques d'irrigation

L'utilisation efficace des ressources en eau est conditionnée par une bonne uniformité de la distribution de l'eau à la parcelle qui ne peut être réalisée que par une conception et une gestion optimale du réseau d'irrigation.

Dans ce qui suit, les bonnes et mauvaises pratiques économes en eau appliquées aux réseaux d'irrigation goutte à goutte sont explicitées et sont extraites d'une analyse de soixante cas d'études chez des agriculteurs des zones investiguées pouvant influencer la productivité de l'eau d'irrigation.

Pour l'irrigation goutte à goutte, la station de tête représente le cœur de tout le système hydraulique. En effet, elle assure la filtration de l'eau, la chimigation (fertigation) et enfin le contrôle et l'entretien de tout le système. Les résultats de l'enquête de terrain liés à la présence et à l'entretien d'une station de tête, et à la filtration de l'eau d'irrigation et aux appareils d'injection des intrants dans le réseau d'irrigation sont présentés dans les sections suivantes.

Filtration de l'eau d'irrigation

Les observations liées aux bonnes et mauvaises pratiques économes en eau sont exposées dans les tableaux 5 à 8 ci-après.

Il est utile de préciser que tous les agriculteurs enquêtés n'ont pas répondu à l'ensemble des sections du questionnaire compte tenu des caractéristiques de leur exploitation. Ce constat explique ainsi la variabilité du nombre total de réponses selon les questions.

Tableau 8 : résultat de l'enquête – filtration de l'eau

| N° | Désignation | Oui | | Non | | Total |
|---------------------------------------|---|--------|-----|--------|------|-------|
| | | Nombre | % | Nombre | % | |
| 1 | Station de tête (ST) complète | 19 | 41% | 27 | 59% | 46 |
| Filtre à sable (ou à graviers) | | | | | | |
| 2 | Présence d'un filtre à sable dans la ST | 19 | 59% | 13 | 41% | 32 |
| 3 | Connaissez-vous la finesse de filtration conseillée (en microns) par rapport à la nature de vos distributeurs | 0 | 0% | 35 | 100% | 35 |
| 3 | Connaissez-vous la granulométrie du matériau filtrant de votre filtre à sable ? | 2 | 6% | 31 | 94% | 33 |
| 4 | Votre matériel filtrant du filtre à sable a-t-il été calibré ? | 4 | 13% | 28 | 88% | 32 |
| 5 | Y-a-t-il des manomètres fonctionnels à l'entrée et à la sortie du filtre à sable ? | 18 | 51% | 17 | 49% | 35 |
| 6 | Saviez-vous que si la différence entre ces deux pressions est supérieure à 0,3 bars et inférieure à 0,6 bars, il faut nettoyer rapidement ? | 13 | 39% | 20 | 61% | 33 |
| 7 | Saviez-vous que si cette différence de pression est supérieure à 0,6 bars, le filtre est complètement bouché ? | 13 | 39% | 20 | 61% | 33 |
| Filtre à tamis ou à disques | | | | | | |
| 6 | Présence d'un filtre à maille ou à disques dans la ST | 10 | 33% | 20 | 67% | 30 |

| N° | Désignation | Oui | | Non | | Total |
|----|---|--------|-----|--------|-----|-------|
| | | Nombre | % | Nombre | % | |
| 9 | Y'a-t-il des manomètres indiquant la pression à l'entrée et la sortie des filtres à tamis ? | 16 | 47% | 18 | 53% | 34 |
| 10 | Saviez-vous que si la différence entre ces deux pressions est supérieure à 0,3 bars et inférieure à 0,5 bars, il faut nettoyer rapidement ? | 12 | 35% | 22 | 65% | 34 |
| 11 | Saviez-vous que si cette différence de pression est supérieure à 0,5 bars, le filtre est complètement bouché ? | 11 | 32% | 23 | 68% | 34 |

Source : enquête de terrain, 2022

Seul 41% des agriculteurs enquêtés ont affirmé disposer d'une station de tête complète. Pourtant, cela est nécessaire au bon fonctionnement de tout le système hydraulique.

Également, seul 59% des agriculteurs interrogés disposent d'un filtre à sable alors que ce dernier reste indispensable quel que soit la qualité de l'eau pour un réseau d'irrigation goutte à goutte ou de micro-aspersion à faible débit (de 20 à 30 l/h) pour cause du faible diamètre des orifices de sorties des distributeurs.

100% et 94% des agriculteurs enquêtés n'ont pas connaissance de la finesse de filtration conseillée (en microns) par rapport à la nature de leurs distributeurs et de la granulométrie du matériau filtrant de leurs filtres à sable installés respectivement.

88% des agriculteurs n'ont pas calibré leurs matériels filtrants du filtre à sable pourtant indispensable pour une filtration efficace.

51% des agriculteurs enquêtés ne possèdent pas de manomètres à l'entrée et à la sortie de leurs filtres à sable. Dans ce cas, il leur est difficile de connaître à partir de quand leurs filtres sont obstrués.

61% des agriculteurs enquêtés ne connaissent, pas en fonction de la différence de pression à l'entrée et à la sortie du filtre à sable, à quel moment il faudrait déclencher le contre-lavage du filtre et surtout à quel moment le filtre est complètement obstrué.

67% des agriculteurs enquêtés ne possèdent ni de filtres à tamis ni de filtres à disques pourtant indispensable en aval de la station de tête afin d'assurer une meilleure protection des distributeurs contre le colmatage.

53% des filtres à tamis existants dans les stations de tête ne possèdent pas de manomètres à l'entrée et à la sortie de ces filtres indispensable pour la décision du moment de nettoyage de la cartouche.

68% des agriculteurs enquêtés ne connaissent pas le moment où leurs filtres à tamis (ou à disques) sont complètement obstrués.

Tableau 9 : granulométrie du matériel filtrant du filtre à sable

| Désignation | Unique | | Différente | | Total |
|---------------------------------|--------|----|------------|-----|-------|
| | Nombre | % | Nombre | % | |
| S'agit-il d'une granulométrie ? | 1 | 5% | 19 | 95% | 20 |

Source : enquête de terrain, 2022

95% du matériel filtrant des filtres à sable des agriculteurs enquêtés possèdent différentes granulométries engendrant ainsi une filtration non efficace.

Tableau 10 : volume du matériau filtrant par rapport au volume de la cuve du filtre à sable

| Désignation | < à 50 % | | ≈75% | | >75 % | | Total |
|--|----------|-------|--------|-------|--------|----|-------|
| | Nombre | % | Nombre | % | Nombre | % | |
| Volume du matériau filtrant par rapport au volume de la cuve ? | 14 | 63,6% | 8 | 36,4% | 0 | 0% | 22 |

Source : enquête de terrain, 2022

64% des agriculteurs enquêtés possèdent un volume de leurs matériels filtrants par rapport aux volumes des cuves des filtres à sable largement inférieur à la règle établie de l'ordre de 75 % réduisant ainsi l'efficacité de la filtration de l'eau d'irrigation.

Tableau 11 : fréquence de remplacement du matériel filtrant des filtres à sables

| Désignation | Annuellement | | Tous les deux ans | | Jamais | | Total |
|-----------------------------------|--------------|-------|-------------------|-------|--------|----|-------|
| | Nombre | % | Nombre | % | Nombre | % | |
| Le matériel filtrant est changé : | 5 | 26,3% | 14 | 73,7% | 0 | 0% | 19 |

Source : enquête de terrain, 2022

Normalement, en bonne pratique, le matériel filtrant est changé annuellement si les ressources en eaux sont polluées (forte présence de limon ou d'algues).

Injection d'engrais et éléments de fertigation

Tableau 12 : injecteur d'engrais et éléments de fertigation

| N° | Désignation | Oui | | Non | | Total |
|----|---|--------|-----|--------|-----|-------|
| | | Nombre | % | Nombre | % | |
| 1 | Le pont d'injection est-il placé avant les filtres à tamis ? | 12 | 31% | 27 | 69% | 39 |
| 2 | Y a-t-il un filtre à l'aspiration de la pompe doseuse ? | 9 | 24% | 28 | 76% | 37 |
| 3 | Le réseau d'irrigation est rincé systématiquement à la fin de l'injection des engrais : | 23 | 59% | 16 | 41% | 39 |
| 4 | Faites-vous attention aux mélanges des éléments fertilisants pour qu'il n'y aura pas de précipitations des produits injectés ? | 32 | 80% | 8 | 20% | 40 |
| 5 | Réalisez-vous des mesures d'entretien particulières, comme la chloration ou l'utilisation d'algicides ou de bactéricides si vous utilisez un système d'irrigation goutte-à-goutte ? | 7 | 18% | 33 | 83% | 40 |
| 6 | Est-ce que vous versez l'engrais progressivement après que la cuve est remplie au trois-quarts ? | 25 | 66% | 13 | 34% | 38 |
| 7 | Savez-vous qu'il ne faut jamais verser l'eau sur l'engrais ? | 34 | 87% | 5 | 13% | 39 |
| 8 | Savez-vous qu'il faudrait procéder du moins soluble au plus soluble (c'est-à-dire des engrais potassiques et phosphatés aux engrais à base de magnésium et de nitrate) ? | 28 | 74% | 10 | 26% | 38 |
| 9 | Savez-vous que tous les engrais ne peuvent pas être mélangés entre eux ? | 30 | 77% | 9 | 23% | 39 |
| 10 | Savez-vous que la concentration maximale de la solution mère ne doit pas dépasser la valeur de 20 % c'est-à-dire 20 Kg pour 100 litres d'eau ? | 15 | 38% | 25 | 63% | 40 |

Source : enquête de terrain, 2022

D'après ce tableau, nous pouvons observer que :

- 67% des agriculteurs enquêtés ont installé leurs appareils d'injection d'engrais après le filtre à tamis dans leurs stations de tête, augmentant ainsi le risque de colmatage des distributeurs.
- 76% des injecteurs d'engrais en fonctionnement recensés ne possèdent pas de crépine à l'aspiration, aspirant ainsi également les éléments non dissous dans la solution mère.
- 60% et 80 % des agriculteurs interrogés rincent systématiquement leurs réseaux après une fertigation et s'appliquent avec attention aux mélanges de divers intrants dans la solution mère respectivement.
- Une grande majorité d'agriculteurs enquêtés n'utilisent pas les injecteurs d'engrais pour l'entretien de leurs réseaux (acide, chlore...)

- 63% des agriculteurs dépassent la concentration de 20 % de leurs solutions mères engendrant ainsi des risques de stress salin à leurs cultures.
- Les modalités pratiques de la préparation de la solution mère sont respectées, à savoir :
 - 66% des agriculteurs versent l'engrais dans une cuve remplie au $\frac{3}{4}$,
 - 87% des agriculteurs ne versent pas de l'eau sur l'engrais directement,
 - 74% des agriculteurs injectent les engrais du moins au plus soluble dans leurs réseaux,
 - 77% des agriculteurs ne mélangent pas tous les engrais entre eux.

Compteur d'eau

La présence d'un compteur d'eau est primordiale pour le contrôle du fonctionnement du réseau d'irrigation et surtout pour la gestion des irrigations à la parcelle. A cet effet, 58% des agriculteurs enquêtés ne présentent pas de compteurs d'eau dans leurs stations de tête (cf. tableau ci-après).

Tableau 13 : présence (ou non) d'un compteur d'eau dans la station de tête

| N° | Désignation | Oui | | Non | | Total |
|----|--|--------|-----|--------|-----|-------|
| | | Nombre | % | Nombre | % | |
| 1 | Présence d'un compteur d'eau dans la station de tête | 25 | 42% | 35 | 58% | 60 |

Source : enquête de terrain, 2022

Conception et installation des réseaux d'irrigation goutte à goutte

| N° | Désignation | Oui | | Non | | Total |
|----|--|-------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|-------|
| | | Nombre | % | Nombre | % | |
| 1 | Disposez-vous d'un plan précis de récolement du réseau goutte à goutte installé ? | 23 | 48% | 25 | 52% | 48 |
| 2 | Connaissez-vous le nombre maximal de rampes fonctionnant simultanément en fonction de votre main d'eau, la longueur des rampes, le débit et l'écartement des goutteurs sur la rampe ? | 17 | 37% | 29 | 63% | 46 |
| 3 | Connaissez-vous la longueur Max admissible de vos rampes d'irrigation selon le débit et l'écartement des goutteurs pour ne pas dépasser 10% de variation de charge entre les goutteurs ? | 18 | 42% | 25 | 58% | 43 |
| 4 | Existe-t-il une rampe de purge (PEHD, DN 50) dans laquelle sont connectées les fins de rampes de goutteurs par des piquages pour réaliser de fréquentes purges des lignes de goutteurs ? | 14 | 33% | 28 | 67% | 42 |
| 5 | Est-ce que les rampes d'irrigation sont placées à une certaine distance (10 cm au minimum) par rapport au plant pour les cultures maraîchères ? | 36 | 82% | 8 | 18% | 44 |
| | | à proximité du tronc du plant | | à la limite du feuillage des plants | | Total |
| 6 | Pour l'arboriculture, Les rampes sont placées : | 10 | 28% | 26 | 72% | 36 |

Source : enquête de terrain, 2022

Ainsi, nous constatons que :

Près de 50% des agriculteurs enquêtés disposent d'un plan de récolement précis de leur réseau d'irrigation goutte à goutte dans leurs parcelles.

Les éléments de conception nécessaire à l'installation d'un réseau d'irrigation goutte à goutte ne sont pas respectés par la majorité des agriculteurs enquêtés. Le non-respect de ces éléments de conception peut engendrer un déséquilibre entre la main d'eau disponible à la source et le débit d'équipement de l'unité parcellaire pouvant altérer d'une manière considérable l'uniformité de la distribution de l'eau à la parcelle. Il est utile de rappeler que cette dernière est primordiale pour une

gestion optimale des irrigations et une valorisation convenable des ressources en eaux disponibles. En effet, on a pu observer que :

- 63% des agriculteurs ne connaissent pas le nombre maximal de rampes à irriguer simultanément au sein de leurs unités parcellaires en fonction de la main d'eau disponible, la longueur des rampes adoptée, l'écartement et le débit des goutteurs sur la rampe.
- 58% des agriculteurs ne connaissent pas la longueur maximale de la rampe à adopter en fonction de l'écartement et débit le des goutteurs de la rampe et de la variation de charge à ne pas dépasser entre le premier et le dernier goutteur sur la rampe.

67% des agriculteurs enquêtés ne possèdent pas de rampes de purge à l'extrémité aval des rampes d'irrigation qui devraient faciliter les purges du réseau d'irrigation et assurer ainsi plus de pérennité de leurs systèmes hydrauliques.

Néanmoins, une grande majorité des agriculteurs enquêtés (près de 80 %) respectent le positionnement efficace des rampes d'irrigation par rapport aux plants que ce soit pour les cultures maraîchères ou pour l'arboriculture.

Gestion des irrigations (pilotage)

Les résultats des cas d'études relatifs aux bonnes et mauvaises pratiques économes en eau et liés à la gestion des irrigations à la parcelle des réseaux d'irrigation goutte à goutte sont présentés au tableau suivant.

Tableau 14 : gestion des irrigations

| N° | Désignation | Oui | | Non | | Total |
|----|---|----------------------------|-----|---|------|-------|
| | | Nombre | % | Nombre | % | |
| 1 | Connaissez-vous les besoins théoriques actuels des cultures selon les stades végétatifs ? | 11 | 34% | 21 | 66% | 32 |
| 2 | En fin d'irrigation, y-a-t-il stagnation d'eau à la surface ? | 7 | 22% | 25 | 78% | 32 |
| 3 | Connaissez-vous le volume d'eau apporté à chaque secteur par irrigation | 4 | 19% | 17 | 81% | 21 |
| 4 | Vous irriguez durant la nuit? | 7 | 33% | 14 | 67% | 21 |
| 5 | Avez-vous une idée sur les pertes d'eau au niveau de votre parcelle ? | 0 | 0% | 20 | 100% | 20 |
| 6 | Effectuez-vous des mesures d'uniformité de la distribution périodiquement ? | 0 | 0% | 22 | 100% | 22 |
| | Désignation | La durée horaire en heures | | Le volume d'eau apporté en m ³ | | Total |
| | | Nombre | % | Nombre | % | |
| 7 | Pour un secteur donné, le pilotage des irrigations est basé sur : | 11 | 73% | 4 | 27% | 15 |

| N° | Désignation | Sol | | Culture (feuillage) | | Pas d'observations | | Total |
|----|--|--------|-----|---------------------|-----|--------------------|----|-------|
| | | Nombre | % | Nombre | % | Nombre | % | |
| 8 | Pour juger de l'opportunité de l'irrigation, vous réalisez des observations au niveau du : | 26 | 53% | 20 | 41% | 3 | 6% | 49 |

Source : enquête de terrain, 2022

D'après ce tableau, nous pouvons observer que :

- 66% des agriculteurs enquêtés ne connaissent pas les besoins en eau théoriques de leurs cultures.
- Les volumes d'eau apportés en une irrigation ne sont pas excessifs puisque 78% des agriculteurs enquêtés ne constatent pas de stagnation d'eau à la surface du sol après leurs irrigations.

- 81% des agriculteurs enquêtés ne connaissent pas les volumes d'eau apportés à l'unité parcellaire à chaque irrigation et 100 % n'ont pas d'idées sur leurs pertes éventuelles d'eau à la parcelle.
- 67% des agriculteurs enquêtés n'irriguent pas durant la nuit.
- Aucun agriculteur enquêté n'a réalisé des mesures de l'uniformité de la distribution d'eau de leurs réseaux d'irrigation.
- Pour un secteur donné, le pilotage des irrigations est basé sur la durée horaire (73 %) et non pas sur les volumes d'eau à apporter.
- Pour juger de l'opportunité de l'irrigation, la grande majorité se base sur l'observation du sol (53 %) contre celle du feuillage des cultures (41 %).

Il est à noter que la grande majorité des agriculteurs utilisent les goutteurs intégrés posés sur le sol avec des écartements différents entre les goutteurs selon les cultures.

3.3.2 Etat des lieux des pratiques culturales

Au même titre que l'état des lieux sur les pratiques d'irrigation, une analyse des mauvaises et bonnes pratiques agricoles a été réalisée en se basant sur la fréquence des réponses positives et négatives pour le volet agronomique. L'analyse porte sur les différents gouvernorats, par volet traité du questionnaire utilisé. Les résultats sont consignés dans les divers tableaux ci-après.

Comportement en irrigation et équipements

Tableau 15 : résultats de l'enquête du point de vue comportement en irrigation - Equipement

| | Kébili | | Zaghouan | | Béja | | Nabeul | | Siliana | | Mahdia | | Total | |
|--|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) |
| A) Du point de vue comportement en irrigation – Equipements | | | | | | | | | | | | | | |
| Avez-vous investi ces dernières années dans un équipement d'irrigation et d'économies d'eau ? | 60% | 40% | 80% | 20% | 100% | 0% | 63% | 38% | 100% | 0% | 43% | 57% | 74% | 26% |
| Faites-vous une inspection régulière de vos équipements ? Entretenez-vous ces équipements ? | 73% | 27% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 93% | 7% |
| Votre équipement est-il enterré ? | 27% | 73% | 13% | 87% | 67% | 33% | 13% | 88% | 0% | 100% | 0% | 100% | 21% | 79% |
| Disposez-vous d'un bassin de stockage de l'eau ? | 60% | 40% | 27% | 73% | 11% | 89% | 75% | 25% | 0% | 100% | 29% | 71% | 36% | 64% |
| Disposez-vous de compteurs d'eau ? | 0% | 100% | 80% | 20% | 100% | 0% | 0% | 100% | 57% | 43% | 0% | 100% | 41% | 59% |
| Disposez-vous d'autres équipements d'économies d'eau ? | 7% | 93% | 40% | 60% | 11% | 89% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 13% | 87% |

Source : enquête de terrain, 2022

On note qu'indépendamment de la région traitée ou de la culture cultivée, une très bonne partie des enquêtés (74%) ont investi ces dernières années dans l'achat ou le renouvellement des équipements d'irrigation et d'économie d'eau à l'instar d'achat de rampes, goutteurs ou gaines perforés ou autres équipements plus sophistiqués. Ces investissements ont été acquis soit à partir de subventions allouées par l'Etat ou grâce à leurs propres fonds.

Dans le même sens, 93%, soit la quasi-totalité des enquêtés, inspectent et entretiennent régulièrement leurs équipements pour en assurer son bon fonctionnement et son maximum de durabilité. De fortes disparités entre les comportements selon les régions enquêtées persistent.

Toutefois, parmi l'échantillon disposant d'équipements, on remarque que (79%) des agriculteurs enquêtés n'enterrent pas leurs goutteurs, cela favorisant les pertes par évaporation et crée un environnement propice au développement des mauvaises herbes. En plus, 87% ne disposent pas d'autres équipements d'économie d'eau outre l'équipement classique.

Par ailleurs, 64% et 59%, respectivement des exploitants ne disposent pas de bassins de stockage d'eau ou de compteurs. Cela peut complexifier leur mode de gestion de l'irrigation et accentuer leur dépendance aux tours d'eau puisqu'ils n'ont pas la possibilité de stocker de l'eau. L'irrigation ne suit pas ainsi le cycle végétatif de la plante compte tenu des variations de disponibilité et d'accès à la ressource.

Comportement en irrigation et connaissances

Tableau 16 : résultats de l'enquête du point de vue pratiques et connaissances agricoles

| | Kébili | | Zaghouan | | Béja | | Nabeul | | Siliana | | Mahdia | | Total | |
|---|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) |
| B) Du point de vue comportement en irrigation – Connaissance des Pratiques / formation | | | | | | | | | | | | | | |
| Avez-vous connaissances des guides réalisés par les acteurs institutionnels traitant des BP économes en eau ? | 27% | 73% | 40% | 60% | 11% | 89% | 13% | 88% | 43% | 57% | 0% | 100% | 25% | 75% |
| Avez-vous consulté le CRDA afin de bénéficier d'accompagnement quant aux BP ? | 33% | 67% | 47% | 53% | 11% | 89% | 25% | 75% | 0% | 100% | 0% | 100% | 25% | 75% |
| Avez-vous assisté à des formations en économies d'eau? | 7% | 93% | 27% | 73% | 56% | 44% | 50% | 50% | 43% | 57% | 0% | 100% | 28% | 72% |
| Avez-vous consulté le CRDA pour l'opportunité d'obtenir des subventions dédiées aux achats d'économie d'eau ? | 60% | 40% | 53% | 47% | 11% | 89% | 13% | 88% | 100% | 0% | 43% | 57% | 48% | 52% |

Source : enquête de terrain, 2022

Il ressort du tableau que le volet renforcement des capacités manquent énormément auprès des bénéficiaires de l'enquête. Les trois quarts des agriculteurs enquêtés ne sont pas au courant des guides d'économie réalisés par les acteurs techniques et institutionnels (AVFA ou autres centres techniques tel que le centre technique d'agrumes, l'institut des cultures biologiques et l'institut national des grandes cultures). On note également une insuffisance d'accompagnement des bénéficiaires par les CRDAs quant aux pratiques d'irrigation.

Enfin, peu d'enquêtés assistent à des séances de formation en matière d'économie agricole.

Sinon, presque la moitié consultent régulièrement le CRDA (48%) pour déposer des demandes et recherchent une opportunité d'achat d'équipement en bénéficiant d'une subvention. Le reste sont soit réticents à faire cela ou sont-ils assez autonomes financièrement.

Pratiques culturales

L'enquête s'est intéressée aux pratiques culturales afin de mettre en évidence les bonnes et mauvaises habitudes en lien avec la gestion de l'eau à la parcelle. Le tableau suivant présente les résultats observés.

Tableau 17 : résultats de l'enquête du point de vue culturelle

| | Kébili | | Zaghouan | | Béja | | Nabeul | | Siliana | | Mahdia | | Total | |
|---|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) |
| C) Du point de vue cultural | | | | | | | | | | | | | | |
| Pratiguez-vous la rotation culturale ? | 27% | 73% | 73% | 27% | 11% | 89% | 50% | 50% | 57% | 43% | 100% | 0% | 51% | 49% |
| Pratiguez-le-vous désherbage/binage régulièrement ? | 100% | 0% | 93% | 7% | 100% | 0% | 88% | 13% | 57% | 43% | 100% | 0% | 92% | 8% |
| Est-ce que vous faites l'amendement de la texture du sol ? | 67% | 33% | 87% | 13% | 78% | 22% | 75% | 25% | 86% | 14% | 100% | 0% | 80% | 20% |
| Est-ce que vous faites l'amendement de la structure du sol ? | 73% | 27% | 47% | 53% | 78% | 22% | 75% | 25% | 86% | 14% | 29% | 71% | 64% | 36% |
| Utilisez-vous du paillage (pour sol argileux) et/ou compost ? | 33% | 67% | 0% | 100% | 44% | 56% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 15% | 85% |
| Creusez-vous des cuvettes autour de vos arbres ? | 33% | 67% | 20% | 80% | 22% | 78% | 0% | 100% | 100% | 0% | 0% | 100% | 28% | 72% |
| Est-ce que vous programmez / fractionnez votre irrigation selon le cycle végétatif de la plante ? | 60% | 40% | 67% | 33% | 78% | 22% | 63% | 38% | 71% | 29% | 57% | 43% | 66% | 34% |
| Pratiguez-vous la fertigation ? | 60% | 40% | 100% | 0% | 89% | 11% | 88% | 13% | 43% | 57% | 86% | 14% | 79% | 21% |
| Avez-vous recours à des cultures intercalaires ? | 40% | 60% | 53% | 47% | 0% | 100% | 0% | 100% | 14% | 86% | 43% | 57% | 30% | 70% |
| Cultivez-vous des légumineuses ? | 20% | 80% | 40% | 60% | 11% | 89% | 50% | 50% | 43% | 57% | 100% | 0% | 39% | 61% |

| | Kébili | | Zaghouan | | Béja | | Nabeul | | Siliana | | Mahdia | | Total | |
|--|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) |
| Avez-vous recours à de gros labour/recroisement en été pour le travail du sol ? | 47% | 53% | 87% | 13% | 44% | 56% | 63% | 38% | 14% | 86% | 100% | 0% | 61% | 39% |
| Appliquez-vous la fumure au début de la campagne agricole | 60% | 40% | 87% | 13% | 89% | 11% | 100% | 0% | 86% | 14% | 100% | 0% | 84% | 16% |
| Est-ce que vous vous contentez, parfois, des cultures maraichères d'hiver au détriment des cultures maraichères d'été, quand il y a une pénurie d'eau d'irrigation | 20% | 80% | 27% | 73% | 11% | 89% | 25% | 75% | 0% | 100% | 43% | 57% | 21% | 79% |
| Vous orientez-vous vers des cultures plus économes en eau ? | 7% | 93% | 67% | 33% | 44% | 56% | 13% | 88% | 86% | 14% | 14% | 86% | 38% | 62% |
| Misez-vous sur le choix de variétés résistantes à la sécheresse lors de l'achat de vos semences ? | 13% | 87% | 7% | 93% | 44% | 56% | 25% | 75% | 86% | 14% | 14% | 86% | 26% | 74% |

Source : enquête de terrain, 2022

En matière de pratiques culturales de conservation qui améliorent l'efficacité de l'irrigation et la capacité de rétention de l'eau dans le sol, on constate que :

- 92% des enquêtés pratiquent le sarclage et le binage et donc atténuent la concurrence hydrique de mauvaises herbes. Le sarclage consiste à désherber en raclant le sol en surface, avec un sarcloir, vise surtout la suppression des herbes. Le binage quant à lui correspond à l'action de remuer la terre, avec une binette, pour l'ameublir et enlever les mauvaises herbes. L'émission de la terre limite l'évaporation de l'humidité contenue dans le sol et, en conséquence, permet de réduire les arrosages, d'où le fameux dicton « un binage vaut deux arrosages ». Au passage, le binage élimine les adventices. Elle est pratiquée surtout pour les cultures maraîchères.
- 80% et 64% des agriculteurs rencontrés pratiquent respectivement l'amendement du sol du point de vue texture (apport sablonneux ou argileux selon le type du sol) ou de structure (amélioration des agrégats dans le sol par l'apport de l'humus et de compost). Cela améliore le taux d'infiltration et de stockage de l'eau dans le sol.
- 66% des exploitants entretenus programment ou fractionnent leur irrigation selon le cycle végétatif de la plante. Cela concerne essentiellement les individus disposant de leur propre source d'irrigation et ont ainsi la possibilité de gérer leur tour d'eau. Leur savoir-faire et leur suivi des consignes des vulgarisateurs leur permettent d'irriguer leurs plantes selon les besoins physiologiques réels. Ce cas s'applique surtout pour le gouvernorat de Béja/délégation de Testour, GDA Ain Younes où l'on observe le pourcentage le plus élevé d'exploitants ayant recours à cette pratique. Il s'agit essentiellement de la culture de grenadier qui est hyper sensible à l'irrigation et nécessite une irrigation judicieuse afin de préserver sa productivité.
- 79% des enquêtés pratiquent la fertigation soit d'une manière moderne (c'est-à-dire avec la présence d'au moins un aspiromètre, dilueur, injecteur venturi ou pompe doseuse électrique) ou traditionnelle via l'usage de bidons comme observé dans quelques parcelles de Kébili. Pour ce qui est du gouvernorat de Zaghuan (Nadhour et Souaf), la totalité des individus enquêtés sont fidèles à cette technique, les exploitants étant conscients de l'importance des apports d'engrais pour le développement sain de leurs cultures.
- Enfin, 61% des agriculteurs questionnés préparent leur sol suite à la récolte et avant chaque campagne agricole par le biais du grand labour ou recroisement pour casser les mottes du sol et améliorer l'infiltration de l'eau de la pluie. 84% appliquent la fumure à cette période pour préparer un bon lit organique pour le stockage de l'eau et l'alimentation nutritionnelle de la plante.

En revanche, si on s'intéresse aux mauvaises pratiques, on peut faire ressortir les constats suivants :

- 85% des agriculteurs n'utilisent pas le paillage pour les cucurbitacées surtout (la pastèque) pour diminuer la perte de l'eau par évaporation. 72% ne creusent pas des cuvettes autour des arbres pour conserver l'eau captée.
- 70% des agriculteurs enquêtés ne cultivent pas des cultures intercalaires sous leurs arbres. Or on prête aux cultures intercalaires (et à ses *alter ego*) de nombreuses propriétés : augmentation des rendements, réduction des coûts de production, amélioration du sol (structure, composition, activité biologique), gestion des éléments nutritifs (recyclage et ajout d'éléments nutritifs), contrôle des mauvaises herbes et des maladies et atténuation des impacts environnementaux liés aux cultures annuelles.
- Par ailleurs, 61% des exploitants rencontrés ne cultivent pas les légumineuses. Ces dernières viennent enrichir le sol en azote et servent de tête d'assolement idéal pour toute parcelle agricole.
- 79% des gens rencontrés ne se contentent pas des cultures maraîchères d'hiver comme mesure d'adaptation à la pénurie d'eau mais cultivent également les cultures maraîchères estivales qui sont consommatrices d'eau.

De manière générale, 62% de l'échantillon global enquêté ne s'orientent pas vers l'introduction des cultures plus économes en eau. Or, ces choix agronomiques s'avèrent stratégiques : par exemple, à Béja, plusieurs agriculteurs ambitionnent de remplacer le grenadier par l'olivier. A Zaghouan, on observe une tendance au développement des cultures aromatiques qui sont moins exigeantes en eau. Enfin, 74% n'optent pas pour l'achat des variétés résistantes à la sécheresse lors de l'acquisition de leurs semences ou plants.

Les caractéristiques du sol jouent un rôle majeur dans la planification de l'irrigation. Les sols à texture grossières comme le sable retiennent moins l'eau disponible à l'irrigation des cultures que les sols à texture fine comme l'argile. Ainsi, dans un sol argileux, il faudrait arroser de manière abondante et peu fréquente alors que pour un sol sableux drainant, il vaut mieux arroser plus souvent en plus petites quantités.

En ce qui concerne la structure du sol, plus le sol est riche en matière organique, plus elle retient de l'eau, donc la fréquence d'irrigation est inversement proportionnelle à la fertilité du sol.

Techniques d'irrigation

Tableau 18 : résultats de l'enquête du point de vue technique - Généralités

| | Kébili | | Zaghouan | | Béja | | Nabeul | | Siliana | | Mahdia | | Total | |
|---|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) | Oui (%) | Non (%) |
| D) Du point de vue technique : généralités | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilisez-vous l'irrigation par submersion ? | 40% | 60% | 20% | 80% | 78% | 22% | 63% | 38% | 57% | 43% | 14% | 86% | 43% | 57% |
| Avez-vous un réseau de drainage dans votre parcelle | 53% | 47% | 0% | 100% | 44% | 56% | 13% | 88% | 0% | 100% | 0% | 100% | 21% | 79% |
| Utilisez-vous la technique de l'irrigation intelligente « Smart irrigation system » ? | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 25% | 75% | 0% | 100% | 0% | 100% | 3% | 97% |
| Irriguez-vous selon le bilan hydrique ou selon un système d'alerte ? | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 25% | 75% | 14% | 86% | 0% | 100% | 5% | 95% |
| Les tours d'eau sont-ils programmés selon le cycle végétatif de la plante cultivée ou selon la saison ? | 27% | 73% | 73% | 27% | 33% | 67% | 63% | 38% | 100% | 0% | 0% | 100% | 49% | 51% |

Source : enquête de terrain, 2022

L'enquête de terrain révèle que la moitié des enquêtés rencontrent des difficultés pour assurer une uniformité d'irrigation au sein de parcelle. Celle-ci est d'autant plus complexe lorsque la parcelle est en pente ou lorsque la pression d'injection d'eau est limitée.

Près de 50% des enquêtés n'appliquent pas leurs tours d'eau en fonction du cycle végétatif ou la saison (haute et basse).

De mauvaises pratiques sont toutefois plus répandues :

- 79% des agriculteurs ne disposent pas de réseau de drainage au sein de leurs parcelles, surtout à Mahdia, Zaghuan et Siliana.
- 97% des enquêtés n'utilisent pas l'irrigation intelligente ou « smart irrigation » qui reste encore en phase de démonstration/recherche, sans encore être disséminé, comme dans le cas de l'irrigation intelligente appliqué dans le centre des grandes cultures (INGC) à Boussalem pour la céréaliculture en irrigué.
- Dans 95% des cas, l'irrigation ne s'organise pas selon le bilan hydrique ou selon un système d'alerte. Une exception pour le Centre technique des agrumes qui a élaboré et mis à disposition un guide d'irrigation aux agriculteurs agrumicoles.

Globalement, les gouvernorats de Kébili et Mahdia ne respectent pas les techniques culturales du point de vue économie d'eau et n'ont pas beaucoup de concertation et de contact avec les structures de gouvernance agricole à l'instar du CRDA. Parallèlement, les 4 gouvernorats restants illustrent une sorte de comportement à mi-chemin entre les bonnes et mauvaises pratiques agricoles tous volets agronomiques confondus.

Consommation d'eau

Une estimation des besoins en eaux des différentes spéculations a été réalisée. Compte tenu de la diversité des cultures recensées, un regroupement par classe de culture ou par combinaisons est proposé ci-après :

- | | |
|------------------|---|
| - Céréaliculture | - Autres espèces à noyaux (Prunier, Cerisier,) |
| - Fourrage | - Autres espèces à pépins (Vigne, Poirier, Pommier,) |
| - Olivier | - Association Arboricole |
| - Grenadier | - Arboriculture avec cultures intercalaires |
| - Agrumes | - Cultures maraîchères de plein champ |
| - Pêcher | - Cultures maraîchères sous serre (primeur ou arrière-saison) |
| - Abricotier | - Palmeraie |

Le tableau, ci-après présente la situation d'occupation du sol par gouvernorat et les besoins en eau, avec une récapitulation, dans la dernière colonne d'un intervalle entre le minimum et le maximum des quantités en eaux reportées pour chaque cas.

Si on classe les cultures les plus consommatrices en eau par zone d'intervention et par catégorie de culture, on peut proposer la classification suivante :

- Pour l'arboriculture : les palmeraies sont les cultures les plus consommatrices (entre 12 000 à 22 000 m³/ha), suivies des agrumes, grenadier, vignes puis autres associations arboricoles surtout qui sont en association avec les cultures intercalaires et enfin l'olivier et l'amandier viennent en dernier rang avec des besoins annuels aux alentours de 2500-3000 m³/ha.
- Les cultures maraîchères estivales de plein champs (tomate, piment, pomme de terre) ont des besoins de l'ordre de 4000 à 8000 m³/ha, largement supérieures aux cultures maraîchères de contre saison (primeur et arrière-saison) qui sont de l'ordre de 5000 à 6000 m³/ha suivies des cultures maraîchères hivernales tel que le petit pois qui peuvent atteindre entre 1500 et 2000 m³/ha.
- La céréaliculture et les fourrages céréalières (telle que l'avoine par exemple) ont des faibles besoins en eau de l'ordre de 3000 m³/ha au maximum.

Généralement les besoins réels sont inférieurs à ce que les agriculteurs déclarent, estiment ou consomment reflétant ainsi un manque de connaissance/savoir-faire et un gaspillage de l'eau. En effet, la plupart des agriculteurs estiment les besoins en eau, en se basant sur l'observation (jusqu'à que le sol est superficiellement engorgé d'eau). Cette mauvaise habitude est le résultat du système d'irrigation de submersion qui s'est répercuté sur la goutte à goutte. En effet, une recherche récente au CRRAO⁴ effectuée avec la coopération suédoise a fait ressortir que les besoins réels d'un hectare de palmeraie se situe entre 8000 et 12000 m³/Ha, une révélation différente de la réalité où on déclare 22 000 m³/ha (en cas d'une source d'irrigation privée) et 12 000 à 18 000 (en cas d'une source d'irrigation publique).

Plusieurs logiciels permettant de calculer les besoins en eau des plantes en fonction d'un certain nombre de paramètres (caractéristiques du sol, zone d'implantation, climat, cycle végétatif de la plante) existent. Parmi eux, nous recommandons les logiciels **Aquacrop et Cropwat**, logiciels gratuits et qui ont été développés par la FAO.

4CRRAO : Centre Régional de Recherches en Agriculture Oasienne

Tableau 19 : résultats de l'enquête du point de vue besoins en eau

| Cultures | Gouvernorat | | | | | | | | | | | | Total | |
|--|--|---------------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|--|------------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|----------------|----------------------------------|
| | Kébili | | Zaghouan | | Béja | | Nabeul | | Siliana | | Mahdia | | | |
| | Nombre de cas | Besoin en eau (m³/ha) | Nombre de cas | Besoin en eau (m³/ha) | Nombre de cas | Besoin en eau (m³/ha) | Nombre de cas | Besoin en eau (m³/ha) | Nombre de cas | Besoin en eau (m³/ha) | Nombre de cas | Besoin en eau (m³/ha) | Nombre des Cas | Besoin en eau (m³/ha) (Min, max) |
| Céréaliculture | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | En sec | - | - | 4 | En sec |
| Fourrage | - | - | - | - | - | - | 1 | 3 500 | - | - | - | - | 1 | 3 500 |
| Olivier | - | - | 2 | 4 000 | 1 | 4 000 | 2 | 3 280 à 5 000 | 4 | 3 000 | - | - | 8 | 3 280 à 5 000 |
| Grenadier | - | - | - | - | 5 | 7 000 à 8 000 | - | - | - | - | - | - | 5 | 7 000 à 8 000 |
| Agrumes | - | - | - | - | - | - | 4 | 8 000 | - | - | - | - | 4 | 8000 |
| Pêcher | - | - | - | - | 3 | 3 500 à 4 500 | - | - | - | - | - | - | 3 | 3 500 à 4 500 |
| Abricotier | - | - | - | - | 3 | 3 000 à 3 800 | - | - | - | - | - | - | 3 | 3 000 à 3 800 |
| Autres espèces à noyaux (Prunier, Cerisier,...) | - | - | - | - | 2 (Prunier) | 3 500 à 4 000 | 2 (Amandier) | 1 640 à 2 000 | 4 (Cerisier) | 2 500 à 3 000 | - | - | 8 | 1 640 à 4 000 |
| Autres espèces à pépins (Vigne, Poirier, Pommier,...) | - | - | - | - | 1 (Vigne) | 3 000 | 2 (Vigne) 1 (Poirier) 1 (Cognassier) | 6000 5 000 5 000 | 4 (Pommier) | 6 000 à 7 000 | - | - | 9 | 3 000 à 7 000 |
| Association Arboricole | - | - | 1 | 4000 à 5 000 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 4000 à 5 000 |
| Arboriculture avec Culture Intercalaire | - | - | 7 | 2 000 à 8 000 | - | - | - | - | - | - | 4 | 4 000 à 11 000 | 11 | 2 000 à 11 000 |
| Cultures maraîchères de plein champ | - | - | 6 | 4 000 à 10 000 | - | - | 4 | 1 500 à 8 000 | - | - | 3 | 4 000 à 6 000 | 12 | 1 500 à 10 000 |
| Cultures maraîchères sous serre (primeur ou arrière-saison) | 7 (Concombre, Tomate, Melon) | 6 000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | 6 000 |
| Palmeraie | 5 (Source Privée) 3 (Source Public) | 22 000 12 000 à 18 000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 12 000 à 22 000 |

Source : enquête de terrain, 2022

3.3.3 Résumé des bonnes et mauvaises pratiques identifiées

La matrice, ci-après, synthétise les bonnes et mauvaises pratiques observées à l'issue de l'enquête de terrain.

Tableau 20 : matrice synthèse des bonnes et mauvaises pratiques

| | | Mauvaises pratiques observées | Bonnes pratiques observées |
|------------|--|--|--|
| Irrigation | Station de tête | <ul style="list-style-type: none"> ▪ La station de tête n'est pas complète bien qu'elle représente le cœur du réseau d'irrigation goutte à goutte. ▪ L'absence de filtre à sable constitue un handicap dans la pérennité de tout le système hydraulique du réseau d'irrigation goutte à goutte. ▪ La connaissance sur la nature du matériel filtrant (granulométrie, calibrage, volume...) est insuffisante chez la plupart des agriculteurs enquêtés. ▪ Les équipements de contrôle du fonctionnement des équipements et du réseau sont insuffisants (manomètres en fonctionnement et compteur d'eau). ▪ Certaines stations de tête ne possèdent pas de filtres à tamis ou à disques (67 %). ▪ Une majorité d'agriculteurs enquêtés (67 %) installent leurs injecteurs d'engrais après le filtre à tamis. ▪ L'injection d'acide ou de chlore, pourtant nécessaire pour l'entretien du réseau d'irrigation, n'est pas réalisée pour la majorité des agriculteurs. ▪ Plus que la moitié des agriculteurs enquêtés ne présentent pas de compteurs d'eau dans leurs stations de tête. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ La grande majorité des agriculteurs enquêtés réalisent un rinçage de leurs réseaux d'irrigation après une fertigation. ▪ Les modalités pratiques d'injection des engrais dans le réseau sont connues pour les 70 % environ des agriculteurs enquêtés. |
| | Conception et installation des réseaux goutte à goutte | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les éléments de conception nécessaire à l'installation d'un réseau d'irrigation goutte à goutte ne sont pas respectés par la majorité des agriculteurs enquêtés. ▪ Pas de réseau de drainage dans les parcelles. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ La moitié des agriculteurs enquêtés possèdent un plan de récolement de leurs réseaux d'irrigation goutte à goutte. |

| | | | |
|-----------|-------------------------|---|---|
| | Gestion des irrigations | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deux tiers des agriculteurs ne connaissent pas les besoins en eau théoriques de leurs cultures pourtant indispensables pour une gestion convenable des irrigations. ▪ La majorité des agriculteurs ne connaissent pas les volumes d'eau apportés à l'unité parcellaire à chaque irrigation. ▪ Pour la plupart des agriculteurs, le pilotage des irrigations est basé sur la durée horaire et non sur le volume d'eau apporté. ▪ Aucun agriculteur enquêté n'a réalisé des mesures d'uniformité de la distribution sur son réseau d'irrigation goutte à goutte. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ La grande majorité des agriculteurs se basent sur des observations du sol et des feuillages pour juger de l'opportunité des irrigations. Il est judicieux de compléter ces observations par la mise en place de sondes d'irrigation pour affiner la situation hydrique de son sol. |
| Agronomie | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Peu d'enterrement des goutteurs pour diminuer l'évapotranspiration et défavoriser le développement des adventices. ▪ Absence ou insuffisance de bassins de stockage d'eau ou de compteurs ▪ Non utilisation du paillage pour les cucurbitacées. ▪ Pas d'introduction des cultures intercalaires avec l'arboriculture pour optimisation de la consommation d'eau. ▪ Insuffisance d'introduction des cultures légumineuses dans la mise en valeur agricole ce qui diminue la fertilité du sol. ▪ Pas d'irrigation intelligente ou « smart irrigation » qui reste encore en phase de démonstration/recherche. ▪ Pas d'irrigation basée sur le bilan hydrique ou le système d'alerte. ▪ Manque de connaissance et d'usage des guides d'économie réalisés par les acteurs techniques et institutionnels (AVFA ou autres centres techniques tel que les CTA, ITAB et INGC c). ▪ Manque de séances de formation en matière d'économie d'eau. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pratique du désherbage et du binage. ▪ Pratique de l'amendement du sol du point de vue texture (apport sablonneux ou argileux selon le type initial du sol) ou de structure (amélioration des agrégats dans le sol par l'apport de l'humus et de compost). ▪ Programmation et fractionnement de l'irrigation selon le cycle végétatif de la plante. ▪ Pratique de la fertigation soient d'une manière moderne ou traditionnelle. ▪ Préparation du sol suite à la récolte et avant chaque campagne agricole par le biais du grand labour ou recroisement pour casser les mottes du sol et améliorer l'infiltration de l'eau de la pluie. |

3.3.4 Les circuits d'écoulement et les principales contraintes

D'après l'enquête de terrain, le principal mode d'écoulement est la « vente sur pied ». 70% des enquêtés assurent la commercialisation de leurs produits avec un minimum de déplacement (vente sur pied, vente directement sur le lieu de production ou marché local). Ceci pourrait être attribué aux manques de moyens de transport des agriculteurs. Le mode « vente sur pied » reflète deux réalités :

- les agriculteurs préfèrent s'épargner des frais de récolte et de transport et optent pour la vente sur pied et/ou,
- les agriculteurs manquent d'équipement de conservation et de stockage (par exemple, des frigos). La plupart des commerçants ayant recours à une vente sur pied sont des grossistes ou intermédiaires qui disposent de frigos de stockage pour les fruits et les légumes afin de pouvoir écouler ces produits agricoles durant les périodes hors saison en vue de garantir des prix de vente plus rémunérateurs.

Les marchés régionaux et le marché de gros sont représentés par des portions quasi-équitable, à savoir 10% et 11%. Généralement, ceux qui écoulent leurs produits dans ces types de marchés ont leurs propres moyens de transport et investissent plus pour garantir un prix redevable de coût de revient des leurs produits agricoles. Notons que le marché régional de Moknine/gouvernorat de Monastir reçoit une bonne partie des produits écoulés de Mahdia et est considéré comme le marché de gros n°2 après celui de Tunis (Bir Kassâa).

Enfin, les grandes surfaces ne sont ciblées qu'à 1% et les unités de transformation agroindustrielles détiennent 8% du taux de commercialisation. Concernant la transformation agroindustrielle, celle-ci est particulièrement plébiscitée pour de la tomate concentré/de conserve et du vin. A Béjà et à Nabeul, les débouchés principaux ont été identifiés:

- COMOCAP : Société des conserves modernes du CAP BON Saheb El Jebal Nabeul : la tomate conserve « petit paris » à Nabeul,
- SICAM : Société industrielle de conserves alimentaires de Medjez El Bab à Béjà . Tomate « SICAM »,
- La société Cave viticole Bouargoub Vins Et Spiritueux à Nabeul,
- La société SICOB, STE Industrielle et commerciale des boissons, spécialisée Vins Et Spiritueux à Mont Fleury – Tunis.

Le tableau ci-après résume les éléments présentés.

Tableau 21 : résultats de l'enquête du point de vue lieux d'écoulement

| Lieu de vente | Répartition des circuits d'écoulements en fonction du gouvernorat étudié | | | | | | | % |
|--|--|----------|------|--------|---------|--------|-------|-----|
| | Kébili | Zaghouan | Béja | Nabeul | Siliana | Mahdia | Total | |
| Vente sur pied | 2 | - | 5 | 2 | 3 | - | 12 | 17% |
| Vente sur place | 10 | 13 | 1 | 1 | 3 | - | 28 | 39% |
| Marché local | 4 | 1 | - | 3 | 2 | - | 10 | 14% |
| Marché régional | - | - | - | - | - | 7 | 7 | 10% |
| Marché de gros | - | - | 5 | 2 | 1 | - | 8 | 11% |
| Grande surface | - | - | 1 | - | - | - | 1 | 1% |
| Usine de transformation ou station d'exportation ou Centre de collecte | - | 2 | - | 3 | 1 | - | 6 | 8% |

Source : enquête de terrain, 2022

Afin de faciliter l'écoulement des produits au sein des régions, un ensemble de recommandations sont formulées :

- A l'échelle du gouvernorat, et des périmètres irrigués, il semble d'intéressant d'engager des **sessions de formations et de sensibilisation** pour informer sur les débouchés existantes (expérimentations en cours, structuration de nouvelles cultures, etc.) afin d'orienter la production et la gestion de la ressource vers des exemples concrets et dont les bénéfices sont reconnus,
- A l'échelle des groupements d'agriculteurs, favoriser et **organiser la mutualisation de matériels** de stockage et de transport pour développer les possibilités d'écoulement des produits.

3.3.5 Evaluation de la rentabilité économique associée à la mise en place de bonnes pratiques

Les mauvaises pratiques identifiées ci-dessous pèsent sur les finances des irrigants via deux canaux principaux :

- **Le coût de l'irrigation** : lorsque l'eau provient d'une source publique et que les besoins en eau sont surestimés, le coût de revient payé par les irrigants est supérieur à ce qu'il devrait être si les volumes d'eau apportés étaient en adéquation avec les apports requis. Une réduction des volumes apportés permet de réduire la facture d'eau d'irrigation.
- **Le coût du pompage** lorsque l'eau est prélevée via une source privée. Le pompage requiert de l'énergie issue d'énergies fossiles (carburant) ou solaire. Dans le premier cas, une réduction des besoins de pompage se traduit par une réduction des dépenses de l'irrigant.

On peut également noter que le manque d'entretien des réseaux d'irrigation, la présence d'équipements partiels ou encore les mauvaises pratiques en matière de pilotage de l'irrigation entraînent une dégradation des équipements, induisant des frais supplémentaires supportés par les exploitants. Ces dommages (frais de renouvellement de rampes, de compteurs d'eau, de pompe, etc.) n'ont pu être quantifiés car ils supposent une connaissance fine des résultats économiques des exploitations et une comparaison entre deux exploitations, l'une adoptant de bonnes pratiques et l'autre non. Toutefois, il semble important de rappeler que la probabilité d'occurrence de ces dommages est considérablement réduite lorsque les bonnes pratiques associées sont déployées.

La présente évaluation se concentre sur une évaluation de la rentabilité économique associée à la mise en place de bonnes pratiques strictement du point de vue des volumes d'eau apportés à l'échelle de la parcelle. Elle s'appuie sur l'évaluation des coûts évités et sur l'impact des bonnes pratiques sur la marge brute des exploitations.

Pour ce faire, des études de cas sont proposées : le cas de la production de palmier dattier, le cas de productions arboricoles (le grenadier et l'olivier) et le cas d'une production maraîchère (le melon).

A l'aide des marges brutes/ha sans les charges d'eau, une simulation du poids des charges d'eau est réalisée à l'aide des besoins en eau déclarés et des besoins en eau réels. La simulation permet de mettre en évidence les différences sur la marge brute exprimée en DT/ha suite à la mise en œuvre d'une mauvaise et d'une bonne pratique. Ces simulations s'intéressent uniquement aux apports d'eau : il semble toutefois important de préciser que la rentabilité agricole s'améliore également si les apports en intrants sont ajustés. Les résultats présentés ci-après supposent l'apport des bonnes doses en matière de fertilisation.

Le coût de l'irrigation retenu correspond au coût moyen établi par le BPEH en 2020⁵ et estimé à 0,110 dinars tunisien (DT)/m³. Il est judicieux de préciser que ce tarif varie entre les gouvernorats du territoire mais le coût de l'eau par rapport aux charges totales se situe en moyenne aux alentours de 15% pour l'ensemble des cultures, à l'exception des céréales. L'ensemble des besoins réels et des marges brutes de références utilisés sont extraits des travaux de l'IRESA⁶.

Les tableaux suivants présentent les simulations réalisées.

Tableau 22 : impact sur la marge brute d'une bonne pratique – cas de la culture du palmier dattier

| Palmier dattier | | |
|--|---|-------------------------|
| Variétés | Marge brute moyenne sans les charges d'eau* | Unité |
| Deglet noir | 4491 | DT/ha |
| « Mauvaise » pratique: | <i>Fourchette basse</i> | <i>Fourchette haute</i> |
| Besoins en eau déclarés (m ³ /ha) | 12 000 | 18 000 |
| Charges d'eau (DT) | 1 320 | 1 980 |
| Marge brute (DT/ha) | 3 171 | 2 511 |
| « Bonne » pratique: | <i>Fourchette basse</i> | <i>Fourchette haute</i> |
| Besoins réels (m ³ /ha) | 8 000 | 12 000 |
| Charges d'eau (DT) | 880 | 1 320 |
| Marge brute (DT/ha) | 3 611 | 3 171 |
| Variation de la marge brute/ha entre la bonne et la mauvaise pratique | 14% | 26% |

* note de lecture : la marge brute moyenne et les besoins en eau moyens sont extraits des travaux réalisés par l'IRESA.

Source : IREEDD, d'après des données de l'enquête et des données de l'IRESA

Dans le cas du palmier dattier, si l'on considère la fourchette basse des besoins en eau, on constate que les charges d'eau sont estimées à 1320 DT pour 12 000 m³ apportés /ha. Ces dernières sont réduites à 880 DT lorsque l'exploitation s'en tient aux besoins réels minimums (8 000 m³/ha).

Ces coûts ont des incidences sur les marges brutes d'exploitations : l'apport des besoins réels permet d'améliorer entre 14% et jusqu'à 26% la marge brute de l'exploitation en fonction des volumes d'eau apportés.

Un focus sur la culture de la grenade est proposé. Celle-ci a été mentionnée à plusieurs reprises dans le cadre des enquêtes.

Tableau 23 : impact sur la marge brute d'une bonne pratique – cas de la culture du grenadier

| Grenadier | | |
|--|---|-------------------------|
| Variétés | Marge brute moyenne sans les charges d'eau* | Unité |
| Grenade | 5131 | DT/ha |
| « Mauvaise » pratique: | <i>Fourchette basse</i> | <i>Fourchette haute</i> |
| Besoins en eau déclarés (m ³ /ha) | 7 000 | 8 000 |
| Charges d'eau (DT) | 770 | 880 |
| Marge brute (DT/ha) | 4 361 | 4 251 |
| « Bonne » pratique: | <i>Fourchette basse</i> | <i>Fourchette haute</i> |
| Besoins réels (m ³ /ha) | 6 000 | 7 500 |
| Charges d'eau (DT) | 660 | 825 |
| Marge brute (DT/ha) | 4 471 | 4 306 |
| Variation de la marge brute/ha entre la bonne et la mauvaise pratique | 3% | 1% |

* note de lecture : la marge brute moyenne et les besoins en eau moyens sont extraits des travaux réalisés par l'IRESA.

⁵ Rapport national du secteur de l'eau, 2020, Bureau de la Planification et des Equilibres Hydrauliques (BPEH) /Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche.

⁶ Institut de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricoles, recueil de fiches technico-économiques observées des principales cultures pratiquées en Tunisie – Tome I et II.

Source : IREEDD, d'après des données de l'enquête et des données de l'IRESA

Les besoins réels étant relativement proches des besoins déclarés, une réduction marginale de ces derniers n'entraîne pas de variation significative de la marge brute/ha.

L'étude s'est également intéressée à l'impact de la mise en œuvre des bonnes pratiques en matière d'apport d'eau sur la culture de l'olivier. Une simulation sur la marge brute/ha du passage d'un apport d'eau entre les volumes déclarés (3280 à 5000 m³/ha) et les besoins réels (2000 à 4000 m³/ha selon les régions) est présenté ci-après.

Tableau 24 : impact sur la marge brute d'une bonne pratique – cas de la culture de l'olivier

| Olivier | | |
|--|---|-------------------------|
| Variétés | Marge brute moyenne sans les charges d'eau* | Unité |
| Olivier à huile en irrigué | 1518 | DT/ha |
| « Mauvaise » pratique: | <i>Fourchette basse</i> | <i>Fourchette haute</i> |
| Besoins en eau déclarés (m ³ /ha) | 3 280 | 5 000 |
| Charges d'eau (DT) | 361 | 550 |
| Marge brute (DT/ha) | 1 157 | 968 |
| « Bonne » pratique: | <i>Fourchette basse</i> | <i>Fourchette haute</i> |
| Besoins réels (m ³ /ha) | 2 000 | 4 000 |
| Charges d'eau (DT) | 220 | 440 |
| Marge brute (DT/ha) | 1 298 | 1 078 |
| Variation de la marge brute/ha entre la bonne et la mauvaise pratique | 12% | 11% |

* note de lecture : la marge brute moyenne et les besoins en eau moyens sont extraits des travaux réalisés par l'IRESA.

Source : IREEDD, d'après des données de l'enquête et des données de l'IRESA

Si l'on considère la fourchette basse des besoins en eau, on constate que les charges d'eau sont estimées à 361 DT pour 3280 m³ apportés/ha. Ces dernières sont réduites à 220 DT lorsque l'exploitation s'en tient aux besoins réels minimums (2 000 m³/ha) pour les régions les plus humides.

L'apport des besoins réels permet ainsi d'améliorer entre 11 et 12% la marge brute de l'exploitation en fonction des volumes d'eau apportés.

Finalement, un focus sur la culture du melon est proposé. Celle-ci est une culture maraichère, où un apport d'eau est indispensable. Toutefois, les besoins déclarés par les exploitants peuvent paraître légèrement supérieur aux besoins réels. Une simulation sur la marge brute/ha du passage d'un apport d'eau de 6000 m³/ha à 5200 m³/ha est présenté ci-dessous.

Tableau 25 : impact sur la marge brute d'une bonne pratique – cas de la culture du melon

| Melon | | |
|---|-------------------------------------|-------|
| Variétés | Marge brute sans les charges d'eau* | Unité |
| Melon | 5665 | DT/ha |
| « Mauvaise » pratique: | | |
| Besoins en eau déclarés (m ³ /ha) | | 6 000 |
| Charges d'eau (DT) | | 660 |
| Marge brute (DT/ha) | | 4 471 |
| « Bonne » pratique: | | |
| Besoins réels (m ³ /ha) | | 5 200 |
| Charges d'eau (DT) | | 572 |
| Marge brute (DT/ha) | | 5 093 |
| Variation de la marge brute entre la bonne et la mauvaise pratique | 14% | |

* note de lecture : la marge brute moyenne et les besoins en eau moyens sont extraits des travaux réalisés par l'IRESA.

Source : IREEDD, d'après des données de l'enquête et des données de l'IRESA

La mise en œuvre d'une bonne pratique s'en tenant aux besoins réels relatifs du melon permet d'améliorer significativement la rentabilité de l'exploitation, cela augmentant de 14% sa marge brute.

Ce travail via des études de cas spécifiques a été complété par des **recommandations sur les cultures alternatives moins exigeantes en eau à haute valeur ajoutée et adaptées aux conditions climatiques des régions**. En effet, la rentabilité ne peut s'en tenir qu'aux caractéristiques strictement financière d'une exploitation, il est essentiel que les cultures proposées répondent à un marché existant (ou en expansion) et soient durables.

La présente étude identifie 7 cultures alternatives. Les variétés préférentielles, les quantités d'eau nécessaires, les rendements escomptés et les résultats associés sont présentés ci-après pour chacune d'entre elle.

La culture de l'amandier

Atouts : cette culture est économe en eau. Elle requiert peu d'interventions phytosanitaires et résiste aux fortes chaleurs et sécheresses estivales.

Zone(s) d'implantation/ prérequis :

- L'amandier s'épanouit dans les climat chauds et secs mais nécessite également d'être exposé à un climat « froid/tempéré » (250-350 heures et 500 pour certaines variétés).
- L'amandier préfère le soleil direct et un sol bien drainé et s'adapte aux différents types de sol (allant des sols sablo-limoneux aux sols argileux). Il préfère habituellement les sols légers, fertiles, profonds et bien drainés. Bien que l'amandier résiste à la sécheresse et puisse survivre pendant de nombreuses années dans les sols secs, la production diminue de façon significative dans ces conditions. Une faible humidité du sol à la fin de la saison de croissance est moins critique qu'elle ne l'est au début. Les sols lourds ou peu drainés sont à éviter : ils feraient diminuer la production et favoriseraient la propagation des diverses maladies fongiques. L'amandier préfère les sols filtrants, il est ainsi peu recommandé de l'implanter sur des sols argilo-limoneux, très favorables à l'accumulation de l'eau. La culture de l'amandier s'adapte également aux sols calcaires et caillouteux.
- Le pH du sol n'est normalement pas un facteur limitant, puisque l'arbre évolue bien sur des sols au pH situé entre 5,5 et 8,5.

Variétés :

La Tunisie se distingue par d'excellentes variétés bien adaptées à son écosystème. Il s'agit notamment des amandes Achak, Ksontini, Zahaf, Elleuch, Fakhfakh, Ben Smail, Kamoun, Khoukhi, Blanco et autres

Bonnes pratiques culturales :

1. **Préparation du sol avant plantation :** il s'effectue l'été précédent la plantation et consiste à mettre en place un engrais vert avant de replanter, en veillant à extraire les racines issues de précédentes cultures. Une analyse du sol est vivement recommandée avant plantation.
2. **Plantation et bonnes pratiques d'entretien :**



- **Plantation :** la plantation peut s'effectuer durant la période de repos végétatif, ou au plus tard avant son démarrage (décembre à fin février). Les racines de l'amandier sont sensibles à l'exposition de l'air, la plantation doit être réalisée dès réception des plants. Après la plantation, il faut arroser généreusement pour que la terre enveloppe correctement les racines.
- **Entretien du sol :** un désherbage des rangs est encouragé pour réduire la concurrence entre les mauvaises herbes pour l'eau et les éléments nutritifs.

- **Taille des arbres** : la taille de l'amandier se pratique assez tôt (peut débuter dès la fin de l'été). Il est préférable d'appliquer un simple éclaircissement de l'intérieur de l'arbre afin de favoriser l'ensoleillement.
- **Fertilisation** : il est recommandé d'ajouter entre 3,6 et 5,4 kg d'un mélange azote-phosphore-potassium 12-12-17 + 2 oxydes de magnésium par arbre adulte, en 2 applications sur l'année, la première à la fin de l'hiver (février) puis à la fin du printemps (mai-juin).
- **Irrigation** : les besoins en eau de l'amandier varient de 800 à 850 mm/an, les apports sont recommandés durant Mai-Juin- Juillet, mois pendant lesquels les besoins en eau sont maximums. Un système d'irrigation goutte-à-goutte courant est préconisé : celui-ci doit être constitué de deux tuyaux latéraux par rangés, avec une distance entre deux sorties de 60cm. Lorsqu'il ne pleut pas, la fréquence d'arrosage s'étale de une fois tous les deux jours à une fois tous les quatre jours.
Le degré de salinité de l'eau d'irrigation supportable pourrait atteindre 3 g/l et les besoins en eau varient de 4000 à 5000 m³/ha selon les régions (humides ou sèches).
- **Récolte** : les amandes peuvent être récoltées en vert en juillet (la coque est tendre, l'amandon juteux et sucré) ou en sec (plutôt en septembre) quand les écales s'ouvrent. La récolte se fait manuellement.
- **Rendements** : (phase de pleine croissante) 350kg/ha.



: recommandations d'apports en matière de fertilisation

Résultats et débouchés : le différentiel de marge brute moyenne/ha entre l'olivier et l'amandier (1500 DT/ha pour l'olivier contre 2900 DT/ha pour l'amandier, soit un différentiel de l'ordre de 1500 DT/ha) incite à développer cette culture arboricole en soutien aux activités agricoles.

Les avantages économiques associés au développement de l'amandier sont :

- La réduction des charges (comprenant la main d'œuvre, les dépenses induites par la fertilisation, le transport, etc.) : l'amandier requiert des apports limités. Les charges proportionnelles peuvent varier significativement par rapport à d'autres cultures arboricoles : par rapport au pêcher ou au pommier, on constate en moyenne une réduction de 80% des charges. La culture de l'amandier entraîne une réduction de 50% des charges si elle remplace des grenadiers, qui eux requièrent plus de main d'œuvre et de fertilisation.
- L'ouverture vers un marché en développement. La consommation d'amandes est en croissante expansion sur le marché local et international, au même titre que ses produits dérivés, cela favorisant le soutien et l'accroissement de son prix de vente.

La culture de l'olivier

Atouts : cette culture est peu exigeante en eau et résistante aux fortes chaleurs.

Variétés :

- Olives à huile : la variété chetoui adaptée aux conditions climatiques du Nord Tunisien. La variété chemlali est la plus répandue en Tunisie.
- Olives de tables : la variété meski est la variété d'olive de table la plus cultivée en Tunisie. Elle est également très prisée pour la conserverie.

Zone(s) d'implantation/ prérequis : la culture de l'olivier se développe sur une majorité des terres réservées à l'arboriculture. Elle tolère les températures élevées mais craint le froid et le vent à l'âge adulte.

Bonnes pratiques culturales :

1. **Préparation du sol avant plantation :** il est essentiel d'éviter les sols asphyxiants et lourds de type marneux ou ceux à encroûtement calcaire. Les terres franches (sablo-argileuse) profondes de 0,8-1m, à pente inférieure à 20% sont préférables. Les sols sableux sont convenables pour l'olivier à condition qu'ils soient pourvus en eau et en éléments nutritifs. Les sols argileux doivent être correctement drainés et le taux d'argile ne doit pas dépasser 35%.

2. **Plantation et bonnes pratiques d'entretien :**

- **Densité de plantation :** différentes recommandations sont de mises en fonction de l'orientation de la culture :
 - o Intensif raisonné: il est recommandé de planter entre 200 à 280 pieds/ha.
 - o Hyper-intensif: la plantation se structure entre 1250 - 2000 pieds/ha.

La plantation doit être disposée en rectangle avec une orientation Nord – Sud de préférence.

- **Entretien du verger :** il est important de creuser les trous manuellement ou à la tarière hydraulique. Si le sol a été labouré (Labour profond), il n'est plus nécessaire de faire de gros trous de plantation. Il suffit de faire un coup de sape le jour même de la mise en place des boutures. Si le sol n'a pas été labouré : Il faut creuser des trous cubiques de 1m³ (1m x 1m x 1m). Il faut également arroser les boutures régulièrement tous les 15-20 jours en l'absence de pluies
⇒ Dose de 50 – 100 litres d'eau / arrosage / plant selon la période de l'année.

- **Fertilisation et traitement phytosanitaire :**

- o En matière de fertilisation azotée, il est recommandé un apport de 100 g d'ammonitrate (33% d'azote) par arbre et par année d'âge (1an: 100g, 2ans: 200g, etc.),
- o En matière de traitement phytosanitaire, il est pertinent d'apporter des traitements adéquats notamment pour lutter contre la pyrale de jasmin et l'Othiorrynche.

Dans le cas de l'irrigation localisée, il est préférable de fractionner les doses : 10-20 g d'ammonite / arbre chaque 15 jours. Apporter de l'acide phosphorique peut également s'avérer intéressant (2-3 litres d'acide phosphorique/ha chaque 21 jours). Il favorise le développement des racines et permet l'entretien du réseau d'irrigation.

- **Irrigation** : les besoins en eau de l'olivier varient de 3000 à 4000 m³/an /ha à l'âge adulte. Juillet est le mois qui requiert le plus d'apport. Le degré de salinité de l'eau d'irrigation supportable pourrait atteindre 3 à 5 g/l.
- **Récolte** : celle-ci à lieu entre novembre et février.

Résultats et débouchés : la culture de l'olivier s'avère être plus intéressantes que le recours aux grandes cultures, fortement consommatrices d'eau. La marge brute moyenne/ha de l'olivier est en moyenne supérieure de 20% par rapport à des cultures comme l'avoine ou l'orge irrigué.

Parallèlement, la demande locale et internationale pour l'olive et ses produits dérivés garantit le maintien voire le développement du revenu des exploitants.

La culture des plantes aromatiques

Atouts : les superficies cultivées pour ces cultures commencent de se répandre. Elles sont beaucoup moins exigeantes en eau et leur valorisation est diversifiée (extraction de produits dérivés utilisés pour la pâtisserie, la pharmacie biologique - actions antimicrobiennes, antimycosiques et anti-inflammatoires).

Zone(s) d'implantation/ prérequis : une exposition ensoleillée et un sol correctement drainé pour les plantes aromatiques comme l'origan, le romarin ou le thym. Pour ce qui est de l'aneth, du basilic, de l'estragon, de la ciboulette ou de l'églantier, un sol riche en nutriment est recommandé.

Variétés : l'églantier, le rosier, le romarin et le thym sont des plantes intéressantes s'adaptant aux conditions climatiques des zones du projet.

Bonnes pratiques culturales :

A titre illustratif, la présente fiche s'intéresse à la culture de l'églantier.



1. Plantation et bonnes pratiques d'entretien :

- La **plantation** de l'églantier se fait dans un sol riche en humus, entre septembre et octobre. La plantation s'effectue de préférence dans un endroit bien ensoleillé où il prospérera sans problème en taillis, en haie voire en isolé.
- Malgré un arrosage qui doit être modéré, la fleur églantier s'épanouit abondamment.
- **L'entretien** consiste en un désherbage régulier complété par quelques séances de binage afin d'éliminer les adventices (mauvaises herbes) qui prospèrent allègrement au pied de l'églantier. Il n'est pas nécessaire de pailler en hiver car la rusticité de l'églantier lui permet de résister au froid.
- Il est également préconisé de tailler modérément dès que les risques de gel ne sont plus à craindre. La taille de l'arbre églantier à la belle saison favorise la cicatrisation.
- **Traitement :** l'églantier est un arbre rustique qui résiste bien aux maladies. Toutefois, il faut le traiter contre le bédégar provoqué par le développement de la larve d'un hyménoptère cynipide.

Résultats et débouchés : les produits extraits des plantes aromatiques sont écoulables sur le marché local et international, durant toute l'année, grâce à une tendance vers le retour aux produits naturels et biologiques.

Le principal avantage économique de cette culture réside dans la réduction des charges supportées par les exploitants : les plantes aromatiques nécessitant guère d'entretien. Les apports fertilisants sont également très limités, voir inexistantes pour certaines cultures.

La culture du pistachier

Atouts : la culture du pistachier (*Pistacia vera* L.) en Tunisie occupe 30 000 ha (DGPA, 2014) ce qui en fait la 3^{ème} spéculiation après l'olivier et l'amandier en termes de superficie. Malgré cette extension relativement importante, sa productivité demeure encore très faible. Parmi les raisons de cette faible productivité, la pratique de la monoculture et le manque de diversification des porte-greffes. Le pistachier est assez facile à cultiver si l'environnement lui convient.

Zone(s) d'implantation/ prérequis :

- Le pistachier a besoin de soleil et aime les expositions chaudes. De fait, le pistachier ne supporte pas les hivers rudes. Certaines espèces sont toutefois plus résistantes que d'autres : La variété *Pistacia vera* résisterait jusqu'à -15° C. Toutes les variétés craignent les gelées printanières qui mettent en péril les fleurs de l'arbre.
- Le pistachier apprécie les sols secs. C'est un arbre qui supporte et résiste aux périodes de sécheresse. Il faut en revanche que le sol soit bien drainé. Il supporte aussi les sols légèrement calcaires.

Variétés : parmi les variétés femelles à floraison précoce on peut citer Aegina, Batoury et Mateur. Parmi les variétés tardives, on trouve la variété Kerman, Bianca Regina et Pignatone. A, B et Peters sont des pollinisateurs précoces, tandis que M-P9, M-9 et M-5 sont tardifs.

Bonnes pratiques culturales :

1. **Préparation du sol avant plantation :** le pistachier apprécie les sols secs et drainés. Il ne tolère pas un climat humide excessif. Il supporte en revanche les sols modérément calcaires.
2. **Plantation et bonnes pratiques d'entretien :**
 - **Besoins en eau:** bien que résistant à la sécheresse, le pistachier aura besoin d'être arrosé régulièrement pendant sa période de croissance pour garantir une production de pistaches satisfaisante. Le reste de l'année, les arrosages sont moins fréquents. Le degré de salinité de l'eau d'irrigation supportable pourrait atteindre 4 à 5 g/l et les besoins en eau varie de 4000 à 5000 m³/ha selon les régions.
 - **Entretien :** les pratiques d'entretien s'effectuent au début de l'année, entre janvier et février. Prudence toutefois puisque le pistachier n'est que guère favorable à la taille, y compris l'espèce fruitière car il cicatrise mal. On se contente donc d'une taille légère pour maintenir une ramification, on supprime le bois mort ou encombrant.
 - **Traitement :** il est recommandé de traiter contre les araignées rouges et les pucerons.
 - **Rendement :** (phase de pleine croissance) 250kg/ha.

Résultats et débouchés : la marge brute/ha du pistachier est estimée aux alentours de 1800 DT/ha, marge largement supérieure à celle de certaines cultures arboricoles. Le pistachier requiert à la fois des apports d'eau et d'intrants limités, ce qui permet de d'accroître le revenu disponible des exploitants.

La culture du caroubier

Atouts : le caroubier contribue à la lutte contre l'érosion des sols, il permet aussi d'économiser une ressource naturelle très précieuse en Tunisie. C'est un arbre qui réagit très vite à la moindre quantité d'eau, notamment en période de sécheresse.

Zone(s) d'implantation/ prérequis : le caroubier est une culture novatrice guère répandue en Tunisie. Il existe seulement quelques superficies qui se sont développées depuis seulement quelques années notamment dans le Nord à Bizerte.

Variétés : la variété « Monastir » est une variété bien identifiée produisant une gousse particulièrement développée, qui permet d'obtenir davantage de farine que de graine. En raison de son caractère innovant, les variétés tunisiennes de caroubier ne sont pas totalement correctement identifiées.

Bonnes pratiques culturelles :

1. Plantation et bonnes pratiques d'entretien :

- la culture du caroubier nécessite une exposition ensoleillée ou peu ombragée. Il s'épanouit au sein d'un sol correctement drainé, même si ce dernier est sec et peu riche en nutriments. L'arbre supporte mal les épisodes de grand froid. S'il est correctement protégé, il pourra prospérer dans un climat tempéré.

La croissance de l'arbre reste lente.

- Entretien : il est important de surveiller et contrôler les apports d'eau particulièrement pendant les premières années de croissance de la plante.
- Récolte : la récolte s'effectue à la main, généralement entre juillet et septembre au stade végétatif de maturité des gousses.

2. Rendements : un arbre en pleine productive peut fournir entre 300 et 800kg de caroubes/an.

Résultats et débouchés : la Tunisie, qui ne produit actuellement que 3% de la production mondiale de caroubes, devrait revaloriser et encourager la culture de cet arbre et l'introduire au cercle de l'économie nationale car ses vertus thérapeutiques ne sont pas moindres que ceux de l'olivier. Outre le fait que cette plante est économe en eau et sa conduite est facile, la farine ou gomme tirée de ses graines est utilisée principalement dans l'industrie alimentaire, la pharmacie et la cosmétique. Elle sert aussi d'épaississant des textiles, pour la fabrication du papier, pour rehausser la saveur des cigarettes; et elle est aussi prisée pour ces qualités d'aide-minceur puisqu'elle est considérée comme un coupe-faim naturel. Le marché européen est un grand demandeur actuel et constitue un débouché durable de ce produit.

La culture de la figue de barbarie

Atouts : la figue de barbarie nécessite peu d'apports d'eau et résiste aux fortes chaleurs.

Zone(s) d'implantation/ prérequis : la figue de barbarie s'adapte facilement à des sols très secs et pauvres. La plante se caractérise principalement par une capacité de résistance à des températures élevées et à de longues périodes de sécheresse, ce qui fait qu'elle se prête parfaitement à la production dans les zones arides et semi-arides. Le figuier de Barbarie, originaire du Mexique, est parvenu en Tunisie à la fin du seizième siècle par l'intermédiaire de la population andalouse. En Tunisie notamment au début de l'indépendance, la plante a été plantée à grande échelle pour fixer les sols et lutter contre l'érosion. Elle a été aussi utilisée dans les terrains en pente et dans les courbes de niveau pour retenir les eaux de ruissellement. La Tunisie compte 600 000 hectares de figuiers de Barbarie, Le figuier de Barbarie pousse partout en Tunisie, et sans pesticides.

Variétés : dans le gouvernorat de Nabeul, une variété tardive obtenue par la castration du figuier de Barbarie, la figue de Bou Argoub possède aussi tous les atouts pour être labellisée. La culture de ce fruit s'étend sur 800 hectares avec une moyenne de production de 8 à 12 tonnes par hectare.

Bonnes pratiques culturales :

Le figuier de Barbarie est considéré comme étant une culture pérenne nécessitant très peu d'entretien et s'adaptant au manque d'eau. Elle supporte ainsi les sécheresses prolongées. Le figuier de Barbarie ne poussera qu'en sol extrêmement drainé (qui ne retient pas l'eau). Ainsi, une plantation dans un milieu très chaud et en pleine soleil est primordiale pour sa culture.

Résultats et débouchés : en dehors de la valeur marchande de son fruit, la mise en valeur du figuier de Barbarie touche plusieurs autres domaines : alimentaire, cosmétique, pharmaceutique, et énergétique.

La culture de la moringa

Atouts : particulièrement résistant aux climats chauds, les feuilles de moringa sont réputées pour ses multiples vertus. Elles sont séchées avant d'être réduites en poudre. On l'utilise donc exclusivement sous la forme d'un complément alimentaire.

Zone(s) d'implantation/ prérequis : une plantation sur un sol correctement drainé est recommandée afin de permettre l'élimination des excès d'eau. La plupart des études conseillent d'éviter les sols argileux. Le site doit être dégagé afin de recevoir un ensoleillement maximal. Il doit être protégé des divagations des animaux avec des clôtures naturelles ou artificielles. La moringa a été introduit essentiellement à Tataouine où on compte aujourd'hui près de 2 500 arbres.

Variétés : les espèces *Moringa oleifera* et *Moringa stenopetala* sont les plus souvent cultivés, avec une forte prédominance de *Moringa oleifera*.

Bonnes pratiques culturelles :

1. Plantation et bonnes pratiques d'entretien :

- Le moringa est un arbre à croissance rapide : il faut entre 3 et 6 mois pour récolter les premières feuilles et 1 an pour la première récolte de fruits.
- **Besoin en eau :** le Moringa peut germer et se développer sans irrigation s'il est semé à la saison des pluies. Sa racine tubéreuse se forme vingt jours après le semis et permet aux jeunes plants de supporter la sécheresse.

Pour une croissance optimale, il est conseillé d'arroser les semis puis les pieds des plants en saison sèche pendant les premiers mois suivant le semis. Une fois bien enraciné, l'arbre tolérera la sécheresse et ne nécessitera un apport d'eau qu'en cas de dépérissement persistant. La culture intensive ou visant à produire et récolter des feuilles de manière continue demandera toutefois une irrigation plus régulière mais en prenant soin de laisser sécher le sol entre deux irrigations. Le sol ne doit pas être gorgé d'eau.

- **Fertilisation :** le mélange de déchets à décomposition rapide (crottes, végétaux verts et tendre) et à décomposition lente (paille, végétaux secs et fins branchages) assurera la meilleure fertilisation. La fertilisation se fait au moment du labour, avant les semis. Des apports ponctuels de fumier ou/et de compost au moins une fois par an sont préconisés par exemple en début de saison des pluies lorsque les arbres reprennent leur développement.

2. **Récolte :** la récolte des feuilles fraîches se fait entre juin et octobre.

3. **Rendement :** un arbre peut produire en moyenne 5kg de feuilles fraîches.

Résultats et débouchés : implantée depuis quelques années en Tunisie, cette plante est reconnue pour ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques. Ses feuilles se vendent sur les marchés ou auprès de grossistes/détaillants qui le transforment et le redistribuent aux magasins spécialisés.

3.4 PISTES D'AMÉLIORATION ET RECOMMANDATIONS

L'adaptation de l'agriculture à la raréfaction des ressources en eau passe par une révision de ses manières de produire à travers les modifications adaptatives des itinéraires techniques, la sélection variétale (notamment pour la résistance à la sécheresse), les pratiques agricoles économes en intrants (agriculture biologique, agriculture de conservation des sols, agroforesterie...).

Les pistes d'amélioration proposées se structurent en 3 points et sont présentés ci-après.

1. La révision des itinéraires techniques

On appelle itinéraire technique la combinaison logique et ordonnée des techniques mises en œuvre sur une parcelle en vue d'obtenir une production. Il se structure autour des opérations de travail du sol, de semis, d'application d'intrants et d'apports d'engrais minéraux ou organiques, et autour des pratiques pendant et post-récolte.

Dans un contexte de réduction de la ressource en eau, le premier levier d'adaptation consiste en une modification des itinéraires techniques, de façon à faire coïncider la demande de la plante à celle de la disponibilité en eau dans le sol. Des économies partielles d'eau peuvent ainsi être réalisées:

- D'une modification du calendrier de semis en modifiant les dates et les modes de semis.
- D'une modification dans la stratégie de plantations qui visent à réduire la consommation d'eau en réduisant la densité de semis.
- D'une modification de l'entretien du sol en maintenant une bonne structure du sol (permettant infiltration et stockage de l'eau ainsi qu'un enracinement profond des plantes).

Un autre levier d'adaptation repose sur la diversification et l'allongement des rotations.

2. Le changement de variétés

Une stratégie alternative consiste à sélectionner des variétés plus résilientes à l'augmentation des températures et nécessitant moins d'eau. Certains centres de recherche travaillent à l'élaboration de variétés résistantes aux maladies, aux sécheresses ou au manque d'eau tel que l'INGC.

3. La conversion vers une agriculture alternative

La conversion vers une agriculture économe en intrants peut réduire significativement les apports d'eau tout en améliorant la rentabilité de l'exploitation. La réduction, voire la suppression des intrants dans la production agricole permet également d'accéder au label « agriculture biologique » pour laquelle une demande croissante émane de la part des consommateurs.

Une alternative réside également dans le développement de l'agriculture de conservation des sols. La FAO assimile à ce principe l'ensemble des modes de production agricoles reposant sur trois principes appliqués simultanément :

- une couverture maximale des sols (résidus de cultures ou mulch, cultures intermédiaires, couverts permanents, compost), surtout en hiver ;
- une absence totale de travail du sol,
- une diversification maximale des espèces cultivées (rotations longues, alternances graminées et légumineuses).

L'agriculture de conservation est présentée comme une alternative économique et écologique vertueuse à l'agriculture conventionnelle fortement consommatrice d'eau. Celle-ci bénéficie également d'une certaine attractivité de la part des consommateurs.

Toutefois, ces changements ne pourront s'opérer que par un accompagnement des exploitants. Cet accompagnement doit s'opérer à deux échelles :

- à une échelle « supra », l'Etat doit persévérer dans l'effort de formation, d'assistance et d'encadrement des agriculteurs afin qu'ils tendent vers une utilisation des ressources en eaux plus efficace pour améliorer la productivité et la valorisation de l'eau.
- à l'échelle locale, l'organisation de retours d'expériences fructueux contribue à l'évolution des pratiques agricoles puisque cela permet d'enclencher une dynamique et de fédérer les exploitants autour d'un objectif commun tout en partageant leur savoir-faire,
- à l'échelle de l'exploitation, l'accompagnement des structures régionales et locales doit permettre d'améliorer la connaissance opérationnelle et faire monter en compétences les exploitants vis-à-vis des facteurs clés de maintien/développement d'une rentabilité agricole correcte (caractéristiques du sol, apports des besoins réels en eau, etc.).

3.5 LES FICHES ARGUMENTAIRES

5 fiches thématiques ont été élaborées. Ces dernières sont destinées aux agriculteurs du territoire d'intervention et présentent les actions techniques de bonnes pratiques économes en eau. Ces bonnes pratiques sont simples et facilement vulgarisables. Les fiches sont attachées en annexe du présent document.

4. Conclusion

L'amélioration de la résilience de l'agriculture tunisienne passe par plusieurs leviers d'actions : (i) l'identification des facteurs de la surexploitation et de mauvaise gestion, (ii) des campagnes de formation et de sensibilisation à l'intérêt économique et environnemental de réduire les apports d'eau.

Une réponse unique en matière d'adaptation n'existe pas car chaque exploitation est tributaire d'un sol, d'un climat et d'un environnement spécifiques.

Toutefois, des pistes d'amélioration au changement de pratiques peuvent être formulées. L'agriculture peut s'appuyer sur un ensemble de solutions agronomiques alternatives. L'irrigation doit, de son côté, évoluer pour aller vers plus d'économies d'eau grâce aux innovations permises par la technologie et par les bonnes pratiques déployées en matière de conception, d'entretien et de gestion de l'irrigation à l'échelle de la parcelle.

Des économies d'eau sont effectivement possibles, mais elles supposent du savoir-faire, de la formation, des investissements ainsi qu'un accompagnement. Pour cela, il est nécessaire d'appuyer les agriculteurs engagés dans une démarche agroécologique pour économiser l'eau et garantir le maintien de leur revenu.

Annexes

ANNEXE 1 : LISTE DES RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bureau de la Planification et des Equilibres Hydrauliques (BPEH), Rapport national du secteur de l'eau, 2020, Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche.

Benalaya Abdallah, Souissi Asma et al., *Eau virtuelle et sécurité alimentaire en Tunisie : du constat à l'appui au développement (EVSAT-CAD)*, avec le financement du Centre de Recherches pour le Développement International (CRDO), 2015.

Houda Mazhoud, Fraj Chemak, Roza Chenoune, *Analyse typologique et performance productive de la culture du blé dur irrigué en Tunisie*, 2020.

Ministère du développement de l'investissement et de la coopération internationale, *Etude stratégique pour le développement du gouvernorat de Mahdia à l'horizon 2030*, 2018.

Ministère tunisien de l'agriculture, des ressources en eau et de la pêche (DGAFTA) et l'Agence Française de développement (AFD, Programme tunisien d'adaptation au changement climatique, comprenant les études de faisabilité et préparation des documents de projet pour soumission au financement par le Fonds Vert pour le Climat du projet : Promotion d'une agriculture résiliente au climat et amélioration des moyens de subsistance des petits agriculteurs dans le Sud Tunisien, 2022.

UNDP, *Plans de gestion intégrée des ressources en eau, Manuel de formation et guide opérationnel*, mars 2005.

ANNEXE 2 : LISTE INDICATIVE DES STRUCTURES RENCONTREES

Le tableau suivant détaille la liste des personnes ressources mobilisées dans le cadre des entretiens auprès des structures centrales et régionales.

Tableau 26 : liste des structures mobilisées dans le cadre de l'étude

| | Structure rencontrée | Personne ressource/point focal | Date de l'entretien |
|-----------------------|---|---|---------------------|
| Structures régionales | CRDA Béjà, URAP Béjà | Abderrazak FEHRI/Chef PI à Medjz El Bab et Sofiène REZGUI /URAP | 07/03/2022 |
| | CRDA Siliana, URAP Siliana | Ali SLIMI / Chef DHER CRDA Siliana | 08/03/2022 |
| | CRDA Nabeul et URAP Nabeul | Imen BEN ZID /Chef CEE Khouloud SELMENE /URAP Nabeul | 09/03/2022 |
| | CRDA Zaghouan et URAP Zaghouan | Tarek AYOUB / Commissaire CRDA Zaghouan Mohamed Ali TRABELSI/chef DHER CRDA Zaghouan | 10/03/2022 |
| | CRDA Mahdia et URAP Mahdia | Ali BOUGHAMMOUA/chef DHER CRDA Mahdia Kamel FAIZA/URAP | 11/03/2022 |
| | Centre technique des Agrumes (CTA)/ Béni Khalled / Nabeul | Mohamed Chiheb AMMAR / Ingénieur général | 11/03/2022 |
| | Centre technique des cultures protégées et géothermiques/Monastir | Mehdi MABROUK /Ingénieur agronome | 11/03/2022 |
| | Institut des régions arides (IRA) Antenne de Tataouine | Farah BEN SALEM / Directeur et chercheur | 13/03/2022 |
| | CRDA Kébili, URAP Kébili, Institut des régions arides (IRA) Antenne de Kébili | Mohamed BEN MABROUK /Chef par intérim du PI Mongi BEN AMOR/URAP Kébili | 14/03/2022 |
| | Centre régional de recherches en agriculture oasisienne (CRRAO), Dguèche/Tozeur | Mohamed NAMSI, Directeur général | 15/03/2022 |
| | Centre régional de recherche en grandes cultures (CRRGC) /Béjà | Hiba GHAZOUANI / Chercheur | 16/03/2022 |
| | Centre Technique des Cultures biologiques de Chott Mariem (CTAB) / Sousse | Khaled SASSI, Directeur Général | 18/03/2022 |
| | Centre technique de formation de Sidi Bourouis /Siliana | Jameleddine ARBI / Directeur | 29/03/2022 |
| | Institut National des Grandes Cultures (INGC) /Boussalem/Jendouba | Radhouane NCIRI / Chef service | 18/04/2022 |
| Structures centrales | Bureau de planification et des équilibres hydrauliques (BPEH) | Hammadi HBAIEB / Directeur Général | 11/04/2022 |
| | Direction générale de génie rural et d'exploitation d'eau | Nabil RHAIEB / Sous-directeur : Economie d'eau | 11/04/2022 |
| | Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche (UTAP) | Sarra BEN HAMMADI / Sous Directrice : Eau et Développement | 12/04/2022 |
| | Direction générale de l'aménagement et de la conservation des terres agricoles (DGAFTA) | Faouzi HARROUCHI / Sous-directeur Ouvrages hydrauliques | 12/04/2022 |
| | Institut national des recherches agronomiques (INRAT) | Fraj CHMAKH /Chercheur agroéconomiste | 13/04/2022 |
| | Centre de recherche et technologie des Eaux (CERTÉ) | Hamza EL FIL /Professeur et Imène DHAOUDI /Chercheur | 13/04/2022 |
| | Agence de la vulgarisation et de la formation agricole (AVFA) | Khemaïs ZAYANI /Directeur Général | 14/04/2022 |
| | Institut national de recherche en génie rural, eau et forêt (INGREF) | Zouhaier NASR /Directeur Général | 14/04/2022 |

Les comptes rendus détaillés font l'objet d'un rapport annexé au présent document.

ANNEXE 3 : FICHES ARGUMENTAIRES

6 fiches argumentaires ont été élaborées dans le cadre de cette étude. Elles sont destinées aux exploitants irrigants et s'intéressent aux bonnes pratiques agronomiques et d'irrigation.

- Fiche 1 : station de tête – irrigation localisée
- Fiche 2 : éléments de fertigation
- Fiche 3 : gestion des irrigations (pilotage)
- Fiche 4 : installation d'un réseau goutte à goutte
- Fiche 5 : utilisation des eaux saumâtres.
- Fiche 6 et 7 : cultures alternatives proposées.

Station de tête - Irrigation localisée

Elaboré dans le cadre de l'étude sur la rentabilité des bonnes pratiques économes en eau pour le compte de la GIZ Tunis, cette fiche ambitionne de répondre à la demande des agriculteurs/rices quant à l'amélioration de la productivité de l'eau.

Description

La station de tête constitue le cœur d'un réseau d'irrigation localisée surtout pour la technique goutte à goutte. Elle assure des fonctions vitales dans la pérennité du fonctionnement et de la protection d'un réseau d'irrigation goutte à goutte à savoir le conditionnement hydraulique de l'eau, la filtration de l'eau, la chimigation (fertilisation) et le contrôle et l'entretien du fonctionnement du réseau d'irrigation.

Aussi, toute insuffisance dans la conception de la station de tête d'un réseau d'irrigation goutte à goutte pourra altérer d'une manière significative l'uniformité de la distribution de l'eau et ainsi toute gestion convenable des irrigations à la parcelle. Pour cela, l'utilisation efficace des ressources en eau dans l'irrigation goutte à goutte devra systématiquement passer par une conception optimale de la station de tête afin d'assurer une meilleure productivité de l'eau d'irrigation.

Ci-après sont présentées les bonnes pratiques dans l'établissement d'une station de tête d'un réseau d'irrigation goutte à goutte afin d'obtenir une valorisation adéquate de l'eau d'irrigation.

Les bonnes pratiques économes en eau dans la conception d'une station de tête d'un réseau d'irrigation goutte à goutte

Filtration de l'eau

La station de tête devra être installée au-dessus du sol (30 cm de hauteur au minimum) pour éviter le contact du sol et garder le plancher de la station de tête propre.

Le filtre à sable est toujours suivi d'un filtre à tamis ou à disques pour compléter la filtration. Afin d'aérer la station de tête : il faut prévoir une distance minimale de 1,20 m entre le filtre à sable et le filtre à tamis (ou à disques) pour pratiquer la fertilisation sans être encombré.

Il est souhaitable d'installer en amont de la station de tête un filtre hydrocyclone qui élimine les éléments plus denses que l'eau (sable grossier...). Ce filtre peut être évité lorsque l'eau d'irrigation est pompée à partir d'un bassin de stockage ou de régulation des ressources en eau.

Caractéristiques du sable :

Le sable est le filtre. Il doit être à base de silice, provenant d'oueds, de gisements naturels, de dunes et avoir une granulométrie particulière. Cependant, plus le sable est fin, plus le filtre s'encrasse vite, et plus la perte de charge augmente.

Il n'est pas utile d'avoir une eau parfaitement claire. La finesse de filtration doit correspondre à la sensibilité des distributeurs au colmatage et à la qualité des eaux utilisées (oued, puits, forage...). **Il est conseillé pour l'irrigation d'obtenir une filtration de 80 à 100 microns.**

De même, **une granulométrie unique est préférée à l'emploi de couches de granulométrie différentes** (grossière et fine). Les éléments filtrants ont tendance à se mélanger lors du contre lavage.

En standard, le filtre à sable est livré avec un sable de calibre 14/20. Cependant, on conseille une granulométrie de :

- Un sable de l'ordre de 0.95 mm pour une finesse de filtration jusqu'à 130 μ
- Un sable de l'ordre de 1.30 mm pour une finesse de filtration jusqu'à 200 μ

Filtre à sable :

La section et la hauteur du média filtrant sont très importantes pour obtenir une filtration efficace. La vitesse de filtration doit être faible (de l'ordre de 2 à 3,5 cm/s). La hauteur de filtration préconisée est de 60 cm sans toutefois dépasser les $\frac{3}{4}$ de la cuve.

Les diamètres des filtres dépendent du débit véhiculé. **Un surdimensionnement du filtre est souhaitable pour plusieurs raisons à savoir :**

- Une perte de charge plus faible
- Une vitesse de filtration plus lente améliorant ainsi son efficacité
- Un nettoyage du filtre moins souvent
- Une qualité d'eau souvent variable surtout si l'eau provient des oueds

Pour les eaux trop chargées en particules, il est souhaitable de surdimensionner le filtre jusqu'à 50 %.

Si la différence entre les deux pressions des manomètres à l'entrée et à la sortie du filtre à sable est supérieure à 0,3 bars et inférieure à 0,6 bars, il faut nettoyer rapidement. Si cette **différence de pression est supérieure à 0,6 bars, le filtre est complètement bouché.**

Filtre à tamis ou à disques :

Ce filtre est utilisé en filtration *finale* après une filtration primaire avec un filtre à sable.

Il est souhaitable d'installer un filtre à disques dans le cas de présence d'impuretés d'origine organique (algues). Pour les deux types de filtres, il est conseillé dans ce cas de disposer d'une cartouche de réserve afin d'optimiser la durée des irrigations (ne pas arrêter l'irrigation pendant le nettoyage de la cartouche).

Si la différence entre les deux pressions des manomètres à l'entrée et à la sortie du filtre à tamis est supérieure à 0,3 bars et inférieure à 0,5 bars, il faut nettoyer rapidement.

Appareil d'injection d'engrais :

Il est souhaitable d'éviter les dilueurs pour cause de la présence d'une concentration variable et non homogène de l'eau fertilisée. L'injecteur d'engrais doit être toujours installé avant le filtre à tamis (ou à disques).

Compteur d'eau :

Un compteur d'eau doit toujours être prévu en aval de la station : le compteur d'eau permet de s'assurer du bon fonctionnement du réseau par un contrôle ponctuel du débit (rupture de conduites, bouchages) et de connaître la quantité d'eau apportée sur une parcelle lors d'un arrosage. Il permet également de dresser un bilan des apports pour l'ensemble de la campagne d'irrigation.

Éléments de fertigation

Elaboré dans le cadre de l'étude sur la rentabilité des bonnes pratiques économes en eau pour le compte de la GIZ Tunis, cette fiche ambitionne de répondre à la demande des agricult-rices/eurs quant à l'amélioration de la productivité de l'eau.

Description

L'apport des engrais dans l'eau d'irrigation est appelé "fertigation" ou "ferti-irrigation" ou encore "irrigation fertilisante". Elle consiste à apporter un produit chimique dans l'eau d'irrigation (engrais ou pesticide) et permet une distribution efficace, uniforme et sûre des engrais directement au pied des plantes.

Les actions de bonnes pratiques économes en eau relatives aux éléments de la fertigation sont présentées ci-après.

Les bonnes pratiques économes en eau dans l'utilisation des eaux à forte teneur en sels pour la production agricole

1. Les précautions indispensables en fertigation

L'application de cette technique demande des précautions particulières :

- Protection individuelle de l'opérateur du système
- N'utiliser que les engrais les plus solubles
- Toujours placer le pont d'injection avant le filtre à tamis
- Mettre un filtre à l'aspiration de la pompe doseuse
- Toujours placer un clapet anti-retour après la pompe ou borne
- Dilution appropriée de l'engrais dans l'eau d'arrosage
- Distribution d'une dose appropriée d'engrais au moment opportun
- La répartition de l'eau doit être homogène
- Le réseau d'irrigation doit être bien dimensionné et bien installé. L'entretien d'un système d'irrigation goutte-à-goutte doit être approprié
- Ne commencer l'injection des engrais que lorsque l'installation est en pression *Attention aux mélanges : les produits injectés ne doivent pas précipiter*
- Rincer systématiquement, cela évitera les cristallisations et la corrosion du matériel

Dans tous les cas, la distribution des engrais ne peut être uniforme que si la distribution de l'eau d'arrosage par le système goutte à goutte est elle-même uniforme.

2. Estimer les besoins réels

Avant de choisir l'engrais, il est indispensable de :

- *Faire une analyse de sol pour déterminer les éléments à apporter et combler judicieusement une carence éventuelle*
- *Evaluer les besoins de la plante en fonction de ses objectifs de production et de qualité. Cela permet de faire un calcul correct de la dose de fertilisant nécessaire à prévoir.*

Tout excès peut provoquer des accidents physiologiques sur la production ainsi que des pollutions préjudiciables à l'environnement.

3. Maîtriser le fonctionnement de son installation d'irrigation

Les goutteurs ou autres distributeurs doivent tous bien fonctionner. Il est indispensable de **vérifier que la pression est suffisante** pour faire fonctionner l'irrigation et l'injection des engrais dans de bonnes conditions.

Un bon entretien de l'installation est une garantie d'irrigation fertilisante homogène.

4. Préparation de la solution mère

La solution mère est une solution concentrée : c'est de l'eau dans laquelle on a dissous les engrais. Elle est injectée dans le réseau grâce à un appareil d'injection. La solution fertilisante, destinée à être injectée dans le réseau peut être préparée à partir d'un mélange d'engrais simples solides solubles ou d'engrais complets sous forme liquides ou solides (plus onéreux). L'eau d'irrigation fertilisée est alors appelée solution fille.

La méthodologie à suivre lors de l'élaboration de la solution mère est la suivante :

- Remplir la cuve au trois-quarts
- Verser progressivement l'engrais et agiter la solution
- Puis compléter en eau et agiter jusqu'à la dissolution complète

La concentration maximale de la solution mère est de 20 % c'est-à-dire 20 Kg par 100 litres d'eau.

5. Choix des engrais

Dans tous les cas, tous les éléments fertilisants peuvent être apportés par l'irrigation. Cependant des attentions particulières sont à prévoir à savoir :

- En présence de calcaires, le phosphate précipite. Il faudrait injecter du phosphate que si c'est nécessaire ou alors choisir un engrais acidifiant tel que le phosphate monoammonique ou alors acidifier l'eau avant la dissolution.
- **Tous les engrais n'ont pas la même solubilité.** Lors de la préparation de la solution mère, il faudrait procéder du moins soluble au plus soluble c'est-à-dire des engrais potassiques et phosphatés aux engrais à base de magnésium et de nitrate.
- Tous les engrais ne peuvent être mélangés entre eux. Certaines associations sont à déconseillées. Ils devront être utilisés successivement ou dans des cuves différentes.
- Ne jamais mélanger le nitrate de chaux avec des engrais à base de sulfate ou phosphate.

6. Les modalités pratiques de fertigation

- La durée de fertigation doit être toujours inférieure au temps d'irrigation pour prévoir un temps de rinçage. Selon la dimension du réseau, 5 à 15 minutes de rinçage limitent les dépôts ou colmatages des distributeurs.
- Ne jamais démarrer la fertigation tant que le réseau n'est pas en pression afin que toutes les plantes reçoivent la même quantité d'engrais
- Pour assurer un apport convenable et régulier sur l'ensemble du réseau, il est nécessaire d'avoir une bonne uniformité de la distribution de l'eau. Il est impératif de bien entretenir son réseau.
- **Ne pas dépasser une concentration de 2 g/l dans le réseau.** Si on doit avoir des temps d'irrigation courts, on peut aller à 4 g/l.
- Ne jamais verser l'eau sur l'engrais. On provoquera une prise en masse.
- Pour dissoudre les engrais peu solubles, augmenter par sécurité les volumes d'eau.
- Il faut toujours un filtre à tamis après l'injection d'engrais dans le réseau.

Gestion des irrigations (pilotage)

Elaboré dans le cadre de l'étude sur la rentabilité des bonnes pratiques économes en eau pour le compte de la GIZ Tunis, cette fiche ambitionne de répondre à la demande des agriculteurs/rices quant à l'amélioration de la productivité de l'eau.

Description

La gestion de l'eau d'irrigation ou pilotage est le processus de détermination et de contrôle du volume, de la fréquence et du débit d'eau d'irrigation de façon planifiée et efficace. Plusieurs objectifs sont visés par la gestion des irrigations dont essentiellement :

- ▶ **Éviter le stress hydrique** sur l'ensemble du cycle de culture et ceci lorsque l'eau est disponible et son coût est abordable.
- ▶ **Maximiser le rendement et la qualité** lorsque la conduite requiert des périodes de restriction hydrique.
- ▶ De **répartir** les irrigations sur l'ensemble du cycle de culture.

Ci-après sont présentées les bonnes pratiques dans la gestion de l'eau à la parcelle afin d'obtenir une valorisation adéquate de l'eau d'irrigation.

Les bonnes pratiques économes en eau dans la gestion des irrigations

Deux approches différentes de la gestion de l'eau à la parcelle sont établies que ce soit pour un objectif d'optimisation de la production (irrigation déficitaire, d'appoint ou de complément pour les grandes cultures) ou de maximisation de la production (arboricultures et cultures maraîchères).

Optimisation de la production (grandes cultures) :

- **Prévoir des apports de volumes d'eau se situant entre 200 et 240 mm réparties en trois ou quatre irrigations à des stades végétatifs bien définis** : semis (60 à 80 mm), tallage (80 à 100 mm) et post épiaison (60 à 80 mm).
- Avancer la date de semis (début novembre pour les céréales) pour limiter les apports d'eau et rester le plus longtemps dans la saison pluvieuse de la région.
- Fractionner au maximum les doses d'irrigations à apporter selon le système d'irrigation aménagé. Il est clair que le volume d'eau à apporter par irrigation dépend des équipements installés (pluviométrie des asperseurs), des contraintes du tour d'eau (débit et pression disponible à la borne) et également de la qualité du sol en matière de rétention d'eau.
- **Prévoir des irrigations pour les stades épiaison – floraison pour les céréales** qui représente une période sensible au manque d'eau. L'efficacité de l'irrigation est encore importante après floraison. En effet, cet apport d'eau à ces stades est d'une grande importance dans la qualité des céréales par une augmentation du poids des 1000 graines.

Maximisation de la production (arboricultures et cultures maraîchères) :

La stratégie d'irrigation doit s'appuyer sur un **calendrier prévisionnel d'irrigation qui intègre les stades phénologiques des cultures** et la capacité de rétention de l'eau dans le sol. Ce programme prévisionnel devra tenir compte de toutes les contraintes existantes à savoir celles de la distribution d'eau (débit et durée), le système et état des équipements d'irrigation disponibles et la capacité du sol dans la rétention de l'eau.

Également, les contraintes altérant une bonne uniformité de la distribution doivent être résolues afin d'assurer une gestion optimale de l'eau à la parcelle qui se définit comme étant le processus de détermination et de contrôle du volume, de la fréquence et du débit d'eau d'irrigation de façon planifiée et efficace et dont quelques outils sont présentés dans ce qui suit :

- Ne jamais laisser le sol s'assécher complètement. Le stress hydrique ainsi que l'augmentation de la salinité pourraient entraîner des répercussions néfastes et irréversibles surtout pour les jeunes plants.
- Assurer un entretien régulier des rampes d'irrigation avec des fréquentes purges dans le cas d'une ressource en eau chargée d'algues ou de limons pour éviter une rapide obstruction des goutteurs. Prévoir une conduite de purge.
- Etablir un calendrier prévisionnel d'irrigation en réduisant la dose d'irrigation initiale (année normale). Cette réduction de la dose permettra d'augmenter le nombre des irrigations et ainsi de mieux les répartir en période de restriction des ressources en eau. A titre d'exemple, pour un volume total 100 mm, 20 irrigations de 5 mm ou 10 irrigations de 10 mm valent mieux que 5 irrigations de 20 mm. Le fractionnement des doses d'irrigation à apporter est indispensable surtout en période de sécheresse.
- En cas de pluie, l'interruption des irrigations sera plus courte qu'en situation d'année normale pour bien valoriser les pluies. Ce calendrier prévisionnel devra en outre privilégier les stades végétatifs critiques en eau tels que la nouaison ou le stade de grossissement des fruits. Il est clair que l'agriculteur devra posséder certaines connaissances sur l'évapotranspiration actuelle quotidiennement (pertes d'eau par évaporation et transpiration des cultures) pour établir ce programme.
- Ce calendrier devra ensuite être adapté en cours de campagne en fonction de l'évolution des stades de la culture et de la quantité de pluies tombées. L'essentiel est de reporter les irrigations pour mieux couvrir les périodes sensibles ultérieures.
- Le pilotage des irrigations doit également se baser sur l'observation des cultures : les changements dans les caractéristiques des plantes, tel que la couleur du feuillage, le recroquevillement des feuilles, ou bien le flétrissement des plantes. Les changements dans les caractéristiques doivent être observés sur l'ensemble des cultures et non sur chaque plante individuellement. Il est important de ne pas reporter l'irrigation, surtout au début du cycle cultural des cultures maraîchères évitant ainsi que les symptômes de sécheresse deviennent évidents chez les jeunes plants surtout que leurs systèmes racinaires ne sont pas encore bien développés.
- En plus des observations sur les cultures, le pilotage des irrigations doit également se baser sur l'observation du sol en évaluant l'humidité du sol à faible profondeur pour les cultures maraîchères.

Fiche argumentaire

Installation d'un réseau goutte à goutte

Elaboré dans le cadre de l'étude sur la rentabilité des bonnes pratiques économes en eau pour le compte de la GIZ Tunis, cette fiche ambitionne de répondre à la demande des agricult-rices/eurs quant à l'amélioration de la productivité de l'eau.

Description

La technique d'irrigation goutte à goutte (faisant partie du système d'irrigation localisée) permet d'apporter fréquemment et localement, proche de la zone racinaire de faibles doses d'eau nécessaire à la plante sous de faibles pressions (0,5 à 1,2 bar), limitant ainsi les pertes par évaporation et par percolation.

Cette technique permet essentiellement de :

- Économiser l'eau
- Fertiliser efficacement
- Réduire la main d'œuvre
- Limiter les maladies cryptogamiques
- Utiliser une eau plus salée
- Ne pas gêner les travaux culturels (traitements, récoltes...)

Ci-après sont présentés des conseils de bonnes pratiques à l'installation de la station de tête, du réseau de distribution et des rampes d'irrigation afin d'améliorer l'utilisation efficace des ressources en eau.

Les bonnes pratiques économes en eau dans l'installation d'un réseau goutte à goutte

Une **installation d'un réseau goutte à goutte ne peut être réalisée sans calculs techniques et économiques** préalables pour être **adaptée aux besoins de l'exploitation**. La mise en place du réseau est conditionnée à la durée de la culture et est difficilement modifiable si cela n'a pas été prévu au départ.

Un devis ne résulte pas forcément d'une étude et le coût de l'installation ne doit pas être le critère prioritaire du choix. Une installation qui n'assure pas le service attendu n'est pas rentable à l'usage.

La première étape dans ce projet est de faire un plan précis de toute la parcelle en y indiquant le (ou les) point(s) d'eau et les distances.

1. Station de tête

La station de tête devra être installée au-dessus du sol (30 cm de hauteur au minimum) (ou dans un local technique) **pour éviter le contact du sol et garder le plancher de la station de tête propre**. De même, il faudrait :

- Installer un clapet anti-retour après la pompe ou la borne : le rôle du clapet anti-retour est de créer une disjonction entre le réseau d'irrigation et la ressource d'eau pour éviter tout risque de pollution par retour de l'eau du réseau d'irrigation et de la solution fertilisante dans la source.
- Utiliser un filtre à sable quel que soit l'origine de l'eau, surtout dans un réseau d'irrigation goutte à goutte.

- Aérer la station de tête : prévoir une distance minimale de 1,20 m entre le filtre à sable et le filtre à tamis (ou à disques) pour pratiquer la fertigation sans être encombré.
- Prévoir un compteur d'eau en aval de la station : en effet, le compteur d'eau permet de s'assurer du bon fonctionnement du réseau par un contrôle ponctuel du débit (rupture de conduites, bouchages) et de connaître la quantité d'eau apportée sur une parcelle lors d'un arrosage. Il permet également de dresser un bilan des apports pour l'ensemble de la campagne d'irrigation. **Le compteur d'eau devra être de type tangentiel.**
- Toujours installer l'injecteur d'engrais avant le filtre à tamis (ou à disques).

2. Réseau d'irrigation

Un certain nombre de règles de conception et d'installation sont à respecter :

- Eviter de sur dimensionner ou sous dimensionner les diamètres des conduites de distribution. Le tableau 2 suivant indique les diamètres conseillés en fonction du débit véhiculé.
Longueur des rampes :
 - ⇒ Des longueurs importantes des rampes d'irrigation engendrent une mauvaise distribution de l'eau à la parcelle. Plus la longueur de la rampe est importante, plus la variation de charge entre le premier et le dernier goutteur est élevée engendrant ainsi une grande variation des débits.
 - ⇒ Eviter des longueurs de la porte rampes supérieures à 50 m pour assurer un meilleur contrôle de la pression.
- Placer toujours les rampes dans le sens de pente pour améliorer la distribution de l'eau.
- Eviter de mettre les orifices des goutteurs au contact du sol pour réduire l'accumulation de la terre autour des orifices.
- Pour l'arboriculture, le nombre de goutteurs à installer par plant est très important. Un des plus importants facteurs à considérer dans le calcul d'une installation est la proportion de surface ou de sol qui peut être humidifiée par rapport à la surface totale ou au volume de sol qui peut être exploré par les racines d'une plante. Il faudrait humidifier **au minimum 30 %** de la surface du plant recouvert par le feuillage au stade adulte.
- Equilibrer les postes d'irrigation : pour obtenir un fonctionnement hydraulique convenable du réseau, l'ensemble des postes d'irrigation (ou vannes) doivent recevoir presque le même débit (10 à 15 % de variation de débit au maximum).
- Placer les rampes d'irrigation à une certaine distance par rapport aux plants : 10 cm pour les cultures maraîchères et à la limite du feuillage des plants pour l'arboriculture.
- Tuyau de purge des rampes : prévoir une rampe de purge (PEHD, DN 50) dans laquelle sont connectées les fins de lignes de goutteurs par des piquages. Cette dernière permettra de réaliser de fréquentes purges des lignes de goutteurs.
- Identifiez toutes les pentes sur le plan. Les pentes de moins de 3 % ne nécessitent pas de conception spéciale. Les pentes de plus de 3 % exigent d'augmenter l'espacement du goutteur en ligne de 25 % dans le tiers inférieur de la zone. Le goutteur en ligne doit être acheminé perpendiculairement à la pente lorsque cela est possible.
- Penser à irriguer les brises vents.

Fiche argumentaire

Utilisation des eaux saumâtres pour la production agricole

Elaboré dans le cadre de l'étude sur la rentabilité des bonnes pratiques économes en eau pour le compte de la GIZ Tunis, cette fiche ambitionne de répondre à la demande des agriculteurs/rices quant à l'amélioration de la productivité de l'eau.

Description

L'irrigation avec des eaux salines et la mise en valeur des terres est malgré tout possible en adoptant des techniques adéquates pour de telles situations : une bonne gestion de l'eau d'irrigation, le lessivage et le drainage des sels dans la zone racinaire des plantes, des techniques culturales adaptées, le choix d'espèces ou de variétés tolérantes au sel devraient permettre une production satisfaisante pour l'agriculteur.

L'irrigation répétée avec de l'eau salée se traduit par une accumulation de sel dans la zone racinaire suite à l'évaporation de l'eau du sol en abandonnant le sel dans le sol. Les conséquences pour les végétaux concernent essentiellement le retard ou la difficulté de germination ainsi qu'une diminution de la croissance des plantes.

Les actions de bonnes pratiques économes en eau relatives à l'utilisation des eaux à forte teneur en sels pour la production agricole sont présentées ci-après.

Les bonnes pratiques économes en eau dans l'utilisation des eaux à forte teneur en sels pour la production agricole

- **Choix des cultures tolérantes à la salinité** : le choix des cultures tolérantes en fonction du degré de salinité constitue la première mesure préventive à prendre contre la salinité. Le tableau 1 suivant présente la sensibilité des cultures à la salinité.

Tableau 1 - Tolérance des cultures à la salinité

| Plantes | Sensibilité aux eaux à forte teneur en sel |
|---|--|
| Citronnier | Très sensible |
| Pois, Carotte, Fraise, Gombo, Oignon, Haricot, Orge, vigne, agrume, Abricotier, Pêcher, Prunier | Sensible |
| Maïs, Epinard, Courge, Pomme de terre, Concombre, Céleri, Laitue, Aubergine, Melon | Moyennement sensible |
| Courgette, Blé, Sorgho, Artichaut, Avoine | Moyennement tolérant |
| Tomate, Luzerne, Persil, Betterave, Palmier Dattier | Tolérant |
| Asperge | Très tolérant |

- **Instaurer un réseau de drainage** : la principale méthode et la plus adaptée pour lutter contre la salinité est la réalisation de systèmes de drainage adaptés pour permettre un rabattement de la nappe phréatique en dessous d'une cote telle que les remontées capillaires soient très limitées.

- **Choix du système d'irrigation** : le système le plus adapté reste l'irrigation localisée où la fréquence des irrigations est élevée et les doses appliquées restent faibles. Le but est de réduire les fluctuations d'eau dans la zone racinaire en maintenant en permanence le sol humide, sans le saturer et en évitant

que la culture soit privé d'oxygène (par excès d'eau) ou soumise à un stress hydrique (par manque d'eau).

- **Apport de fumiers et paillage** : durant les périodes de fortes chaleurs entre deux irrigations ou durant les périodes de jachère, les sels lessivés ont tendance à remonter à la surface. Toutes les pratiques culturales qui permettent de diminuer l'évaporation de la surface du sol (paillage, binage) ou d'augmenter la pénétration de l'eau en profondeur, seront bénéfiques pour diminuer la salinité autour des racines des plantes.

Le paillage est bénéfique dans ce sens qu'il empêche l'eau de remonter à la surface. De plus, il a été démontré que l'arrosage par aspersion de sol paillé résultait en une suppression plus importante des sels et donc une meilleure efficacité dans le lessivage qu'avec une irrigation par submersion ou sans paillage.

- **Lessiver** par des irrigations abondantes les sels en excès, notamment avant les semis.
- **Éviter, par des irrigations fréquentes, la pénurie d'eau** disponible pour les plantes, ainsi que les variations excessives et brutales de la concentration de la solution du sol.
- **Éviter les apports d'eau excessifs** : il faut essayer de trouver un équilibre entre les besoins de la culture et les apports en eau. Tout apport supplémentaire correspondra à un apport de sels supplémentaire, surtout si la culture ne bénéficie pas de systèmes de drainage.
- **Freiner l'évaporation** qui facilite la remontée et la condensation des sels dans la zone des racines et en surface du sol ; (travail du sol, amélioration de la structure, etc.).
- **Éliminer les dénivellations du sol** qui provoquent des concentrations et dépôts de sels dans les horizons supérieurs.
- **Maintenir ou créer dans le sol, par l'apport de fumures convenables**, une solution nutritive satisfaisante et bien équilibrée.
- **Assurer une gestion optimale de l'irrigation** de façon à éviter la percolation hors périodes de lessivage.
- **Incorporer des matières organiques pauvres** mais absorbantes (exemple : mousse de tourbe).
- **Il est conseillé rapidement après la récolte de faire un léger travail du sol superficiel** pour créer en surface du sol une couche de terre pulvérisée. Cela coupe les remontées capillaires en brisant les capillaires du sol.
- **Avant la mise en culture, il est conseillé de nettoyer le sol de ses sels en excès** avant de débiter les semis en réalisant une forte irrigation (lame d'eau de 5 à 10 cm).
- **Apports de sable** : dans les oasis proches des plans d'eau salés (sebkhas, Chotts) tel que Kebili, les agriculteurs apportent du sable sain (non salé) aux champs pour reconstituer des horizons superficiels non salés. Lorsque la remontée capillaire des sels contamine ces nouveaux horizons de sols, des apports supplémentaires sont de nouveau effectués. Cette pratique est souvent associée à l'apport de fumier pour améliorer la fertilité chimique des sables apportés.

Fiche argumentaire

Cultures alternatives arboricoles

Elaboré dans le cadre de l'étude sur la rentabilité des bonnes pratiques économes en eau pour le compte de la GIZ Tunis, cette fiche ambitionne de répondre à la demande des agriculteurs/rices quant à l'amélioration de la productivité de l'eau.

La culture de l'amandier

Atouts : cette culture est économe en eau. Elle requiert peu d'interventions phytosanitaires et résiste aux fortes chaleurs et sécheresses estivales.

Zone(s) d'implantation/ prérequis :

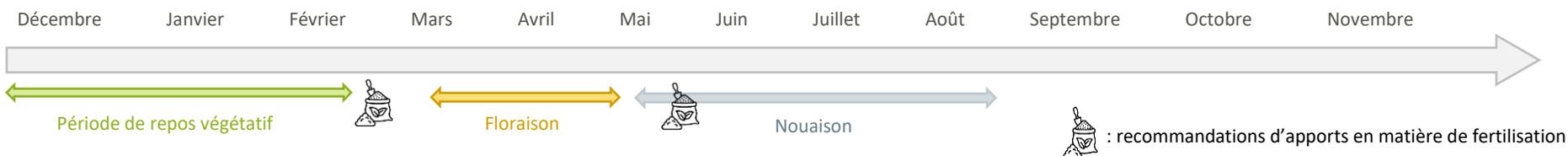
- L'amandier s'épanouit dans les climat chauds et secs mais nécessite également d'être exposé à un climat « froid/tempéré » (250-350 heures et 500 pour certaines variétés).
- L'amandier préfère le soleil direct et un sol bien drainé et s'adapte aux différents types de sol (allant des sols sablo-limoneux aux sols argileux). Il préfère habituellement les sols légers, fertiles, profonds et bien drainés. Bien que l'amandier résiste à la sécheresse et puisse survivre pendant de nombreuses années dans les sols secs, la production diminue de façon significative dans ces conditions. Une faible humidité du sol à la fin de la saison de croissance est moins critique qu'elle ne l'est au début. Les sols lourds ou peu drainés sont à éviter : ils feraient diminuer la production et favoriseraient la propagation des diverses maladies fongiques. L'amandier préfère les sols filtrants, il est ainsi peu recommandé de l'implanter sur des sols argilo-limoneux, très favorables à l'accumulation de l'eau. La culture de l'amandier s'adapte également aux sols calcaires et caillouteux.
- Le pH du sol n'est normalement pas un facteur limitant, puisque l'arbre évolue bien sur des sols au pH situé entre 5,5 et 8,5.

Variétés :

La Tunisie se distingue par d'excellentes variétés bien adaptées à son écosystème. Il s'agit notamment des amandes Achak, Ksontini, Zahaf, Elleuch, Fakhfakh, Ben Smail, Kamoun, Khoukhi,

Bonnes pratiques culturales :

3. **Préparation du sol avant plantation :** il s'effectue l'été précédent la plantation et consiste à mettre en place un engrais vert avant de replanter, en veillant à extraire les racines issues de précédentes cultures. Une analyse du sol est vivement recommandée avant plantation.
4. **Plantation et bonnes pratiques d'entretien :**



- **Plantation** : la plantation peut s'effectuer durant la période de repos végétatif, ou au plus tard avant son démarrage (décembre à fin février). Les racines de l'amandier sont sensibles à l'exposition de l'air, la plantation doit être réalisée dès réception des plants. Après la plantation, il faut arroser généreusement pour que la terre enveloppe correctement les racines.
- **Entretien du sol** : un désherbage des rangs est encouragé pour réduire la concurrence entre les mauvaises herbes pour l'eau et les éléments nutritifs.
- **Taille des arbres** : la taille de l'amandier se pratique assez tôt (peut débuter dès la fin de l'été). Il est préférable d'appliquer un simple éclaircissement de l'intérieur de l'arbre afin de favoriser l'ensoleillement.
- **Fertilisation** : il est recommandé d'ajouter entre 3,6 et 5,4 kg d'un mélange azote-phosphore-potassium 12-12-17 + 2 oxydes de magnésium par arbre adulte, en 2 applications sur l'année, la première à la fin de l'hiver (février) puis à la fin du printemps (mai-juin).
- **Irrigation** : les besoins en eau de l'amandier varient de 800 à 850 mm/an, les apports sont recommandés durant Mai-Juin- Juillet, mois pendant lesquels les besoins en eau sont maximums. Un système d'irrigation goutte-à-goutte courant est préconisé : celui-ci doit être constitué de deux tuyaux latéraux par rangés, avec une distance entre deux sorties de 60cm. Lorsqu'il ne pleut pas, la fréquence d'arrosage s'étale de une fois tous les deux jours à une fois tous les quatre jours. Le degré de salinité de l'eau d'irrigation supportable pourrait atteindre 3 g/l et les besoins en eau varient de 4000 à 5000 m³/ha selon les régions (humides ou sèches).
- **Récolte** : les amandes peuvent être récoltées en vert en juillet (la coque est tendre, l'amandon juteux et sucré) ou en sec (plutôt en septembre) quand les écales s'entrouvrent. La récolte se fait manuellement.
- **Rendements** : (phase de pleine croissance) 350kg/ha.

Résultats et débouchés : le différentiel de marge brute moyenne/ha entre l'olivier et l'amandier (1500 DT/ha pour l'olivier contre 2900 DT/ha pour l'amandier, soit un différentiel de l'ordre de 1500 DT/ha) incite à développer cette culture arboricole en soutien aux activités agricoles.

Les avantages économiques associés au développement de l'amandier sont :

- La réduction des charges (comprenant la main d'œuvre, les dépenses induites par la fertilisation, le transport, etc.) : l'amandier requiert des apports limités. Les charges proportionnelles peuvent varier significativement par rapport à d'autres cultures arboricoles : par rapport au pêcher ou au pommier, on constate en moyenne une réduction de 80% des charges. La culture de l'amandier entraîne une réduction de 50% des charges si elle remplace des grenadiers, qui eux requièrent plus de main d'œuvre et de fertilisation.
- L'ouverture vers un marché en développement. La consommation d'amandes est en croissance expansion sur le marché local et international, au même titre que ses produits dérivés, cela favorisant le soutien et l'accroissement de son prix de vente.

La culture de l'olivier

Atouts : cette culture est peu exigeante en eau et résistante aux fortes chaleurs.

Variétés :

- Olives à huile : la variété chetoui adaptée aux conditions climatiques du Nord Tunisien. La variété chemlali est la plus répandue en Tunisie.
- Olives de tables : la variété meski est la variété d'olive de table la plus cultivée en Tunisie. Elle est également très prisée pour la conserverie.

Zone(s) d'implantation/ prérequis : la culture de l'olivier se développe sur une majorité des terres réservées à l'arboriculture. Elle tolère les températures élevées mais craint le froid et le vent à l'âge adulte.

Bonnes pratiques culturales :

1. **Préparation du sol avant plantation :** il est essentiel d'éviter les sols asphyxiants et lourds de type marneux ou ceux à encroûtement calcaire. Les terres franches (sablo-argileuse) profondes de 0,8-1m, à pente inférieure à 20% sont préférables. Les sols sableux sont convenables pour l'olivier à condition qu'ils soient pourvus en eau et en éléments nutritifs. Les sols argileux doivent être correctement drainés et le taux d'argile ne doit pas dépasser 35%.

2. **Plantation et bonnes pratiques d'entretien :**

- **Densité de plantation :** différentes recommandations sont de mises en fonction de l'orientation de la culture :
 - o Intensif raisonné: il est recommandé de planter entre 200 à 280 pieds/ha.
 - o Hyper-intensif: la plantation se structure entre 1250 - 2000 pieds/ha.

La plantation doit être disposée en rectangle avec une orientation Nord – Sud de préférence.

- **Entretien du verger :** il est important de creuser les trous manuellement ou à la tarière hydraulique. Si le sol a été labouré (Labour profond), il n'est plus nécessaire de faire de gros trous de plantation. Il suffit de faire un coup de sape le jour même de la mise en place des boutures. Si le sol n'a pas été labouré : Il faut creuser des trous cubiques de 1m³ (1m x 1m x 1m).

Il faut également arroser les boutures régulièrement tous les 15-20 jours en l'absence de pluies

⇒ Dose de 50 – 100 litres d'eau / arrosage / plant selon la période de l'année.

- **Fertilisation et traitement phytosanitaire :**
 - o En matière de fertilisation azotée, il est recommandé un apport de 100 g d'ammonitrate (33% d'azote) par arbre et par année d'âge (1an: 100g, 2ans: 200g, etc.),
 - o En matière de traitement phytosanitaire, il est pertinent d'apporter des traitements adéquats notamment pour lutter contre la pyrale de jasmin et l'Othiorrynche.

Dans le cas de l'irrigation localisée, il est préférable de fractionner les doses : 10-20 g d'ammonite / arbre chaque 15 jours. Apporter de l'acide phosphorique peut également s'avérer intéressant (2-3 litres d'acide phosphorique/ha chaque 21 jours). Il favorise le développement des racines et permet l'entretien du réseau d'irrigation.

- **Irrigation :** les besoins en eau de l'olivier varient de 3000 à 4000 m³/an /ha à l'âge adulte. Juillet est le mois qui requiert le plus d'apport. Le degré de salinité de l'eau d'irrigation supportable pourrait atteindre 3 à 5 g/l.
- **Récolte :** celle-ci à lieu entre novembre et février.

Résultats et débouchés : la culture de l'olivier s'avère être plus intéressantes que le recours aux grandes cultures, fortement consommatrices d'eau. La marge brute moyenne/ha de l'olivier est en moyenne supérieure de 20% par rapport à des cultures comme l'avoine ou l'orge irrigué.

Parallèlement, la demande locale et internationale pour l'olive et ses produits dérivés garantit le maintien voire le développement du revenu des exploitants.

La culture du pistachier

Atouts : la culture du pistachier (*Pistacia vera* L.) en Tunisie occupe 30 000 ha (DGPA, 2014) ce qui en fait la 3^{ème} spéculation après l'olivier et l'amandier en termes de superficie. Malgré cette extension relativement importante, sa productivité demeure encore très faible. Parmi les raisons de cette faible productivité, la pratique de la monoculture et le manque de diversification des porte-greffes. Le pistachier est assez facile à cultiver si l'environnement lui convient.

Zone(s) d'implantation/ prérequis :

- Le pistachier a besoin de soleil et aime les expositions chaudes. De fait, le pistachier ne supporte pas les hivers rudes. Certaines espèces sont toutefois plus résistantes que d'autres : La variété *pistacia vera* résisterait jusqu'à -15°C. Toutes les variétés craignent les gelées printanières qui mettent en péril les fleurs de l'arbre.
- Le pistachier apprécie les sols secs. C'est un arbre qui supporte et résiste aux périodes de sécheresse. Il faut en revanche que le sol soit bien drainé. Il supporte aussi les sols légèrement calcaires.

Variétés : parmi les variétés femelles à floraison précoce on peut citer Aegina, Batoury et Mateur. Parmi les variétés tardives, on trouve la variété Kerman, Bianca Regina et Pignatone. A, B et Peters sont des pollinisateurs précoces, tandis que M-P9, M-9 et M-5 sont tardifs.

Bonnes pratiques culturales :

3. **Préparation du sol avant plantation :** le pistachier apprécie les sols secs et drainés. Il ne tolère pas un climat humide excessif. Il supporte en revanche les sols modérément calcaires.
4. **Plantation et bonnes pratiques d'entretien :**
 - **Besoins en eau:** bien que résistant à la sécheresse, le pistachier aura besoin d'être arrosé régulièrement pendant sa période de croissance pour garantir une production de pistaches satisfaisante. Le reste de l'année, les arrosages sont moins fréquents. Le degré de salinité de l'eau d'irrigation supportable pourrait atteindre 4 à 5 g/l et les besoins en eau varient de 4000 à 5000 m³/ha selon les régions.
 - **Entretien :** les pratiques d'entretien s'effectuent au début de l'année, entre janvier et février. Prudence toutefois puisque le pistachier n'est que guère favorable à la taille, y compris l'espèce fruitière car il cicatrise mal. On se contente donc d'une taille légère pour maintenir une ramification, on supprime le bois mort ou encombrant.
 - **Traitement :** il est recommandé de traiter contre les araignées rouges et les pucerons.
 - **Rendement :** (phase de pleine croissance) 250kg/ha.

Résultats et débouchés : la marge brute/ha du pistachier est estimée aux alentours de 1800 DT/ha, marge largement supérieure à celle de certaines cultures arboricoles. Le pistachier requiert à la fois des apports d'eau et d'intrants limités, ce qui permet de d'accroître le revenu disponible des exploitants.

La culture du caroubier

Atouts : le caroubier contribue à la lutte contre l'érosion des sols, il permet aussi d'économiser une ressource naturelle très précieuse en Tunisie. C'est un arbre qui réagit très vite à la moindre quantité d'eau, notamment en période de sécheresse.

Zone(s) d'implantation/ prérequis : le caroubier est une culture novatrice guère répandue en Tunisie. Il existe seulement quelques superficies qui se sont développées depuis seulement quelques années notamment dans le Nord à Bizerte.

Variétés : la variété « Monastir » est une variété bien identifiée produisant une gousse particulièrement développée, qui permet d'obtenir davantage de farine que de graine. En raison de son caractère innovant, les variétés tunisiennes de caroubier ne sont pas totalement correctement identifiées.

Bonnes pratiques culturales :

3. Plantation et bonnes pratiques d'entretien :

- la culture du caroubier nécessite une exposition ensoleillée ou peu ombragée. Il s'épanouit au sein d'un sol correctement drainé, même si ce dernier est sec et peu riche en nutriments. L'arbre supporte mal les épisodes de grand froid. S'il est correctement protégé, il pourra prospérer dans un climat tempéré.

La croissance de l'arbre reste lente.

- Entretien : il est important de surveiller et contrôler les apports d'eau particulièrement pendant les premières années de croissance de la plante.
- Récolte : la récolte s'effectue à la main, généralement entre juillet et septembre au stade végétatif de maturité des gousses.

4. Rendements : un arbre en pleine productive peut fournir entre 300 et 800kg de caroubes/an.

Résultats et débouchés : la Tunisie, qui ne produit actuellement que 3% de la production mondiale de caroubes, devrait revaloriser et encourager la culture de cet arbre et l'introduire au cercle de l'économie nationale car ses vertus thérapeutiques ne sont pas moindres que ceux de l'olivier. Outre le fait que cette plante est économe en eau et sa conduite est facile, la farine ou gomme tirée de ses graines est utilisée principalement dans l'industrie alimentaire, la pharmacie et la cosmétique. Elle sert aussi d'épaississant des textiles, pour la fabrication du papier, pour rehausser la saveur des cigarettes; et elle est aussi prisée pour ces qualités d'aide-minceur puisqu'elle est considérée comme un coupe-faim naturel. Le marché européen est un grand demandeur actuel et constitue un débouché durable de ce produit.

La culture de la figue de barbarie

Atouts : la figue de barbarie nécessite peu d'apports d'eau et résiste aux fortes chaleurs.

Zone(s) d'implantation/ prérequis : la figue de barbarie s'adapte facilement à des sols très secs et pauvres. La plante se caractérise principalement par une capacité de résistance à des températures élevées et à de longues périodes de sécheresse, ce qui fait qu'elle se prête parfaitement à la production dans les zones arides et semi-arides. Le figuier de Barbarie, originaire du Mexique, est parvenu en Tunisie à la fin du seizième siècle par l'intermédiaire de la population andalouse. En Tunisie notamment au début de l'indépendance, la plante a été plantée à grande échelle pour fixer les sols et lutter contre l'érosion. Elle a été aussi utilisée dans les terrains en pente et dans les courbes de niveau pour retenir les eaux de ruissellement. La Tunisie compte 600 000 hectares de figuiers de Barbarie, Le figuier de Barbarie pousse partout en Tunisie, et sans pesticides.

Variétés : dans le gouvernorat de Nabeul, une variété tardive obtenue par la castration du figuier de Barbarie, la figue de Bou Argoub possède aussi tous les atouts pour être labellisée. La culture de ce fruit s'étend sur 800 hectares avec une moyenne de production de 8 à 12 tonnes par hectare.

Bonnes pratiques culturales :

Le figuier de Barbarie est considéré comme étant une culture pérenne nécessitant très peu d'entretien et s'adaptant au manque d'eau. Elle supporte ainsi les sécheresses prolongées. Le figuier de Barbarie ne poussera qu'en sol extrêmement drainé (qui ne retient pas l'eau). Ainsi, une plantation dans un milieu très chaud et en pleine soleil est primordiale pour sa culture.

Résultats et débouchés : en dehors de la valeur marchande de son fruit, la mise en valeur du figuier de Barbarie touche plusieurs autres domaines : alimentaire, cosmétique, pharmaceutique, et énergétique.

La culture de la moringa

Atouts : particulièrement résistant aux climats chauds, les feuilles de moringa sont réputées pour ses multiples vertus. Elles sont séchées avant d'être réduites en poudre. On l'utilise donc exclusivement sous la forme d'un complément alimentaire.

Zone(s) d'implantation/ prérequis : une plantation sur un sol correctement drainé est recommandée afin de permettre l'élimination des excès d'eau. La plupart des études conseillent d'éviter les sols argileux. Le site doit être dégagé afin de recevoir un ensoleillement maximal. Il doit être protégé des divagations des animaux avec des clôtures naturelles ou artificielles. La moringa a été introduit essentiellement à Tataouine où on compte aujourd'hui près de 2 500 arbres.

Variétés : les espèces *Moringa oleifera* et *Moringa stenopetala* sont les plus souvent cultivés, avec une forte prédominance de *Moringa oleifera*.

Bonnes pratiques culturales :

4. Plantation et bonnes pratiques d'entretien :

- Le moringa est un arbre à croissance rapide : il faut entre 3 et 6 mois pour récolter les premières feuilles et 1 an pour la première récolte de fruits.
- **Besoin en eau :** le Moringa peut germer et se développer sans irrigation s'il est semé à la saison des pluies. Sa racine tubéreuse se forme vingt jours après le semis et permet aux jeunes plants de supporter la sécheresse.

Pour une croissance optimale, il est conseillé d'arroser les semis puis les pieds des plants en saison sèche pendant les premiers mois suivant le semis. Une fois bien enraciné, l'arbre tolérera la sécheresse et ne nécessitera un apport d'eau qu'en cas de dépérissement persistant. La culture intensive ou visant à produire et récolter des feuilles de manière continue demandera toutefois une irrigation plus régulière mais en prenant soin de laisser sécher le sol entre deux irrigations. Le sol ne doit pas être gorgé d'eau.

- **Fertilisation :** le mélange de déchets à décomposition rapide (crottes, végétaux verts et tendre) et à décomposition lente (paille, végétaux secs et fins branchages) assurera la meilleure fertilisation. La fertilisation se fait au moment du labour, avant les semis. Des apports ponctuels de fumier ou/et de compost au moins une fois par an sont préconisés par exemple en début de saison des pluies lorsque les arbres reprennent leur développement.

5. **Récolte :** la récolte des feuilles fraîches se fait entre juin et octobre.

6. **Rendement :** un arbre peut produire en moyenne 5kg de feuilles fraîches.

Résultats et débouchés : implantée depuis quelques années en Tunisie, cette plante est reconnue pour ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques. Ses feuilles se vendent sur les marchés ou auprès de grossistes/détaillants qui le transforment et le redistribuent aux magasins spécialisés.

Fiche argumentaire

Autres cultures alternatives

Elaboré dans le cadre de l'étude sur la rentabilité des bonnes pratiques économes en eau pour le compte de la GIZ Tunis, cette fiche ambitionne de répondre à la demande des agriculteurs/rices quant à l'amélioration de la productivité de l'eau.

La culture des plantes aromatiques

Atouts : les superficies cultivées pour ces cultures commencent de se répandre. Elles sont beaucoup moins exigeantes en eau et leur valorisation est diversifiée (extraction de produits dérivés utilisés pour la pâtisserie, la pharmacie biologique - actions antimicrobiennes, antimycosiques et anti-inflammatoires).

Zone(s) d'implantation/ prérequis : une exposition ensoleillée et un sol correctement drainé pour les plantes aromatiques comme l'origan, le romarin ou le thym. Pour ce qui est de l'aneth, du basilic, de l'estragon, de la ciboulette ou de l'églantier, un sol riche en nutriment est recommandé.

Variétés : l'églantier, le rosier, le romarin et le thym sont des plantes intéressantes s'adaptant aux conditions climatiques des zones du projet.

Bonnes pratiques culturales :

A titre illustratif, la présente fiche s'intéresse à la culture de l'églantier.



2. Plantation et bonnes pratiques d'entretien :

- La **plantation** de l'églantier se fait dans un sol riche en humus, entre septembre et octobre. La plantation s'effectue de préférence dans un endroit bien ensoleillé où il prospèrera sans problème en taillis, en haie voire en isolé.
- Malgré un arrosage qui doit être modéré, la fleur églantier s'épanouit abondamment.
- L'**entretien** consiste en un désherbage régulier complété par quelques séances de binage afin d'éliminer les adventices (mauvaises herbes) qui prospèrent allègrement au pied de l'églantier. Il n'est pas nécessaire de pailler en hiver car la rusticité de l'églantier lui permet de résister au froid.
- Il est également préconisé de tailler modérément dès que les risques de gel ne sont plus à craindre. La taille de l'arbre églantier à la belle saison favorise la cicatrisation.
- **Traitement :** l'églantier est un arbre rustique qui résiste bien aux maladies. Toutefois, il faut le traiter contre le bédégar provoqué par le développement de la larve d'un hyménoptère cynipide.

Résultats et débouchés : les produits extraits des plantes aromatiques sont écoulables sur le marché local et international, durant toute l'année, grâce à une tendance vers le retour aux produits naturels et biologiques.

Le principal avantage économique de cette culture réside dans la réduction des charges supportées par les exploitants : les plantes aromatiques nécessitant guère d'entretien. Les apports fertilisants sont également très limités, voir inexistant pour certaines cultures.