



Faculté des Sciences et
Techniques - Marrakech



Département des Sciences de la Terre

Licence Sciences et Techniques

Option : Eau et Environnement



*Reconversion de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée
dans les périmètres du Haouz ; avantages et inconvénients.*

Cas du périmètre N'Fis secteur N1-2

Réalisé par :

LOUQMANE Hassna

BELKHARCHACH Zahira

Encadrées par :

Mr. BENKADDOUR A.

Mr. SGHIR F.A.

Présenté le 28 juin 2011 devant le jury composé de :

Mr. BENKADDOUR

Mr. SGHIR

Mr. DAOUDI

Mr. CHAFIKI

2010-2011

DEDICACE

Ce mémoire est dédié à :

Nos chers parents qui nous ont supportés, soutenus, ont toujours crus en nous, et ont mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour que nous réussissions dans nos études.

On ne saura les remercier pour tous ce qu'ils ont fait, que dieu les récompense pour tous leur bienfaits.

Nos sœurs et nos frères qui nous ont encouragées durant toute notre vie scolaire.

A nos amis et Collègues Pour leurs soutiens et leurs encouragements.

Remerciement

C'est avec un grand plaisir que nous adressons nos sincères remerciements à notre professeur et encadrant Mr. Benkaddour Abdelfettah qui n'a ménagé aucun effort pour la bonne réussite de ce travail.

Nos vifs remerciements à notre encadrant Mr. Fathallah SGHIR qui a tant déployé d'efforts pour la réussite de ce travail. Sa sympathie, son accueil chaleureux et sa disponibilité à rendre le service ont constitué, en outre, des ingrédients nécessaires au bon déroulement du stage.

Nous souhaitons aussi Mr. DAOUDI et Mr. CHAFIKI, Professeurs à la FST de Marrakech d'avoir accepté l'invitation pour juger ce travail.

Nous ne saurions entamer ce sujet sans exprimer notre reconnaissance à toutes les personnes qui ont apportées leur attribution à la réussite de ce travail.

On réserve une pensée spéciale à tous les enseignants de la LST 2E qui ont sus nous donner une formation didactique et appréciable tout au long de notre cursus.

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
I. CADRE GENERAL.....	2
I.1. Présentation de l’Office Régional de la Mise en Valeur Agricole du Haouz (ORMVAH).....	2
I.1.1. Zone d’action de l’ORMVAH.....	2
I.1.2. Les périmètres irrigués de l’ORMVAH	6
I.2. Cadre général de la zone d’étude.....	8
I.2.1. Situation géographique.....	8
I.2.2. Climat.....	9
I.2.3. Cadre géologique.....	9
I.2.4. Hydrologie-Hydrogéologie	9
I.2.5. Occupation du sol.....	10
I.2.6. Equipements hydro-agricole	10
II. DESCRIPTION DES SYSTEMES ET DES TECHNIQUES D’IRRIGATION.....	11
II.1. Classification des Systèmes d’irrigation.....	11
II.1.1. Irrigation gravitaire.....	12
II.1.2. Irrigation par aspersion.....	18
II.1.3. Irrigation localisée	21
III. SITUATION ACTUELLE DE L’IRRIGATION DU N’FIS SECTEUR N1-2.....	25
III.1. Découpage du sous secteurs du N’fis.....	26
III.2. Ressources en eau d’irrigation dans le secteur N1-2.....	27

III.3. Dotation du secteur en eau d'irrigation.....	29
III.3.1. Dotation brute.....	29
III.3.2. Dotation réelle.....	29
III.4. Diagnostic hydraulique.....	31
III.5. Mode d'irrigation.....	31
IV. PROGRAMME DE LA RECONVERSION A L'IRRIGATION LOCALISEE.....	34
IV.1. Programme National d'Economie d'Eau d'Irrigation (PNEEI)	34
IV.2. Analyse multicritères de la reconversion.....	36
IV.3. Projet futur de la reconversion de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée dans secteur N1-2.....	39
IV.4. La variante proposée pour la reconversion du secteur N1-2.....	40
IV.5. Les contraintes posées lors de la reconversion à l'irrigation localisée.....	47
V. CONCLUSION GENERALE.....	51
Bibliographique.....	
Annexe.....	

Introduction

Le manque d'eau et l'accroissement constant des besoins en eau en agriculture, conjugués aux conflits d'usage avec d'autres secteurs, tels que l'industrie, le tourisme et la consommation en eau potable nous amènent à, constamment, réfléchir sur les économies d'eau et d'énergie. Ceci passera forcément par une gestion intégrée et efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et le choix des systèmes d'irrigation.

Au Maroc, l'agriculture consomme entre 80 et 90% (UNESCO, 1995) des ressources en eau. Les données disponibles montrent que les performances des systèmes d'irrigation actuels restent faibles à très moyennes. Les pertes en eau à la parcelle sont de l'ordre de 30 à 40%, en particulier les pertes par percolation (PNTTA, 2001). Aussi, l'uniformité des irrigations reste faible ce qui influe négativement sur la production. La maîtrise de l'utilisation de l'eau d'irrigation devient donc urgente et nécessaire.

L'irrigation gravitaire représente environ 80% de la superficie des grands périmètres irrigués du Maroc, par conséquent les pertes en eau restent importantes. Il est donc nécessaire de réduire ces pertes, soit par gestion rationnelle de l'utilisation de l'eau, soit par l'utilisation des techniques d'irrigation adéquates. Ceci est d'autant plus vrai, que la demande en eau d'irrigation sera plus importante dans les années à venir.

En ce qui concerne la rationalisation de l'utilisation de l'eau d'irrigation, notre but est d'étudier les avantages et les inconvénients de la reconversion de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée.

I. CADRE GENERAL :

Ce présent travail a été effectué à l'Office Régional de la Mise en Valeur Agricole du Haouz (ORMVAH).

I.1. Présentation de l'ORMVAH :

L'ORMVAH a été créé, par le décret royal n° 831-66 du 22 octobre 1966, pour gérer la plaine du Haouz (Maroc). Cet établissement public a une autonomie administrative et financière sous le contrôle du ministère de l'Agriculture. L'ORMVAH a plusieurs missions telles que :

- La construction, l'entretien et la gestion des équipements d'irrigation et les projets agricoles,
- le développement agricole et rural et l'encadrement de la mise en valeur agricole,
- la réalisation des études et des aménagements hydro-agricoles,
- l'amélioration des techniques culturales et la production animale,
- l'aide et la formation des agriculteurs et des membres du personnel et de développer la formation,
- la gestion, avec d'autres institutions régionales, de l'eau disponible dans les barrages locaux ou externes et celles des nappes phréatiques peu profondes utilisées comme ressources en eaux complémentaires,

I.1.1. Zone d'action de L'ORMVAH :

a) Situation :

La zone d'action de l'Office du Haouz s'étend sur une superficie totale de 663.000ha. Cette zone est limitée à l'Est par l'Oued El Abid, à l'Ouest par le bassin du N'Fis, au Sud par le périmètre du Haut Atlas et au Nord par les Oueds Tensift et Oum Rbiaa. Cette zone couvre :

- La wilaya de Marrakech où la zone de l'office s'étend sur une superficie de 277.000 ha et englobe la préfecture de Marrakech et la province d'Al Haouz,
- La province d'El Kelaa des Sraghna et Rhamna sur une superficie de 385.000 ha,
- La province d'Azilal sur une superficie de 1000 ha.

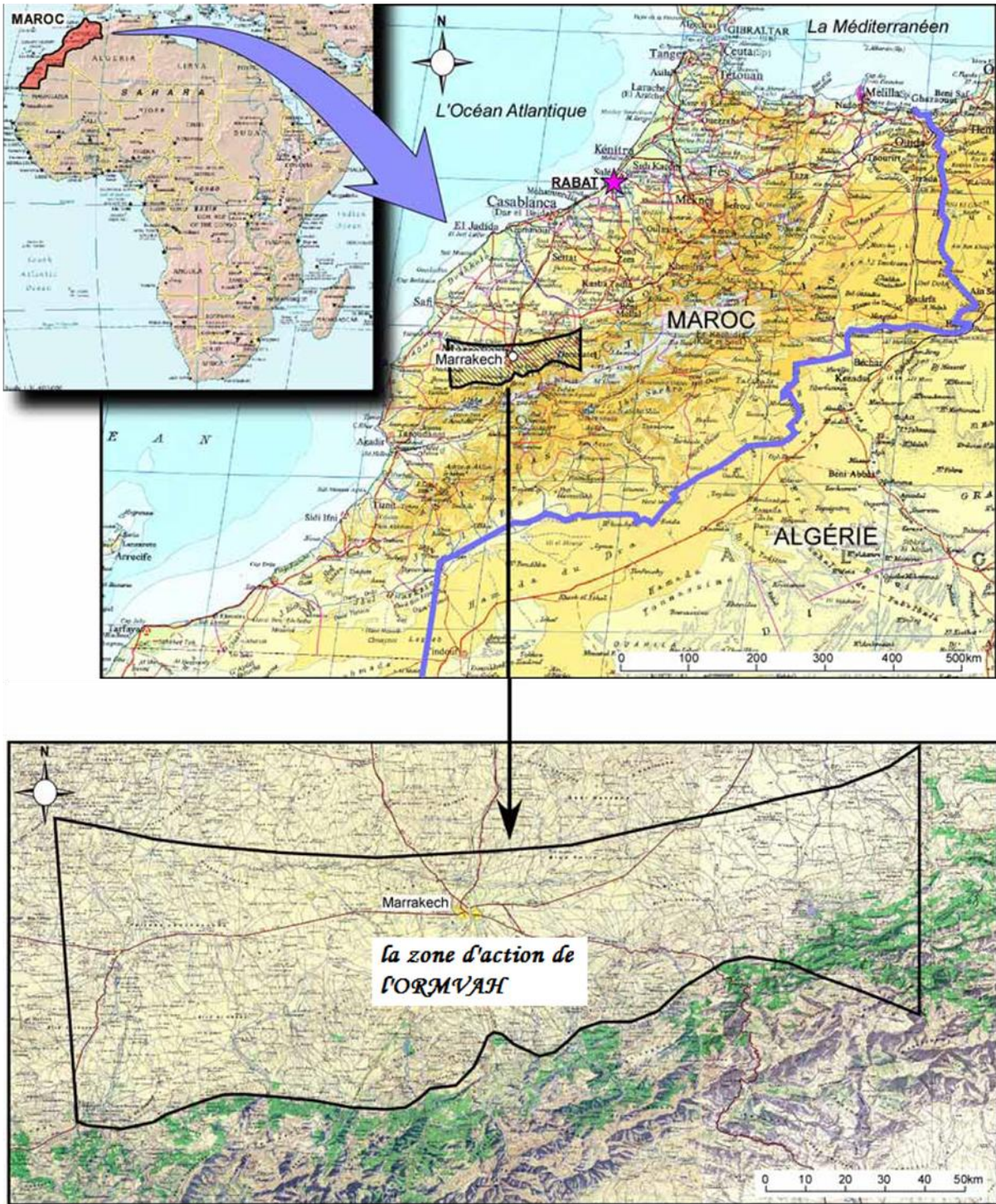


Fig. 1 : Situation géographique de Tensift Haouz (JICA, al, 2007)

b) Milieu physique :

La zone d'action de l'ORMVAH est caractérisée par un climat contraignant avec des températures estivales très élevée (37°C) et hivernales basse (5°C), une faible pluviométrie, (moyenne de 240 mm/an), des faibles degrés d'humidité (hygrométrie, de l'ordre de 40 %), ainsi que pour une évaporation importante (2400 mm /an) (L'ORMVAH, ??).

Telles sont les caractéristiques principales du climat semi-aride du Haouz qui, sans maîtrise de l'eau, rend aléatoire toute amélioration et diversification de la production agricole.

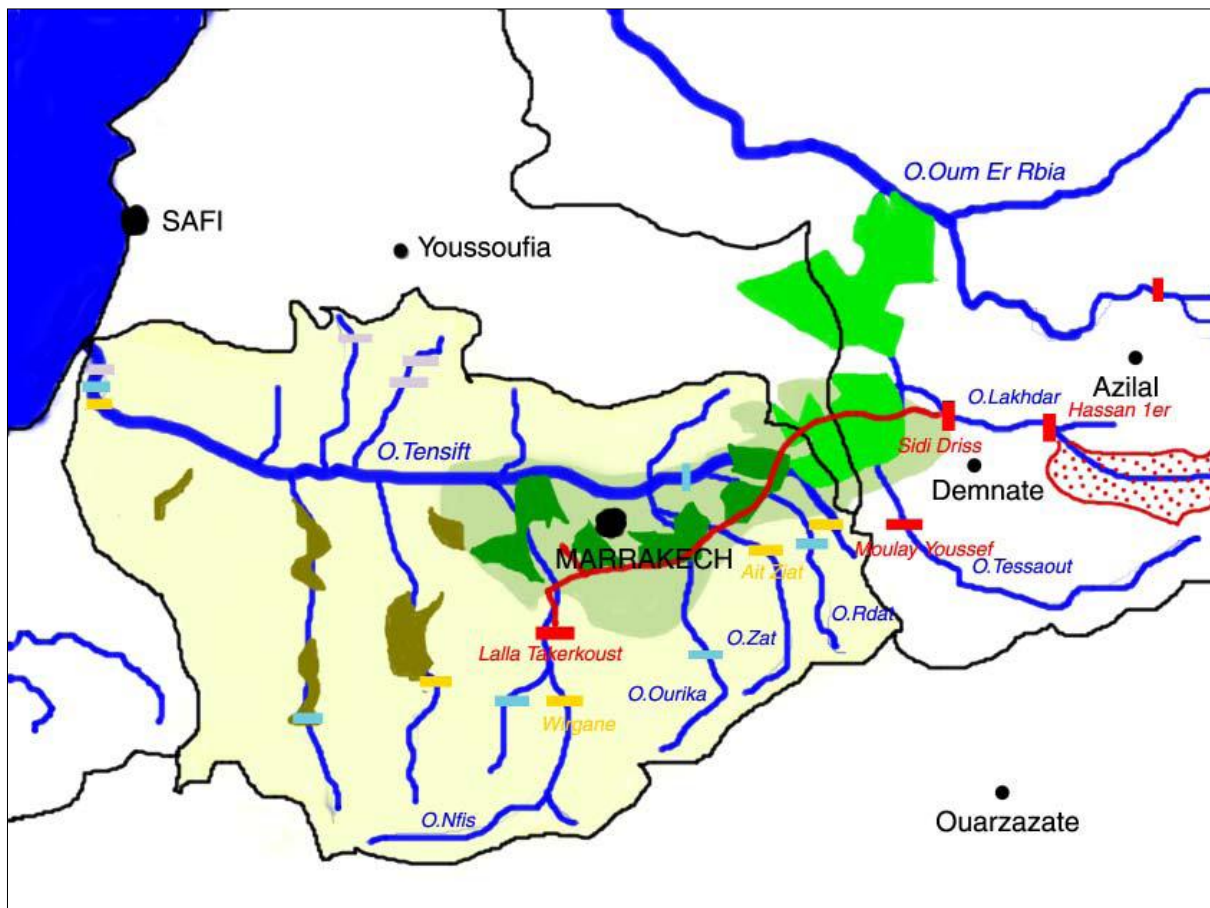
c) Ressources en terres :

La superficie agricole utile s'étale sur 473.000 ha. La partie irriguée est de 273.000 ha avec 144.600 ha pour la grande hydraulique et 128.400 ha pour la petite et moyenne hydraulique. Les 200.000 ha restantes sont des terres Bour (L'ORMVAH, ??).

d) Aménagements d'irrigation :

Le réseau hydrographique du Haouz est composé d'une multitude de cours d'eau qui s'organisent en deux systèmes : les affluents de l'Oum Er Rabiaa et ceux du Tensift qui reçoit en rive gauche tous les oueds du Haouz central. Ces cours d'eau sont régularisés par trois grands barrages : Lalla Takerkoust, Moulay Youssef et Moulay Hassan Premier et aussi barrage de Yaakoub Mansour. Les aménagements principaux de grande hydraulique réalisés dans la zone sont divisés en trois grandes unités géographiques, d'Ouest en Est et du Sud au Nord (ORMVAH, ??) :

- Le Haouz central d'une superficie équipée de 50.000 ha
- La Tassaout amont d'une superficie équipée de 52.000 ha
- La Tassaout aval d'une superficie équipée de 44.000 ha



Légende :













- | | | | |
|---|------------------------------------|--|--|
|  | Barrages existants |  | Haouz Central |
|  | Barrages planifiés |  | Haouz Central : 1 ^{ère} tranche irriguée |
|  | Sites de barrages identifiés |  | Périmètres de la Tessaout |
|  | Petits barrages planifiés | | |
|  | Canal de Rode |  | Zone de développement socio-économique en montagne |
| | |  | PMH moderne |
|  | Limites de grands bassins versants |  | 1 cm = environ 8 Km |

Fig. 2 : Répartition spatiale des aménagements hydrauliques du Haouz (Alexander, al, 2002)

I.1.2. Les périmètres irrigués de l'ORMVAH :

La zone d'action de l'ORMVAH a trois grands périmètres irrigués :

a) Périmètre de la Tessaout amont :

Le périmètre de la Tessaout amont est situé à l'extrémité orientale de la plaine du Haouz. Il s'étend sur une zone délimitée au Nord par les Jbilet, au sud par le piémont du Haut Atlas, à l'Est par l'Oued Lakhdar et à l'Ouest par la limite du bassin de l'Oued Tensift, il se situe à 70 km à l'Est de Marrakech. C'est un ancien périmètre dont les terres ont toujours étaient irrigués d'une manière traditionnelle, à partir de trente séguias dérivés à partir d'Oued Tessaout (L'ORMVAH, 2008). Les eaux alimentant la Tessaout amont sont régularisées par le barrage de Moulay Youssef et le barrage de compensation de Timinoutine sur l'Oued Tessaout. Des prélèvements sont effectués en cours par des séguias.

L'irrigation dans la Tessaout amont est à 100% gravitaire. Le mode d'irrigation pratiqué par les agriculteurs est appelé localement la « Robta », ce mode consiste à laisser déborder la séguias, l'eau avance et inonde la parcelle. Cette méthode engendre la dégradation du nivellement et un gaspillage d'eau qui à son tour aboutit à un mauvais drainage qui cause la salinisation et l'alcalinisation des sols.

b) Périmètre de la Tessaout aval :

Le périmètre de la Tessaout aval est situé dans la province d'El Kelaa des Sraghna, de part et d'autre de l'Oued Tessaout, il s'étale sur une superficie brute de 72.000 ha dont 44.000 ha aménagés et irrigués gravitairement. La Tessaout aval est subdivisée en deux unités hydrauliques : la zone située à l'amont du canal T2 (6500 ha), qui bénéficiant de l'eau des Oueds Lakhdar et Tessaout régularisés par les barrages Hassan premier et Moulay Youssef ($46\text{M m}^3/\text{an}$) et la zone située à l'aval du canal T2 (37.361 ha) qui est alimentée par un transfère via le canal GM du Tadla et le canal T2 de l'eau de l'Oued El Abid régularisé à Bin El Ouidan ($235\text{Mm}^3/\text{an}$). L'équipement de ce périmètre est limité aux canaux primaires et secondaires. (L'ORMVAH, 2008)

c) Périmètre d'El Haouz central :

On peut distinguer dans le Haouz central : les périmètres du N'Fis, en rive gauche et en rive droite d'une part et les secteurs centraux d'autre part.

Périmètre de N'fis

Le périmètre de N'fis correspond à la zone Ouest du grand périmètre du Haouz et s'étend sur les parties planes des bassins d'Oued N'fis et Bahja qui sont les affluents d'Oued Tensift. Le N'fis rive droite peut être divisé en trois unités distinctes (L'ORMVAH, 2008) :

- Secteurs traditionnels réalimentés, bénéficiant de 18,5 Mm³ des eaux de Lalla Takerkoust.
- Secteurs équipés de réseau sous pression, d'où la mise en pression est gravitaire bénéficiant 28 Mm³ des eaux de Lalla Takerkoust.
- Secteurs équipés de réseau sous pression, bénéficiant 112 Mm³ des eaux de l'Oued Lakhdar.
- Secteur N4 (rive gauche de N'fis).

Secteurs centraux

Ils sont tous situés dans la plaine du Haouz et alimentés gravitairement par des prises sur la rive droite du canal de rocade. Les ressources en eau affectés à ces secteurs sont l'eau de l'oued N'fis régularisé par le barrage Lalla Takerkoust et l'eau de l'Oued Lakhdar par le barrage Moulay Hassan premier transportée par le canal de rocade.

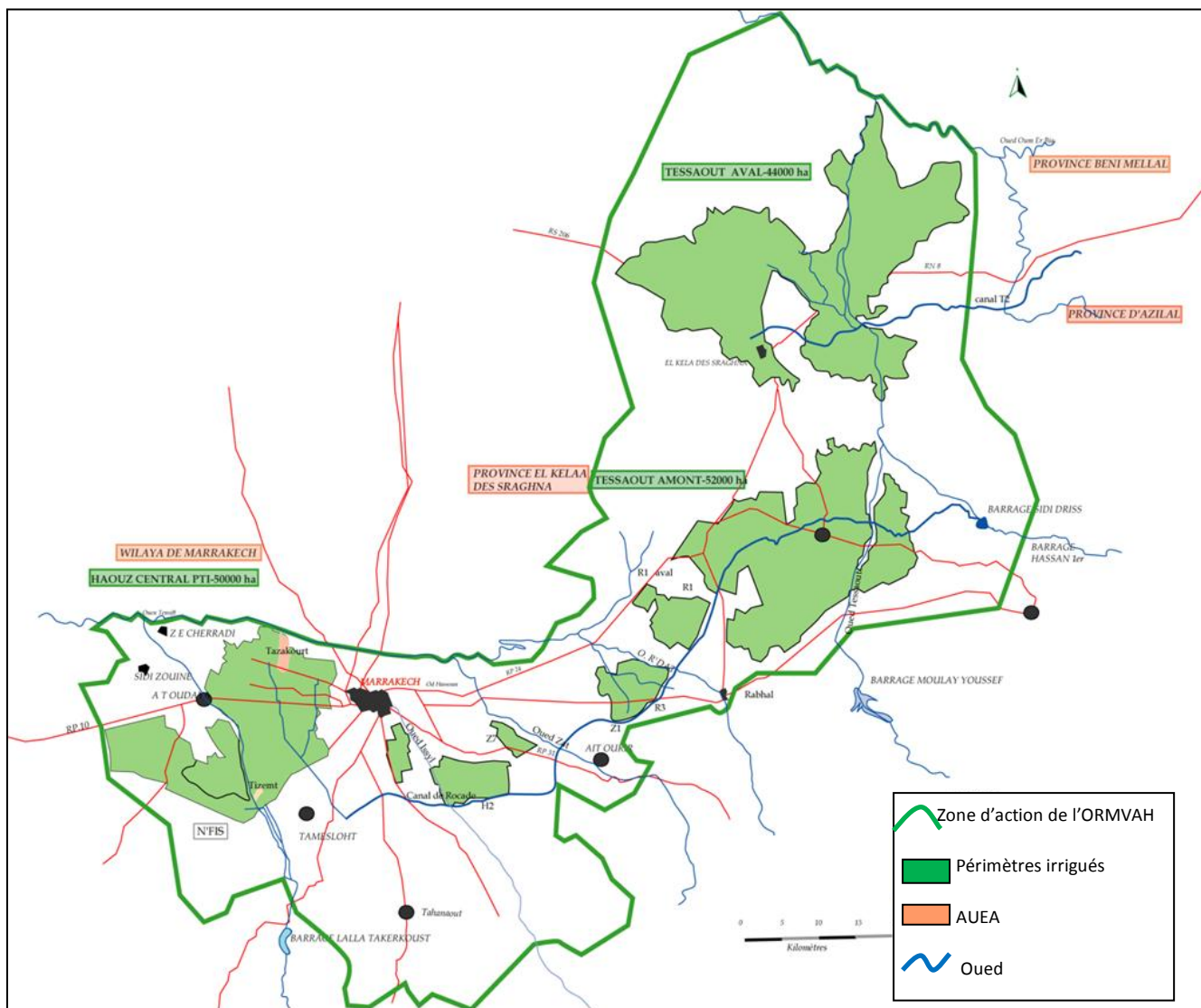


Fig. 3 : Les périmètres irrigués du Haouz (YANOGO, 2006)

I.2. Cadre générale de la zone d'étude :

I.2.1. Situation géographique :

Le secteur d'étude N1-2 se situe dans la zone de Saada au Nord-Ouest de Marrakech. Il fait partie du périmètre N'fis qui est situé en rive droite de l'Oued N'fis, il fait partie du périmètre du Haouz central qui est une plaine délimitée au Nord par des chainons des Jbilet, au sud par les chaines montagneuses du Haut Atlas, par l'oued R'Dat à l'Est et par l'oued N'Fis à l'Ouest.

I.2.2. Climat :

Le climat méditerranéen du secteur N1-2, chaud et sec, de type continental, est classée à la limite du semi-aride et de l'aride. Les précipitations sont faibles avec une moyenne annuelle de l'ordre de 240mm. La température moyenne de l'été est élevée, elle est de l'ordre de 37°. Alors, que la température moyenne minimale de l'ordre de 4°.

I.2.3. Cadre géologique :

Le centre de Saada fait partie de la plaine du Haouz central. Ce dernier est considéré comme un bassin de sédimentation modérément subsidient d'avant fosse d'origine tectonique, dans lequel se sont accumulées au Tertiaire (Néogène) et au Quaternaire, d'abondantes formations détritiques continentales et fluviales, issues du démantèlement des chaînes Atlasiques. Tous les étages de la série géologique, du Paléozoïque au Quaternaire récent, sont représentés. Ils connaissent toutefois une répartition très inégale dans le sous sol de la plaine. Le socle primaire, essentiellement constitué de séries schisteuses très redressées et modelées par l'orogénèse hercynienne, a connu dès la fin du Paléozoïque un premier cycle d'érosion. Les couvertures secondaires et paléogènes déposées en discordance sur une topographie restée très irrégulière, n'apparaissent toutefois qu'en bordure de l'Atlas.

I.2.4. Hydrologie-Hydrogéologie :

L'oued N'Fis l'affluent de l'Oued Tensift, ayant un cours d'eau orienté Sud-Nord, comme les autres Oueds du bassin du Haouz, accuse des crues pendant la saison pluvieuse, il joue le rôle de collecteur des eaux de surface.

Les eaux de l'Oued Lakhdar régularisés par les barrages Moulay Hassan Ier et Sidi Driss jouent le rôle de collecteur des eaux de surface utilisés comme sources d'eau alimentent la zone d'étude par le canal de rocade, qui est équipé d'un système de régulation dynamique qui vise à exploiter au maximum les réserves dans les biefs pour répondre à des demandes d'eau intempestives qui conviennent avec une irrigation à la demande.

La zone d'étude N1-2 s'étale sur environ 2830 ha (L'ORMVAH, 2008), elle est irriguée par des eaux de surface provenant des deux barrages Sidi Driss et Hassan Ier ainsi que des eaux des puits creusés dans la nappe du Haouz.

I.2.5. Occupation du sol :

En situation actuelle, l'occupation des sols cultivables du secteur se présente comme suit (fig. 4) :

Les plantations occupent 61% de la superficie avec une dominance de l'olivier (42% de la Superficie Agricole utile (SAU)), les rosacés couvrent 12% des superficies avec l'abricotier comme arbre dominant. Les terres non cultivées couvrent près de 15% des superficies du secteur. Les cultures annuelles occupent 24% des surfaces avec 56% de céréales, 30% des cultures fourragères et 13% des cultures maraîchères (L'ORMVAH, 2010a).

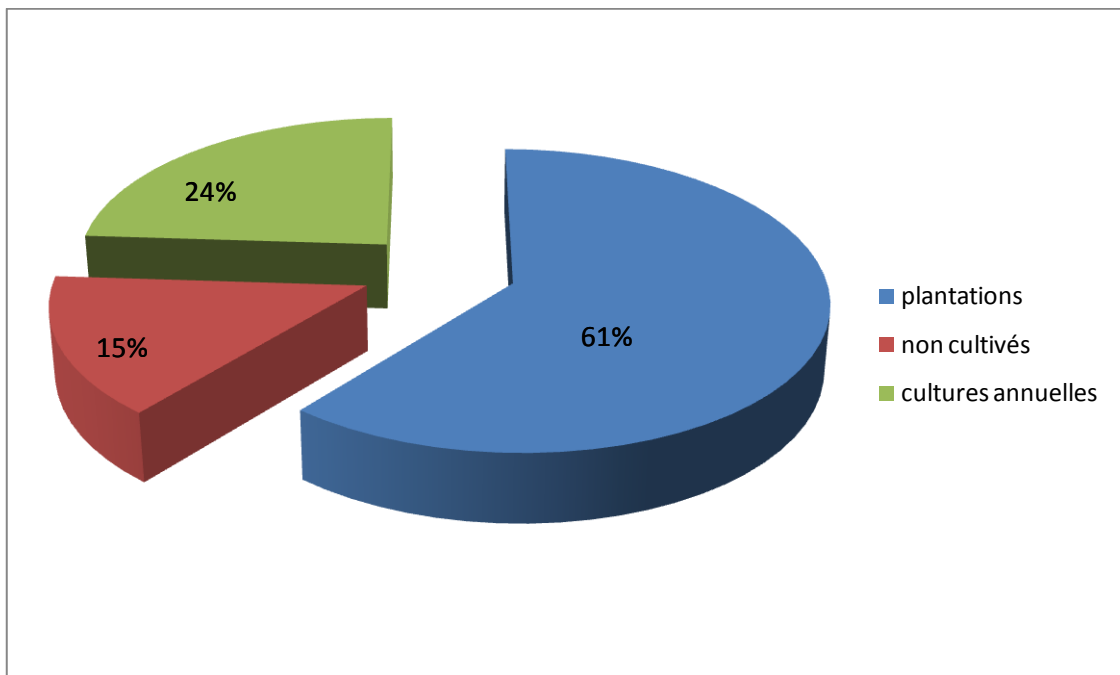


Fig. 4 : Occupation du sol dans le bassin du N'Fis rive droite secteur N1-2 en %

I.2.6. Equipement hydro-agricole :

D'une façon générale, le système d'irrigation actuel du périmètre est caractérisé par une adduction sous pression jusqu'en tête des blocs, et un réseau de distribution gravitaire en séguis naturelles. Les principales composantes du réseau d'irrigation existant sont : le bassin

520, la conduite principale P3, les antennes secondaires et tertiaires alimentant les bornes d'irrigation, les chambres des vannes, et les bornes d'irrigation. Ces dernières sont constituées d'un régulateur de pression, un limiteur de débit inviolable, et un compteur des volumes délivrés. Ainsi, le débit de chaque borne est fixé en fonction de la surface cultivable du bloc desservi sur la base actuelle qui est de 0,5 l/s/ha (L'ORMVAH, 2010a).

La distribution de l'eau d'irrigation s'effectue au "tour d'eau" et à la demande sur la base d'un rôle des temps de mise à disposition de la main d'eau établi par l'office pour chaque période d'irrigation. Le débit minimum d'irrigation à quelque rare exceptions est de 10l/s. le planning des irrigations est établi sur la base des demandes formulées par les agriculteurs de chaque bloc.

II. DESCRIPTION DES SYSTEMES OU DES TECHNIQUES D'IRRIGATION :

L'irrigation est l'opération qui consiste à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production, et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de la nappe, en particulier dans les zones arides (Azouggah, 2001). Les différents systèmes d'irrigation nécessitent des matériaux bien connus, pratiqués aux champs avec des méthodes adaptées. En effet, chacune de ces méthodes présente des avantages et des inconvénients. Il existe plusieurs systèmes d'irrigation.

II.1. Classification des Systèmes d'irrigation :

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories : L'irrigation gravitaire et l'irrigation sous pression. Cette dernière est classée en deux types l'irrigation goutte à goutte et l'irrigation par aspersion. La figure ci-dessous présente une architecture de ces différentes méthodes d'irrigation pratiquées partout dans le monde (Azouggah, 2001).

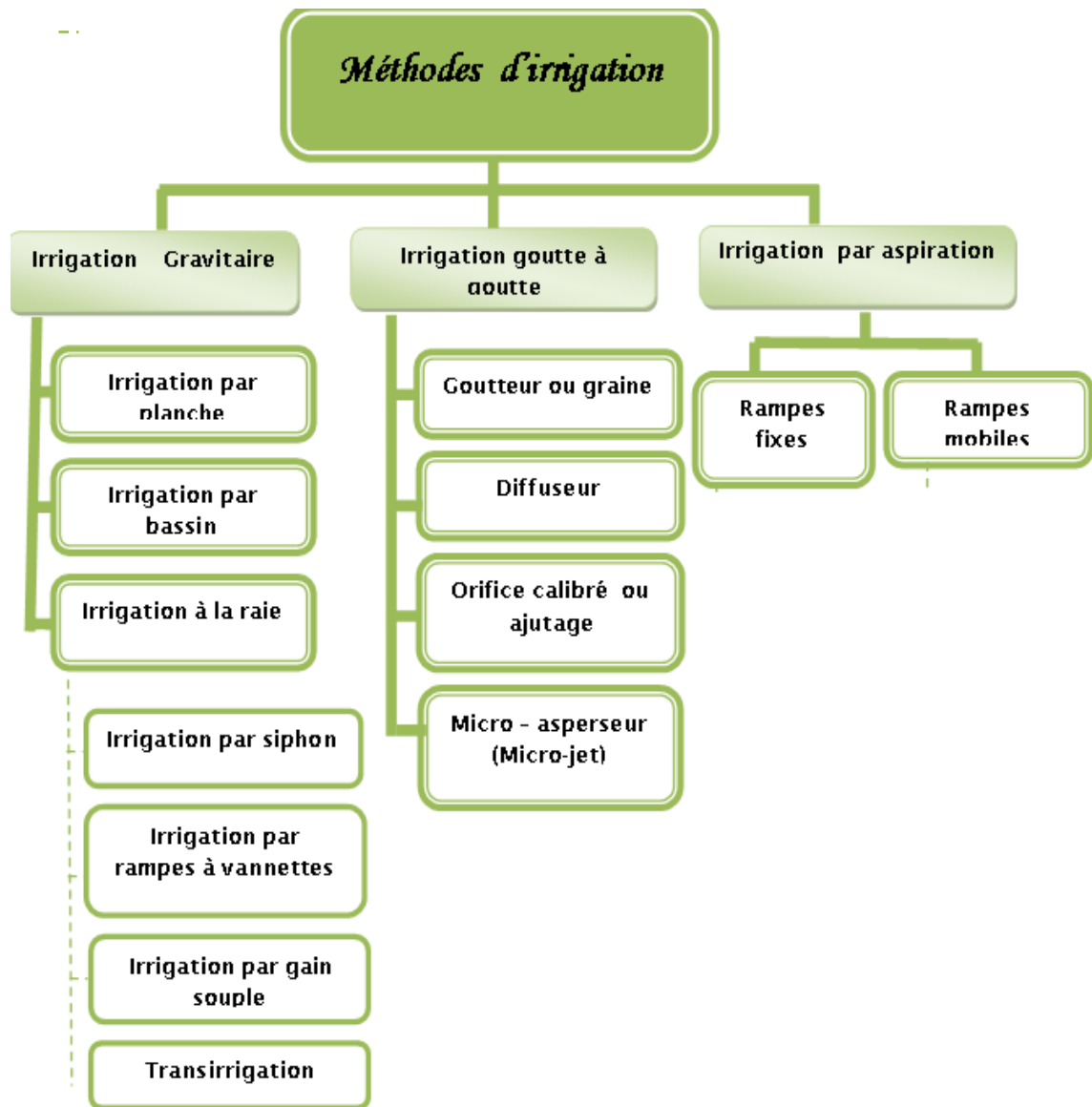


Fig. 9 : Différentes méthodes d'irrigation pratiquées (Azouggagh, 2001).

II.1.1. Irrigation gravitaire :

L'irrigation gravitaire ou irrigation de surface consiste à répartir l'eau sur la parcelle cultivée par ruissellement sur le sol dans les sillons (irrigation à la raie) ou en nappe (irrigation par planche ou calant) ou encore par submersion contrôlée (irrigation par bassin). Elle reste le mode le plus répandu dans les périmètres irrigués dans le monde. Au Maroc, on estime que plus de 93% de la superficie de la grande hydraulique est irriguée par une technique traditionnelle appelée "Robta" qui représente environ 88% des superficies

irriguées (Azougagh, 2001). Cette technique trouve sa large utilisation dans le fait qu'elle est adaptée aux parcelles de mauvais état de nivellement.

a) Types d'irrigation gravitaire :

Dans l'irrigation gravitaire il y a plusieurs types d'irrigation dont les trois suivants sont les plus connus : l'irrigation à la raie, l'irrigation par planche ainsi que l'irrigation par bassin.

L'irrigation à la raie est divisée aussi en quatre types principaux (Azougagh, 2001) :

- Par siphon

Les siphons sont des tuyaux de petit diamètre (20 à 50mm) d'une longueur comprise entre 1 m et 1,50m. Ils sont réalisés en matériaux rigides ou semi-rigides, les plus courants étant en PVC. Ils nécessitent une faible charge de 10 à 20cm et permettent, sous ces charges, de délivrer un débit pouvant varier de 0,4 à 2 l/s environ. Les siphons présentent l'avantage de ne pas coûter cher, ils permettent d'assurer une bonne répartition des débits.

- par gaines souples

Les gaines souples sont constituées d'une manche souple en matière plastique placée en tête de parcelle sur laquelle sont fixées des manchettes de dérivation qui alimentent les raies. Ces manchettes sont souvent munies d'un dispositif permettant d'écraser plus ou moins le tube pour limiter les débits, elles ont un diamètre de 50mm et une longueur de 0,50m. L'utilisation correcte des gaines nécessite une charge de 40cm à 1 m de colonne d'eau. A titre indicatif, le débit à pleine ouverture d'une dérivation est de l'ordre de 2 l/s pour une charge de 50 à 60cm.

Les gaines souples présentent l'avantage de pouvoir être installées rapidement, elles peuvent être pliées et rangées aisément en fin de campagne. L'inconvénient majeur est de ne pas permettre un réglage précis des débits admis dans les raies.

- Par rampe à vannettes

Ce type de matérielle correspond mieux aux cultures irriguées à la raie et qui nécessitent peu d'intervention sur la parcelle. L'avantage réside dans la possibilité de réglage des débits par des vannettes coulissantes ; qui offrent des positions d'ouverture 25, 50, 75 et 100% par rapport aux siphons, on évite l'opération d'amorçage qui est un travail lent et fatigant. L'autre avantage réside dans le fait que les débits obtenus sont plus précis et faibles et de ne pas gêner les travaux

agricoles. Par contre une étude de dimensionnement est nécessaire. Lorsque l'irrigation de toute la parcelle se fait en même temps, toutes les sorties sont ouvertes, sinon les sorties non utilisées doivent être fermées d'une manière étanche.

- **Transirrigation :**

Le système transirrigation est constitué d'un tuyau rigide posé avec une pente régulière en tête de parcelle et percé d'orifices calibrés qui alimentent les raies. Le déplacement automatique d'un piston à l'intérieur du tube entraîne le déplacement de la main d'eau sur l'ensemble de la parcelle. Le nombre de trous alimentés est toujours le même, et le débit de chaque trou décroît progressivement jusqu'à s'annuler au fur et à mesure que le piston se déplace vers l'aval du trou. Le tuyau est en PVC rigide traité anti ultra-violet de diamètre de 150mm il est posé avec une pente comprise entre 2.5 et 6mm par mètre et les orifices sont calculés en fonction du débit que l'on souhaite obtenir, la main d'eau délivrée est de l'ordre de 30 à 50 l/s. Ce dispositif présente l'avantage de nécessiter peu de travail pendant l'irrigation. Il permet par ailleurs une très bonne maîtrise de la dose apportée grâce à la modulation automatique des débits décroissants à chaque trou ; ce qui permet de réduire les pertes en colature. L'installation peut être en surface ou enterrée avec des cannes de sortie sur chaque orifice.

L'irrigation par planche Consiste à faire couler une mince couche sur un sol incliné de 0.2 à 3 %. Le débit à déverser en fonction de la pente, de largeur et de longueur de la planche. Cette méthode est loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables. Une des formules pratiques est celle de Crevat qui consiste à déterminer la longueur de la planche qui dépend de l'infiltration du sol, ce qui correspondrait au temps de ruissellement. Autrement dit, l'aiguadier ouvre la vanne et attend que l'eau arrive au bas de la planche, et à ce moment là il ferme la vanne d'arrivée (Azouggh, 2001).

L'irrigation par bassin ou *Robta* est la plus connue dans l'irrigation gravitaire. Sa pratique sur un sol nivelé (pente 0.1 à 1%) ainsi que la simplicité de l'opération, qui consiste à remplir le bassin, font que cette technique est fréquemment utilisée dans plusieurs régions du Maroc. La taille des bassins est de 40 à 50m² (Azouggh, 2001). Ce type d'irrigation occasionne une perte importante de superficie, due au nombre important de cloisonnements.

L'irrigation par la *Robta*, demeure la technique dominante au périmètre du N'Fis et dans les autres périmètres gravitaires du Maroc. C'est une technique traditionnelle de montagne qui a été adaptée aux zones irriguées. Elle est faite par le découpage des champs des c en plusieurs bassins (ou médias) élémentaires dont les dimensions moyennes sont 40m². Ces bassins sont irrigués par des canaux (*seguias*) de distribution qui à leur tour sont alimentés par une *seguia* mère. L'eau est dérivée vers celle-ci en opérant une seule brèche sur l'arroseur. Au niveau de la parcelle, l'eau suit l'itinéraire suivant : Arroseur-Segua de distribution pour enfin arriver aux bassins ou media irrigués à tour de rôle.

Une revue de la littérature fait ressortir que l'attachement des irrigants à la pratique de la *Robta*, malgré l'utilisation des doses en eau importantes et les pertes de superficie, est justifié par des avantages certains qui sont :

- La submersion des billons permet d'assurer la saturation des sols, d'où la certitude d'une bonne irrigation des cultures,
- Bonne maîtrise du débit utilisé en subdivisant la main d'eau en deux,
- Homogénéité d'arrosage due à la faible dimension des bassins et à l'irrigation dans le sens de la plus faible pente,
- Technique moins exigeante en travaux de finition du sol et de surfaçage,
- Possibilité de réduire les dimensions des bassins, et ce en fonction du débit de pompage, car l'eau du réseau est sujette à des coupures et à des sous alimentations,
- Adaptation de la technique aux sols,
- Absence de pertes d'eau par ruissellement (irrigation et précipitation).

La *Robta* présente pourtant plusieurs inconvénients :

- Pertes d'eau de 50% au niveau de la parcelle,
- Pertes de 15% de la superficie exploitée équivalente aux ados et *séguias* (soit une perte de 15% en rendement),
- Durée élevée d'arrosage de 12 à 15 heures/ha avec 30 l/s (soit 4 à 7 h/ha de plus par rapport aux dotations accordées dans le tour d'eau),

- Dégradation des caractéristiques hydrauliques de l'arroseur par les multiples brèches qui y sont opérées pour l'amenée d'eau,
- Besoin important en main d'œuvre (confection du dispositif d'irrigation: bassins et séguia intra parcellaires) et irrigation pénible (deux irrigants pour partager le débit),
- Difficultés de couvrir les besoins en eau des cultures au moment opportun d'où un impact négatif sur le rendement,
- Frais supplémentaires de pompage pour pallier l'insuffisance de l'eau,
- Pertes d'éléments fertilisants par lixiviation et pollution de l'environnement,
- Difficulté de réalisation des techniques culturales en raison de la présence des *séguia* et des ados.

b) Avantages et inconvénients de l'irrigation gravitaire :

L'irrigation gravitaire présente plusieurs avantages tels que :

- les coûts d'investissement sont souvent relativement faibles,
- les besoins énergétiques sont faibles ou nuls,
- ces techniques sont anciennes, bien connues et éprouvées et sont insensibles au vent,
- les végétaux ne sont généralement pas mouillés, ce qui est plus favorable sur le plan phytosanitaire,
- les techniques sont assez bien adaptées à l'épandage d'eaux de sortie de station d'épuration par exemple ;
- contribution à l'alimentation des nappes phréatiques.

Néanmoins, ce système présente aussi des inconvénients :

- besoin en main d'œuvre important,
- faible rendement (sauf s'il y a recyclage des eaux de colatures),
- terrassements, souvent, importants et impliquent la possibilité d'apparition de zones plus ou moins stériles en surface,

- techniques inadaptées sur des sols filtrants,
- desserte des parcelles par des canaux entraîne des pertes de place (ce qui disparaît si l'on peut recourir à des canalisations enterrées et fonctionnant à basses pressions),
- parcellaire est souvent figée,
- pertes (et parfois des vols) d'eau dans les canaux selon la nature du sol et parfois des problèmes de qualité de l'eau,
- nécessité un terrain plat ou un nivellement,
- difficultés de l'estimation du volume réellement consommé,
- possible pollution par déversement,
- Salinisation des sols.

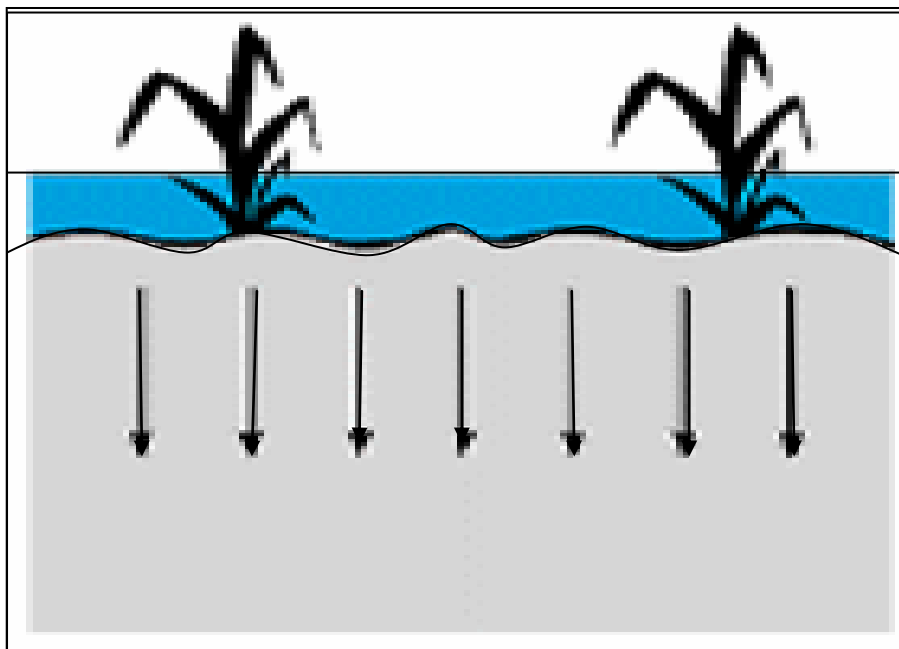


Fig. 10 : schéma montrant la perte de l'eau par filtration dans l'irrigation gravitaire

II.1.2. Irrigation par aspersion :

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection alimentés sous pression, choisis et disposés de façon à obtenir la répartition la plus uniforme possible de la pluviométrie (Fig. 9). Il existe deux grandes catégories d'arrosage par aspersion en fonction du matériel utilisé (Azougagh, 2001) :

- Les rampes mobiles.
- Les rampes fixes.

Une installation d'irrigation sous pression est généralement composée d'un équipement fournissant la pression nécessaire à son fonctionnement, d'appareils de mesure et de contrôle de débit, et d'une conduite principale amenant l'eau jusqu'aux conduites secondaires et tertiaires. D'autres éléments peuvent être utilisés, notamment un filtre ou une batterie de filtres et un dispositif d'adjonction d'éléments fertilisants.

L'irrigation par aspersion reproduit le phénomène naturel de la pluie, en maîtrisant l'intensité et la hauteur de la précipitation. Cette technique nécessite des conditions de pression moyenne à forte (de 3 à 6 bars à la buse) (Azougagh, 2001).

Au niveau de l'asperseur, pièce maîtresse du dispositif, une buse crée un jet et l'oriente vers la cuillère. Le bras mobile est activé par le jet. Le ressort de rappel provoque le retour du bras mobile et assure ainsi la rotation de l'asperseur.

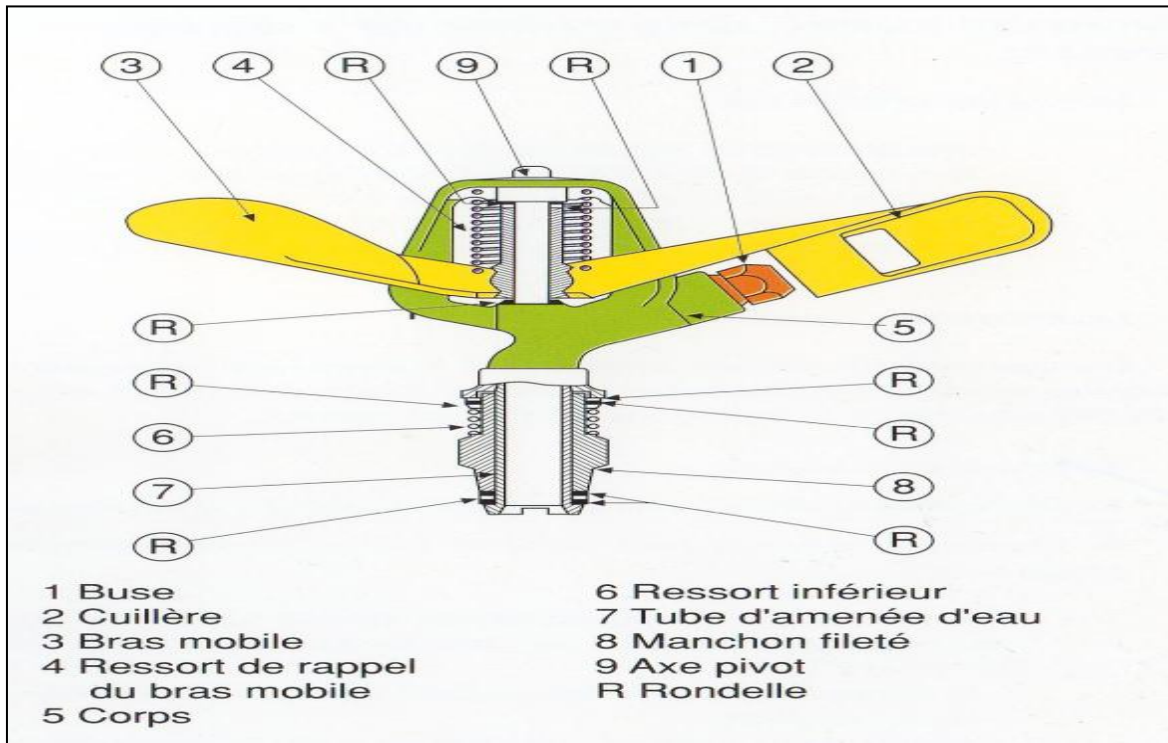


Fig. 11a : Schéma d'un asperseur

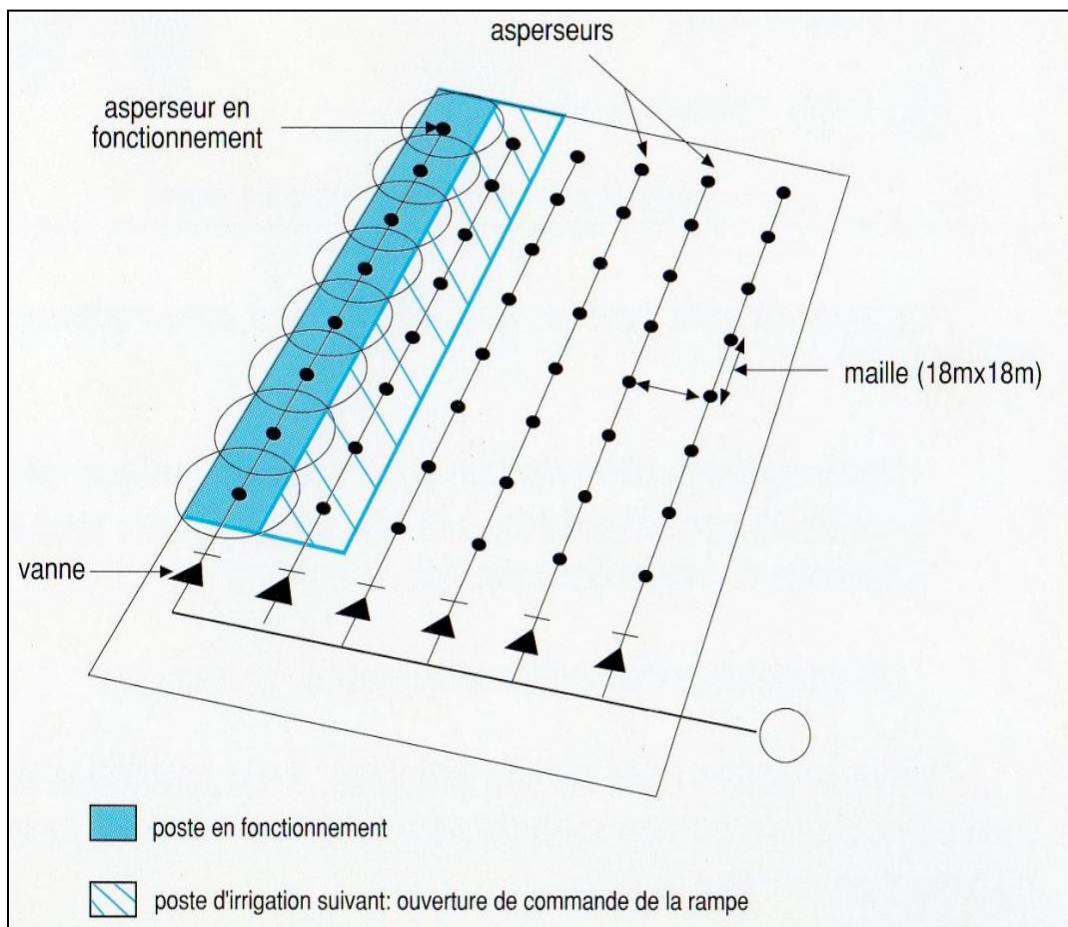


Fig.11 : Schéma du système d'irrigation aspersion appelé « couverture intégrale » utilisé au niveau du N°fis

Parmi les avantages de l'irrigation par aspersion, on peut citer :

- Besoins en main-d'œuvre généralement faibles (mais très variables selon le degré d'automatisation),
- Absence de nivellement préalable. Cependant, la pente générale du sol ne doit pas en principe dépassé 10 % ,
- Possibilité d'arroser tous les types de sol. On peut obtenir la même efficacité d'arrosage sur les sols les plus sableux que sur les sols les plus argileux, grâce à la large gamme des intensités pluviométriques offertes par les différents matériels. La pluviométrie maximale admissible varie en effet en fonction du type de sol, de la couverture du sol et de la pente,
- Possibilité de contrôle précis des doses appliquées, ce qui permet un bon rendement des arrosages (à condition que la technique soit bien maîtrisée par les irrigants),
- Bon rendement des réseaux de canalisation qui, avec une bonne efficacité d'arrosage à la parcelle, réduit les consommations en eau par rapport à l'irrigation de surface,
- Automatisation très poussée permise par le réseau sous pression,
- Possibilité de réaliser des arrosages à faible dose et à cadence rapide (levée de semis en l'absence de pluie : cultures de contre-saison, céréaliculture en zone désertique),
- Facilité de mesure des consommations d'eau, permettant la facturation au volume,
- Possibilité de mélanger, facilement, des engrais et pesticides à l'eau d'irrigation,
- Suppression des surfaces perdues en emprises de canaux et rigoles,
- Oxygénation de l'eau projetée en pluie, favorable dans le cas d'utilisation d'eaux résiduaires réductrices,
- Le matériel gêne rarement les façons culturales et est constitué de structures souples, mobiles, adaptables à tous les cas particuliers,

Par ailleurs les inconvénients peuvent être ainsi résumés :

- Coûts d'investissement élevés,

- Exigence un certain niveau de compétence de la part de l'irrigant permettant de garantir la maintenance des équipements,
- Dépense énergétique élevée, parfois prohibitive dans les pays où l'énergie est chère,
- Difficultés d'utilisation et efficacité réduite en régions ventées,
- Obligation de multiplier les traitements phytosanitaires en raison du mouillage des feuilles favorisant les maladies cryptogamiques chez certaines espèces végétales,
- Mauvaise adaptation aux sols « battants », susceptibles de tassement superficiel sous l'impact des gouttes d'eau,
- Possibilités réduites pour l'arrosage avec des eaux résiduaires (formation d'aérosols),
- Déplacement du matériel difficile dans les zones à cultures hautes (inconvenient supprimé dans le cas des systèmes automatisés),
- Ne convient pas aux eaux salées sur beaucoup de cultures (risque de brûlure du feuillage, ou de dépôts inesthétiques sur les fruits).

II.1.3. Irrigation localisée :

L'irrigation localisée ou irrigation goutte à goutte est l'ensemble d'apport d'eau localisée au voisinage des racines des plantes, avec des doses réduites mais, à fréquences élevées.

Dans son principe, l'irrigation localisée, n'est en fait qu'une amélioration des techniques traditionnelles. Il consiste à apporter l'eau sous faible pression jusqu'aux racines de chacune des plantes et à la distribuer au compte-goutte, en surface ou en souterrain, à l'aide de petits tuyaux, posés sur le sol ou enterrés. Bien menée, cette technique permet de, notamment, diminuer la consommation d'eau : elle n'humidifie que la portion de sol située au voisinage immédiat des racines, et elle limite les pertes par évaporation, ruissellement ou infiltration profonde (Azougghagh, 2001).

La micro-irrigation est employée presque exclusivement en utilisant de l'eau potable car les réglementations interdisent généralement de pulvériser de l'eau non potable. En micro-irrigation, l'utilisation d'engrais traditionnels en surface est parfois inefficace, ainsi les systèmes de micro-irrigation mélangent souvent de l'engrais liquide ou des pesticides à l'eau d'irrigation. D'autres produits chimiques tels que le chlore ou l'acide sulfurique sont

également utilisés pour nettoyer périodiquement le système, D'où il nécessite une installation bien définie (Azougah, 2001).

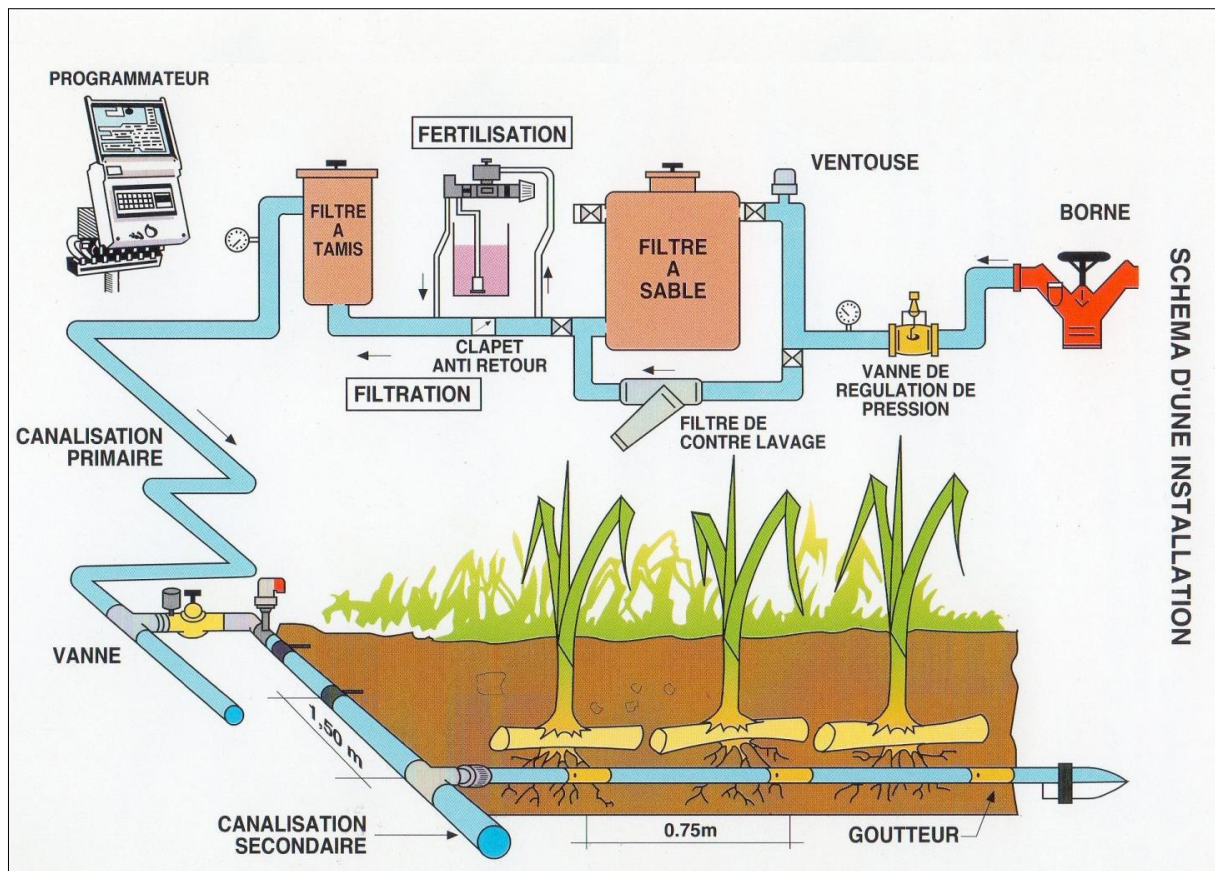


Fig. 12 : Schéma d'une installation de goutte à goutte

a) Types d'irrigation localisée :

Dans l'irrigation localisée, il y a 4 types : goutteur ou gaine, diffuseur, orifice calibré ou ajustage et micro asperseur.

c) Les avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée :

Par rapport à l'aspersion ou à l'irrigation gravitaire, l'irrigation localisée présente les avantages suivants (Azougah, 2001) :

- Economie d'eau : La surface de contact eau-air étant très faible (quelque dm^2 les pertes par vaporisation sont donc faibles. D'autre part, la ligne de gouteurs étant en général, placée au

voisinage immédiat des cultures, le développement des adventices est limité et de ce fait les phénomènes de concurrence se trouvent réduits. Les doses étant faible dont les pertes par percolation se trouvent limitées.

- Contrôle précis des quantités d'eau apportées : à condition que l'installation soit bien dimensionnée.
- Pression de fonctionnement faible : La pression nominale des distributeurs est en général de 10m.c.e (mètre colonne d'eau, 10m.c.e = 1 Bar). Si on estime que les pertes des charges au niveau d'une station de tête se situent entre 10 à 15m selon la complexité de l'installation, la pression nécessaire en tête de parcelle est de 20 à 25m contre 30 à 40m pour l'aspiration.
- Enherbement réduit : la localisation de l'eau limite le développement des adventices (mauvaises herbes).
- Possibilité d'arrosage sous paillage plastique : cas par exemple des fraisiers ou des melons.
- Réduction du tassement du sol et maintien d'une structure favorable
- Contrôle de fertilisation.
- Possibilité d'automatiser.
- La distribution dans le champ est uniforme, L'eau est apportée directement à l'endroit nécessaire, au niveau des racines.

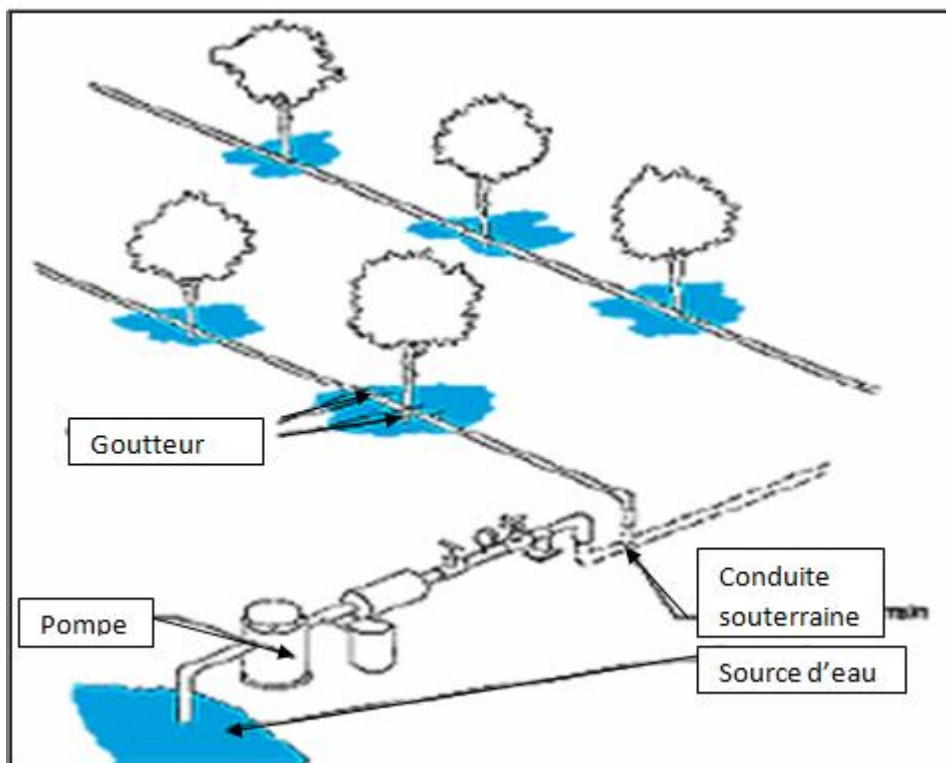


Fig. 13 : Schéma montrant les équipements et l'uniformité de l'irrigation goutte à goutte dans le champ

Malgré ces avantages il présente aussi des inconvénients qui peuvent être reconnus ainsi :

- Bouchage (obstruction des goutteurs) : les inconvénients les plus importants sont ceux liés au problème de bouchage soit en raison de la qualité d'eau soit à cause de l'utilisation de certains engrais, d'où l'intérêt d'utiliser les filtres pour améliorer la qualité de l'eau,
- Salinisation excessive du sol (accumulation des sels) : toute eau d'irrigation contient des sels dissous, la plante prend de l'eau et les sels restent dans le sol, durant la saison d'irrigation ces sels sont généralement refoulés à la limite externe du bulbe humide, en apportant plus d'eau que la plante n'en consomme de la zone racinaire et risque de provoquer de sérieux dégâts sur la culture,
- Investissement ; l'équipement se fait pour la parcelle donnée sans possibilité de rotation sur d'autre parcelle,
- Mauvaise répartition de l'eau dans le sol : l'irrigation localisée n'assure l'humidification que d'une fraction du volume du sol susceptible d'être exploré par les racines. Aussi en zone aride le développement racinaire de la culture se limite-t-il à la zone humidifiée par l'ensemble des distributeurs.

III. SITUATION ACTUELLE DE L'IRRIGATION DU N'FIS SECTEUR N1-2 :

Le réseau sous pression de la rive droite du N'Fis est desservi en eau par deux barrages : Lalla Takerkoust et le barrage Hassan 1^{er} par l'intermédiaire du Canal de Rode. Des bassins de stockage installés en aval des barrages assurent l'alimentation des conduites principales souterraines. Un maillage de canalisations secondaires, elles aussi souterraines, achemine l'eau jusqu'aux bornes qui sont les points stratégiques de la distribution de l'eau entre usagers. Ces bornes desservent des unités foncières appelées blocs d'irrigations qui sont exploitées par un nombre variable d'irrigants.

Dans les zones de micropropriétés, on assiste à un regroupement d'un nombre important d'irrigants autour d'une même borne. Les grandes propriétés bénéficient généralement des bornes individuelles. Les bornes sont commandées par des chambres des vannes installées sur les conduites principales et secondaires qui permettent de fermer un tronçon entier du réseau. L'intervention de l'Administration s'arrête au niveau de la borne. La gestion de la ressource en aval de celle-ci devant être théoriquement à la charge des irrigants. Cet aménagement devrait se substituer au réseau traditionnel de *seguias* et devrait permettre la pratique de l'irrigation sous pression (aspersion ou localisée) qui n'est réellement présente, dans le cas du N'Fis, que sur environ 10% de la superficie. En effet, la majorité des agriculteurs acheminent l'eau des bornes à leurs parcelles dans les *mesrefs* du réseau traditionnel. Le parcellaire est un parcellaire traditionnel, non remembré.

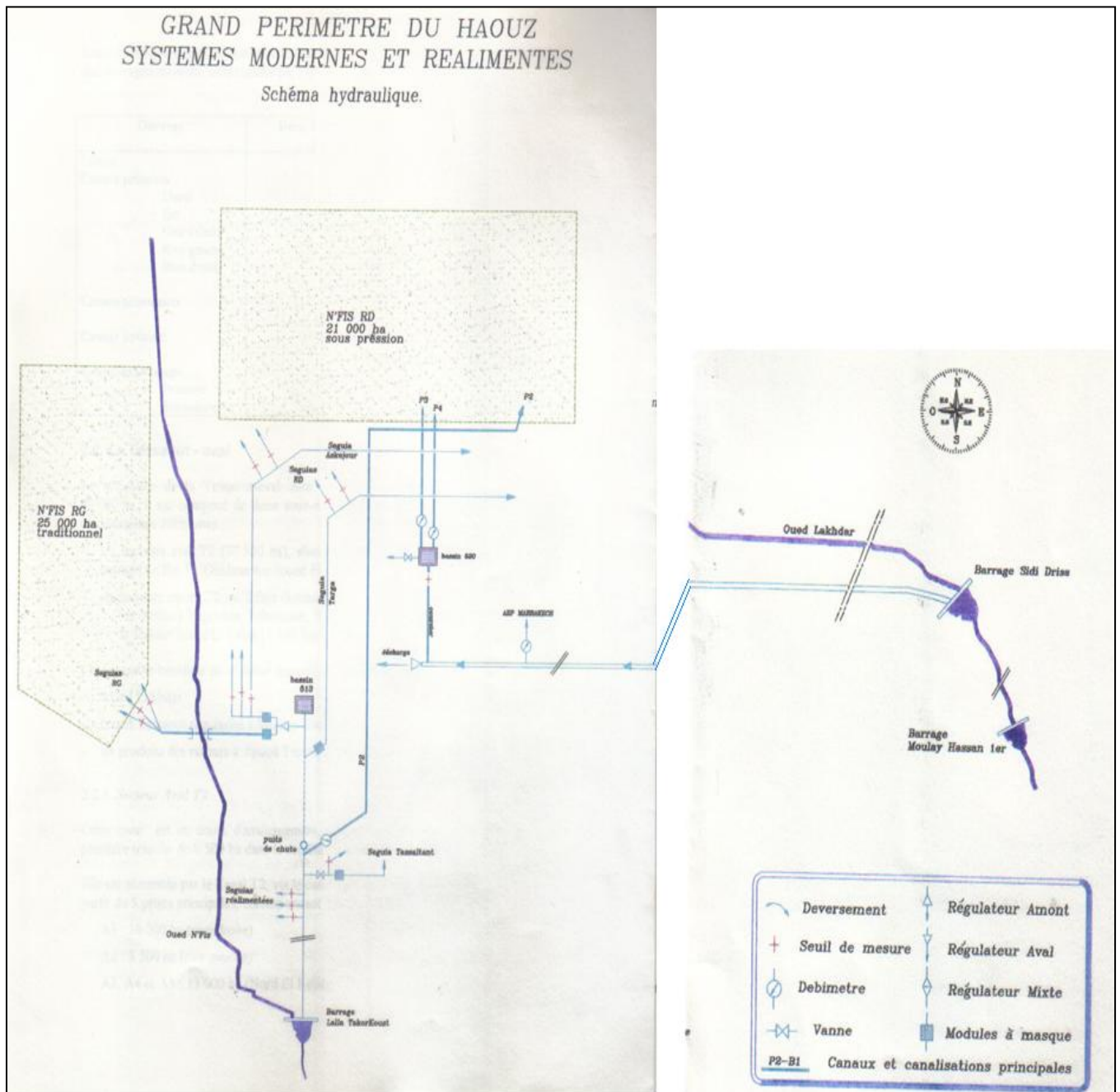


Fig. 5 : Schéma représentant les équipements et les aménagements hydrauliques alimentant le secteur N1-2 (ORMVAH, 1995)

III.1. Découpage du sous secteurs du N'fis :

Le secteur du Saada fait partie du périmètre du N'Fis qui est découpé en sous secteurs hydrauliques ou secteurs d'irrigation (Tab. 1).

Le secteur N1-2 qui fait partie de la rive droite du N°fis, à une surface d'environ 2830 ha équipé par un système d'irrigation sous pression avec prédominance de gravitaire à la parcelle. La mise en service du secteur N1-2 a eu lieu en 1991.

Secteur	Sous secteurs	Superficie équipée (ha)	Type d'aménagement	Date de mise en service
N°Fis rive droite	N2	3150	Sous pression avec prédominance de gravitaire non remembered	1991
	N1-4	2150		
	N1-3	1970		
	N1-2	2830		
	N3	6000		
Superficie totale		17000		

Tab. 1 : Découpage des Sous secteurs du N°Fis par superficie équipée en ha (ORMVAH, 2008)

III.2. Ressources en eau d'irrigation dans le secteur N1-2 :

Le secteur N1-2 est alimenté à la fois par des ressources en eau superficielles et des ressources en eau souterraines.

- Eaux souterraines :

Les ressources en eau souterraines utilisées en irrigation dans ce secteur proviennent de la nappe du Haouz. Ces ressources sont limitées et utilisées comme un complément d'irrigation en cas de restriction ou coupure d'eau.

- Eaux de surface :

Le secteur N1-2 est alimenté par les ressources en eau du barrage Sidi Driss. Le tableau ci-dessous présente l'origine d'alimentation par secteur.

Périmètre de grand hydraulique	Barrage d'alimentation
N°Fis rive droite centre Saada	Sidi Driss
Haouz central	Sidi Driss

Tab. 2 : Origine d'alimentation par secteur

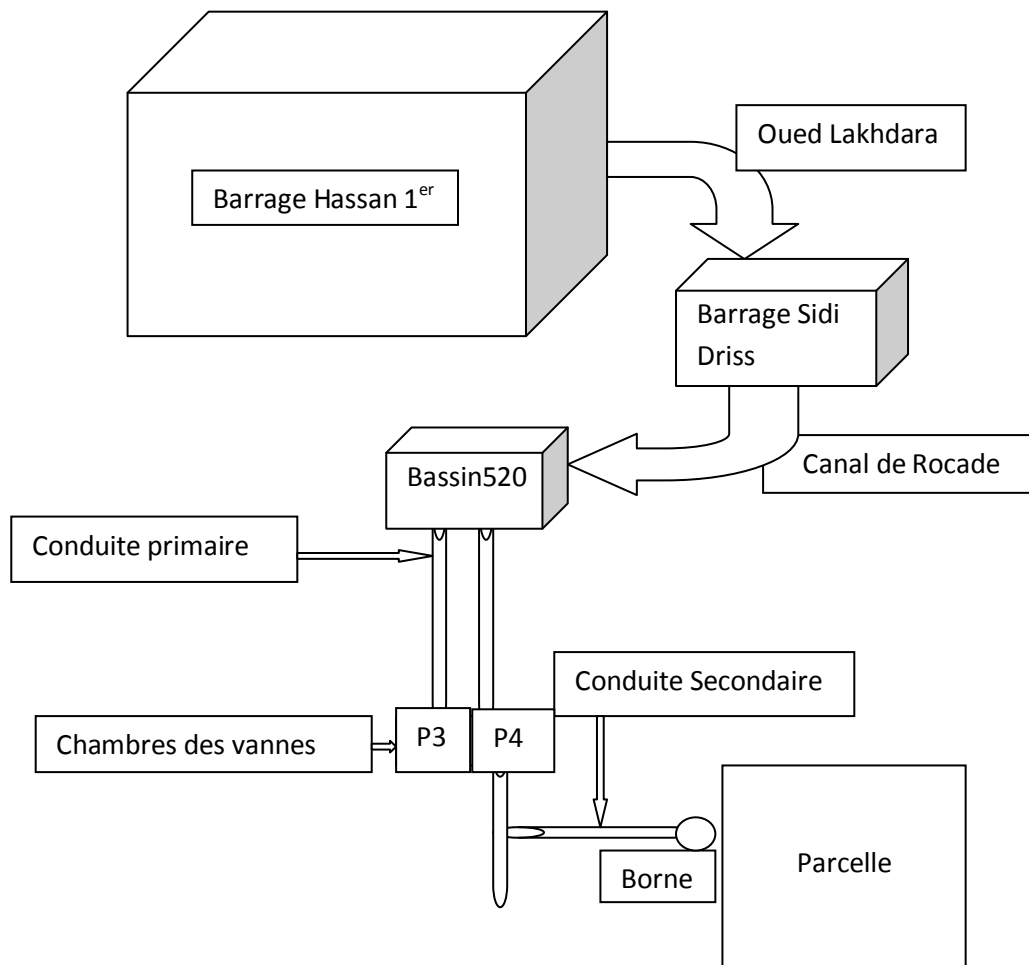


Fig. 6 : Schéma simplifié des aménagements hydrauliques du secteur N1-2

Ces ressources en eau de surface accusent une variation progressive au cours de l'année selon les apports annuels du barrage d'alimentation.

Les apports au niveau du complexe Hassan Ier et sidi Driss sont présentés ci-dessous :

Barrage	Superficie (Km ²)	Apports 1941- 2006 Mm ³ /an	Apports 1980- 2006 Mm ³ /an	% Diminution
Complexe Hassan Ier Sidi Driss	2930	296	275	7

Tab. 3 : Les apports annuels du barrage d'alimentation (ORMVAH, 2008)

Les apports naturels annuels ont connues une diminution sur le bassin versant du barrage Hassan Ier. Elle est d'ailleurs généralisée sur tout le bassin d'Oum Er Rbia, suite à la diminution des précipitations pluviométriques. En effet la comparaison entre les apports des précipitations sur tout le bassin d'Oum Er Rbia entre la série chronologique des précipitations entre 1940-2006 et celle de 1980-2006 montre elle aussi une diminution de 7%.

III.3. Dotation du secteur en eau d'irrigation :

La dotation est la quantité d'eau d'irrigation fixée par ha (m^3/ha), elle est subdivisée en deux types : dotation brute et dotation réelle.

III.3.1. Dotation brute :

C'est le volume d'eau amenée au secteur. Pour le secteur N1-2 cette dotation sera accordée à partir des volumes régularisés au niveau du complexe hydraulique Hassan Ier et Sidi Driss via le canal de Rocade, ce volume est de l'ordre de $112Mm^3$.

III.3.2. Dotation réelle :

La dotation réelle est la quantité d'eau d'irrigation fixée en m^3 par ha. Cette dotation est régularisée par l'ORMVAH, elle est examinée sur la base de l'historique de fourniture en eau des secteurs (Tab. 5).

Années	Prélèvements du N'Fis sur le Canal Rocade (Mm^3)	Superficie équipée N'Fis (ha)
1996/97	62.9	17000
1997/98	68.5	17000
1998/99	60.5	17000
1999/00	49.2	17000
2000/01	19.4	17000
2001/02	15.3	17000
2002/03	18.8	17000
2003/04	37.0	17000
2004/05	59.9	17000
2005/06	52.9	17000
2006/07	21.6	17000

Tab. 4 : Fournitures en eau du N'Fis au cours des 10 dernières années (ORMVAH, 2008).

La fourniture moyenne pour le secteur N'Fis est t de 2400 m³/ha pour les 10 dernières années. Cependant, pour les 5 dernières années, cette valeur a baissé avec une moyenne de 2240 m³/ha.

L'équipement du secteur N1-2 a été dimensionné pour une dotation annuelle qui varie d'une année à l'autre (Tab. 5), avec un débit fictif continu de 0.5 l/s/ha, soit une disponibilité permanente de l'eau sur une durée de 157 jours. Compte tenu la rareté de la ressource et de l'augmentation de la demande, la dotation a baissé ces dernières années. Dans ces conditions, le modèle de distribution de 0.5 l/s étant inchangé.

Années	Dotation en eau à partir des conduites P3 et P4 (m ³ /ha)
2004/05	7000 à 7200
2005/06	8000
2006/07	5000
2007/08	3200
2008/09	5520
2009/10	7560

Tab. 5 : Dotation en eau d'irrigation prélevée à partir des conduites P3 et P4. (ORMVAH, 2010)

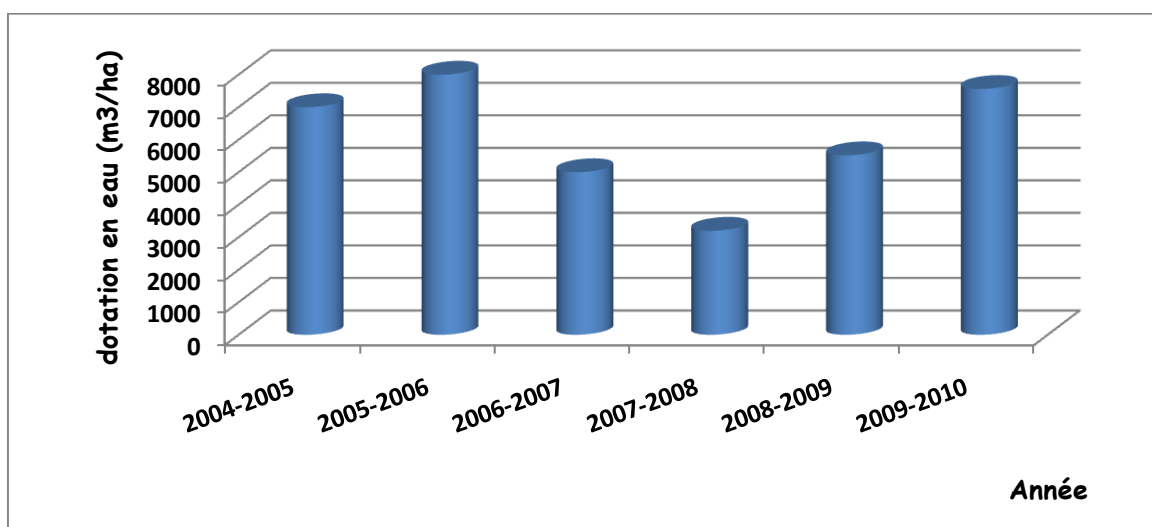


Fig. 7 : histogramme des dotations annuelles prélevées à partir des conduites P3 et P4 au cours des six dernières années

La dotation réelle a connue une variation au cours de six dernières années. Elle est fonction des apports d'eau naturels au niveau des barrages. Elle a connue une augmentation observée en 2005/2006 suivie d'une diminution progressive jusqu'à 2007/2008 où elle commence à augmenter.

La distribution actuelle s'effectue sous pression jusqu'au niveau des bornes d'irrigation disposés en tête des blocs d'irrigation. Chaque borne assure les fonctions de régulations de pression, contrôle du débit par un limiteur inviolable et comptage des volumes délivrés, d'où le débit de chaque borne est fixé en fonction des surfaces cultivables desservies sur la base actuelle de 0.5 l/s/ha pour respecter la dotation annuelle en eau d'irrigation.

III.4. Diagnostic Hydraulique :

Les secteurs du périmètre N'Fis rive droite sont alimentés par les canalisations d'adduction P3 et P4 en provenance du réservoir 520, relié à l'extrémité du canal de rocade par un canal coursier (Fig. 5). Ces secteurs sont situés entre le réservoir qui les alimentent au Sud à la côte 520m et l'oued Tensift au Nord à l'altitude 360m. La pente moyenne est de l'ordre de 8%, cette dénivelée a permis d'alimenter le secteur avec des conduites sous pression sans recours au pompage.

III.5. Mode d'irrigation :

Le mode d'irrigation dominant dans le secteur N'Fis est le gravitaire (74%), suivi par l'irrigation localisée (goutte à goutte) à hauteur de 26% (Tab. 6).

Périmètre de GH	Superficie (ha)	Nombre de point d'eau	Superficie en irrigation localisée (ha)	%
N'fis rive droite	17000	264	4356	26
Secteurs centraux	12700	66	1004	8

Tab. 6 : Superficies équipées en irrigation localisée (ORMVAH, 2008)

Pour le secteur N1-2 le mode d'irrigation qui prédomine est le gravitaire (90%) alors que l'irrigation localisé ne concerne que 10% de la superficie irriguée (Tab. 7).

Périmètre	Superficie (ha)	Nombre de point d'eau	Système d'irrigation	%
Saada secteur N1-2	2830	78	gravitaire	90
			localisée	10

Tab. 7 : Superficie équipée en irrigation localisée au niveau du secteur N1-2 (ORMVAH, 2008)

Les enquêtes de l'ORMVAH ont montré que les céréales et les cultures fourragères sont à 100% irrigués à l'aide du système gravitaire, les plantations d'olivier sont desservies par le système gravitaire dans 98% des cas, alors que Les cultures maraichères et les plantations mieux valorisantes de l'eau d'irrigation, notamment les agrumes, les rosacés, et les vignobles sont conduites sous un système d'irrigation localisée dans 78% à 90% des cas.

La micro irrigation s'est développée pour les plantations particulièrement pour les espèces consommatrices en eau agrumes, rosacés, et vignes, où plus de 80% des surfaces ont été aménagés en localisée. Par contre, la quasi-totalité des plantations d'oliviers est irriguée actuellement en gravitaire.

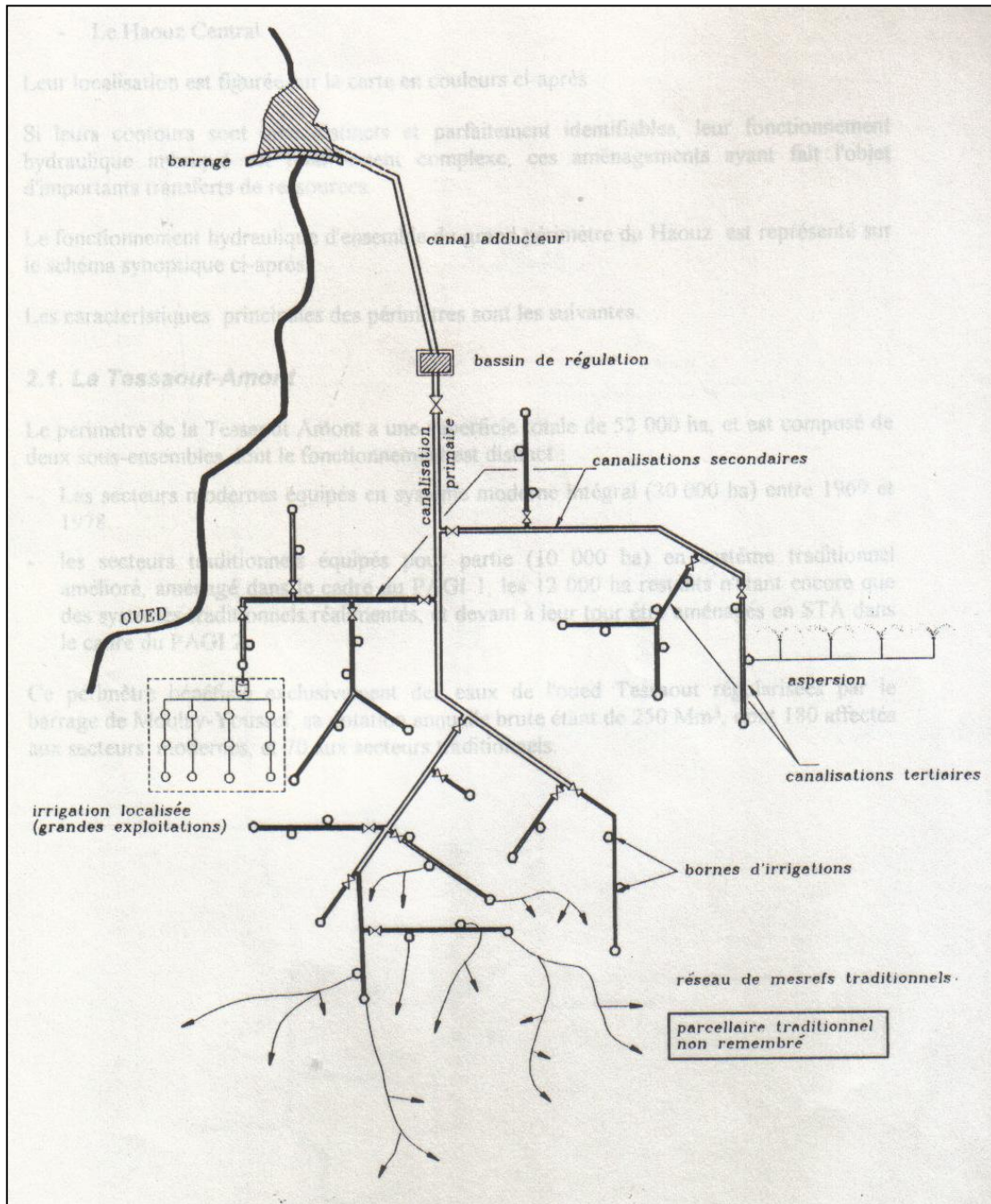


Fig. 8 : Schéma des équipements des systèmes d'irrigation dans le secteur N1-2 (ORMVAH, 1995)

IV. PROGRAMME DE LA RECONVERSION A L'IRRIGATION LOCALISEE :

L'irrigation goutte à goutte veut dire utiliser l'eau pour une meilleure production des denrées alimentaires. Cette technique a connu un essor considérable depuis la fin du 20ème siècle et continue de connaître un succès énorme non seulement dans les pays arides, mais aussi dans les pays où l'irrigation est de complément. En fait, l'irrigation localisée a été perçue comme une technique révolutionnaire dans le domaine agricole pour une meilleure gestion et valorisation des ressources hydriques. Certes, l'irrigation goutte à goutte présente une grande habileté pour augmenter la production, améliorer la qualité des produits et réaliser une grande économie d'eau, des intrants et de l'énergie tout en préservant l'environnement. Ces performances sont alors conditionnées par deux atouts fondamentaux à savoir un système d'irrigation bien conçu et une gestion rationnelle d'application de l'eau à la parcelle. Cependant, le développement de cette technique a été accompagné par une grande popularité quant à ses capacités de s'adapter à toutes les conditions. On lui attribue des vertus exagérées concernant la valorisation et l'économie d'eau parfois la considérant comme un technique miracle capable de sauver de nombreux pays de la crise de l'eau. Bien qu'elle soit une technique très efficace, son rendement élevé n'est pas toujours garanti. L'irrigation localisée, comme les autres techniques classiques en l'occurrence l'irrigation par gravité et par aspersion, a des avantages et peut présenter des inconvénients. En effet, le système d'irrigation localisée exige de la part des usagers une technicité nettement plus élevée que celle nécessaire pour la conduite des techniques d'irrigation classiques. Pour lever ces confusions et lui attribuer des mérites justes, une étude plus approfondie est présentée. Cette analyse est faite dans le but non seulement pour comprendre les bienfaits et les méfaits de cette technique, mais aussi pour établir un guide aussi précis que possible dans l'installation, la conduite, le pilotage, l'entretien et l'évaluation des systèmes d'irrigation localisée.

IV.1. Programme national d'économie d'eau d'irrigation(PNEEI) :

La zone d'action de l'ORMVAH connaît depuis de nombreuses années un déficit hydrique et une sécheresse structurelle d'où La rationalisation de l'utilisation de l'eau d'irrigation est devenue impérative, vu la diminution du potentiel en eau de surface, la baisse des niveaux des nappes, l'augmentation incessante de la demande en eau potable et agricole et les impératifs d'amélioration de la productivité des périmètres irrigués. Cette rationalisation

ne peut se faire qu'à travers l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation, par l'amélioration des techniques utilisées ou l'adoption de systèmes plus économes en eau. Pour faire face à cette situation une stratégie d'économie d'eau qui s'insère dans le programme national d'économie de l'eau d'irrigation est mise en place, elle consiste en la reconversion de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée au niveau des exploitations agricoles.

Ces contraintes s'observent au niveau de la gestion et pilotage de l'irrigation :

- L'affectation de l'eau est basée sur la disponibilité (dotation fixe/ha) ;
- Distribution de l'eau fixée en concertation avec les agriculteurs (tour d'eau).

Et aussi au niveau de l'irrigation à la parcelle :

- Prédominance de l'irrigation gravitaire 90% ;
- Système de conduite de l'irrigation adoptée par les agriculteurs est basé sur leur propre expérience.

La stratégie de gestion et de rationalisation de l'eau d'irrigation qui consiste en la maîtrise de la demande en eau par l'évaluation des besoins en eau des cultures, le développement d'un outil d'aide à la décision pour la gestion d'irrigation à l'échelle des secteurs irrigués et aussi en l'amélioration de l'irrigation à la parcelle par la reconversion de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée, l'adoption par les agriculteurs des techniques modernes de pilotage de l'irrigation et de le développement du service de conseil en irrigation.

IV.1.1. Programme :

Initié par l'Etat en 2001, il prévoit l'équipement de 550 .000 ha en systèmes d'irrigation localisée en 15 ans (Ghayour, 2008).

IV.1.2. Objectifs :

Le programme a deux objectifs principaux qui sont :

- La rationalisation de l'utilisation de l'eau d'irrigation pour l'économie,
- L'amélioration de la valeur de la production agricole. (Ghayour, 2008)

IV.1.3. Les grands axes du PNEEI :

La stratégie du PNEEI s'articule autour des grands axes d'intervention suivants (Ghayour, 2008) :

- la modernisation de l'agriculture irriguée en à travers le développement de l'irrigation localisée à grande échelle par le biais de reconversion des techniques d'irrigation existantes et à rendement limité, notamment le gravitaire,
- la valorisation des ressources en eau mobilisées par les barrages,
- le renforcement de la maintenance et de la réhabilitation des réseaux d'irrigation des périmètres collectifs afin d'assurer un meilleur service de l'eau et la pérennité des équipements,
- la réforme institutionnelle du secteur de l'irrigation, notamment de la grande irrigation, afin d'améliorer sa compétitivité et ses performances et de valoriser au mieux l'eau, et ce à travers l'encouragement de partenariat public-privé pour la gestion des périmètres collectifs d'irrigation.

Ceci dans le but de promouvoir de la gestion participative de l'irrigation, pour impliquer et responsabiliser les usagers dans la gestion des réseaux d'irrigation et la valorisation de l'eau.

IV.2. Analyse multicritères de la reconversion :

L'analyse multicritère consiste à faire une prévision sur les diagnostics techniques et hydrauliques nécessaires pour la reconversion du secteur favorable à celle-ci, qui s'inscrit dans le programme national d'économie d'eau d'irrigation.

IV.2.1. Le choix du secteur :

L'approche et les hypothèses du choix du secteur apte à la reconversion au système localisé se basent sur une analyse multicritère.

- Charge hydraulique

Le critère adopté en priorité est celui de la disponibilité d'une charge hydraulique capable de dominer le secteur à moindre cout. L'objectif est de voir la possibilité de reconversion des secteurs alimentés par un système gravitaire sans recours au pompage, il s'agit de chercher et

situer la charge hydraulique suffisante pour assurer la pression nécessaire au fonctionnement du réseau d'irrigation localisée.

Les paramètres retenus, par l'ORMVAH en 2008, pour le choix de la charge hydraulique nécessaire à la reconversion sont :

- une charge nette minimale disponible en tête du bloc de 15m si le terrain est plat,
- des pertes de charge au niveau de la borne d'irrigation de l'ordre de 5m,
- une perte de charge au niveau du filtre individuel de 5m,
- des pertes de charge singulières au niveau de la conduite sous pression de 10% des pertes de charge linéaire ; celles-ci devraient être au maximum de 1,5m/Km de conduite.

D'après ces paramètres, la charge minimale requise à la tête du sous secteurs est de 25m.c.e.

L'estimation pour chaque sous secteur du linéaire de conduite nécessaire pour retrouver la charge suffisante pour le fonctionnement du réseau d'irrigation en système localisé. Le rapport entre ce linéaire et la superficie dominée, nous a permis de classer les secteurs les plus favorables de point de vue disponibilité de la charge hydraulique.

- Homogénéité des secteurs vis-à-vis de la reconversion

Les différents secteurs ne sont pas homogènes en termes de reconversion intégrale, ainsi deux groupes ont été définis (ORMVAH, 2008) :

- Secteurs homogènes dont la reconversion par la gravité ou la dénivelée concerne la totalité du sous secteur,
- Secteurs qui ne sont pas homogènes, dont au moins une partie nécessite le recours au pompage pour la reconversion en système d'irrigation localisée.

- Ancienneté du réseau (ORMVAH, 2008)

Selon ce critère il y a 4 types des secteurs :

- Secteurs dont les équipements sont âgés de plus de 30 ans ;
- Secteurs dont l'âge des équipements est compris entre 15 et 30 ans ;
- Secteurs dont l'ancienneté des équipements est comprise entre 10 et 15 ans ;

- Secteurs dont l'âge des équipements est inférieur à 10 ans.

L'ancienneté des équipements justifie leur renouvellement, c'est-à-dire que plus le réseau est récent plus le secteur est plus favorable à la reconversion.

- Possibilité des ouvrages à assurer le débit fictif continu

Le débit fictif continu (DFC) est le débit qu'il faudrait fournir à chaque hectare du périmètre s'il devrait être alimenté, sans interruption.

Selon Azougghagh (2001) le DFC est donné par l'expression suivante :

$$D_{fc} \text{ (l/s/ha)} = 2,78 * B_{bi} * 24 N_i$$

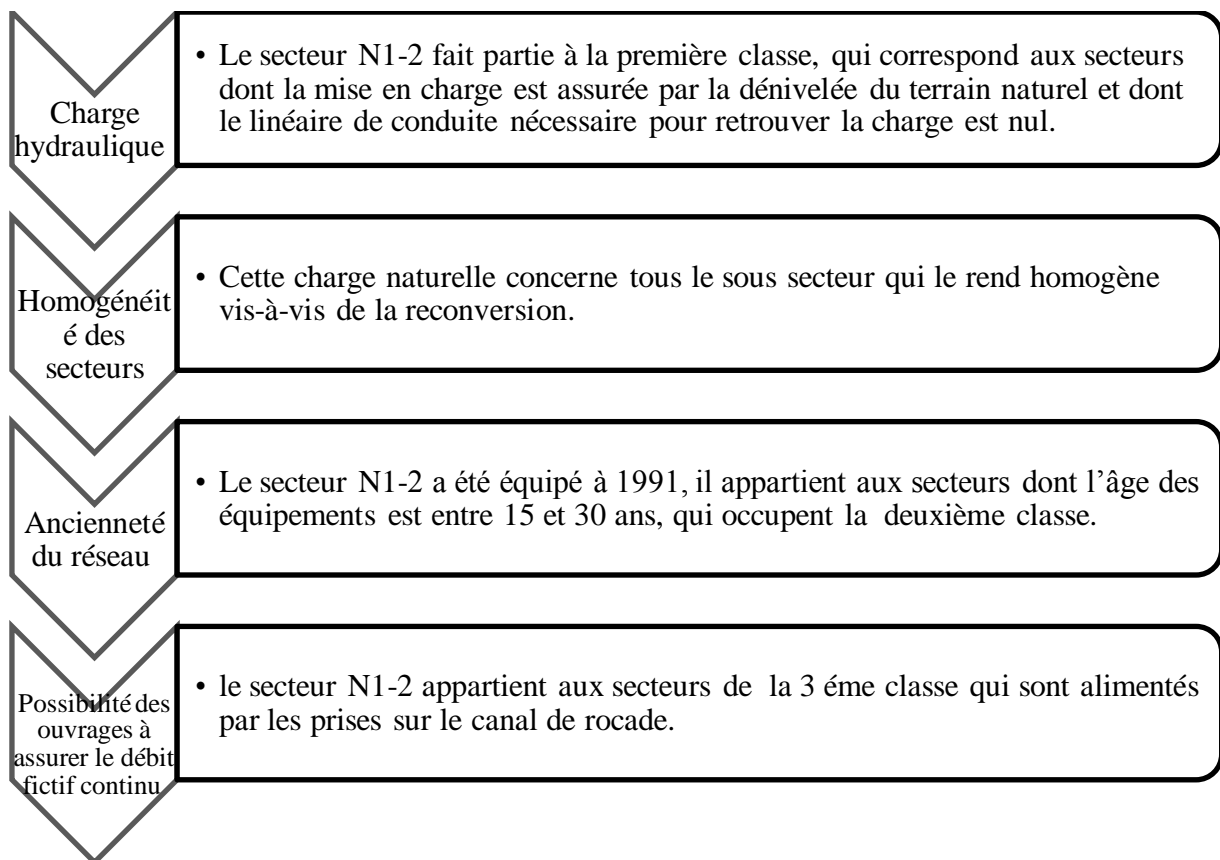
N_i : nombre des jours du mois i

B_{bi} : besoins bruts pour le mois i

D'où les secteurs sont classés selon leur autonomie en termes d'alimentation et en fonction de la flexibilité des grands adducteurs (mode de régulation).

Conclusion :

L'avantage de ces critères ce qui permet d'avoir l'adaptation du secteur à la reconversion. L'ORMVAH applique cette analyse sur le secteur N1-2 pour avoir quelle classe occupe-t il :



Les résultats retenus par l'ORMVAH, d'après l'analyse, signifient que ce secteur est favorable pour la reconversion.

IV.3. Projet futur de la reconversion de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée dans le secteur N1-2 :

IV.3.1. Expérimentation de l'irrigation localisée :

Cette expérimentation a été faite pour évaluer et montrer aux agriculteurs les biens faits de l'irrigation localisée sur l'économie de l'eau et sur l'amélioration des rendements. Elle a été faite dans le Centre des Techniques d'Irrigation de Saada entre 2004 et 2006 en trois campagnes agricoles pour les céréales. L'expérience a donnée une bonne économie en eau et un bon rendement répartis comme suit :

Site d'essai		Secteur irrigué Saada		Amélioration du rendement	Economie d'eau
Rendement (q/ha)	Irrigation (m ³ /ha)	Rendement (q/ha)	Irrigation (m ³ /ha)		
75	3370	27 +-10	4800	170%	30%

Tab8 : Economie d'eau et l'amélioration du rendement par l'irrigation localisée (Ghayour, 2008)

Elle a aussi donnée une amélioration de la marge brute et une valorisation de l'eau observée au niveau des différentes cultures.

Cultures	Marge brute (dh/ha)		Valorisation (dh/m ³)	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Olivier	8400	17200	1,30	3,12
Agrumes	11600	21800	1,30	2,06
Maraichage	7000	14200	1,40	2,62

Tab 9 : L'amélioration de la marge brute et valorisation de l'eau (Ghayour, 2008)

L'irrigation localisée est une irrigation rationalisée, elle est basée sur plusieurs paramètres comme le calcul des besoins en eau des cultures, qui la rendre plus valorisante. Ces besoins en eau sont réduits avec le projet d'irrigation localisée.

IV.4. La variante proposée pour la reconversion du secteur N1-2 :

Pour convertir l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée, l'ORMVAH propose une variante contenant les paramètres de l'irrigation localisée, le découpage de la parcelle et l'organisation de l'irrigation à l'intérieur du secteur qui sont basés sur les données de base du secteur.

IV.4.1. Définition des paramètres de base de la variante :

- La culture de base :

D'après les résultats de l'ORMVAH, l'olivier est pris comme culture de base de dimensionnement du réseau en situation du projet.

- La densité de plantation :

La densité optimale recommandée par l'ORMVAH pour l'olivier dans la zone est 224 pieds/ha soit des écartements de 7*6.

- Les besoins nets :

L'irrigation localisée est utilisée principalement pour les verges et les cultures en ligne, où une partie seulement de la surface du sol est occupée par les plantes. Les valeurs des besoins en eau déterminées pour les méthodes d'irrigation traditionnelles, comprennent des pertes à partir du sol et des plantes adventices. En irrigation localisée, seule une portion du sol qui est humectée et le développement des plantes adventices est limité.

De ce fait pour le calcul des besoins en eau des cultures pour cette technique, il faut appliquer un coefficient de réduction K_r qui dépend du taux de couverture du sol par la plante, tel que :

$$B_n = E_{Tc} - P_e$$

$$E_{Tc} = E_{To} * K_c * K_r$$

B_n : besoin net

E_{Tc} : évapotranspiration de la culture

E_{To} : évapotranspiration de référence

K_c : coefficient culturel

K_r : coefficient de rationnement par stage de culture, déterminé en fonction du pourcentage du sol couvert par la culture

P_e : pluie efficace elle est prise égale à 0 durant le mois de pointe

IV.4.2. Les paramètres de l'irrigation localisée :

La dose, la fréquence, la durée d'irrigation, et la pluviométrie fictive sont les paramètres de base à définir pour que le réseau d'irrigation puisse répondre à la demande en eau des cultures notamment pendant les mois de pointe.

- La dose nette maximale d'irrigation

C'est le volume maximal d'eau à apporter à chaque arrosage, elle est fonction de la réserve utile du sol, de la profondeur racinaire et de la portion du sol réellement humectée elle s'exprime par la relation suivante :

$$D_{nmx} = R_u * E * Z * P$$

D_{nmx} : dose nette maximale d'irrigation en mm

R_u : réserve utile en mm par m de profondeur

E : degré d'extraction de l'eau du sol, il dépend des types de sol et de la plante

Z : profondeur des racines actives

P : proportion du sol réellement humectée, il dépend de la texture du sol et de l'écartement entre les rampes et entre les gouteurs

- La fréquence d'irrigation

C'est la fréquence d'irrigation durant le mois de pointe, elle est définie comme étant l'intervalle en jour qui sépare deux irrigations consécutives, elle est calculée par la relation suivante :

$$F = D_{nmx} / B_{bp}$$

F : fréquence d'irrigation durant les mois de pointe (par jour)

D_{nmx} : dose nette maximale d'irrigation (en mm)

B_{bp} : besoin brute journalier de pointe (mm/j)

- Pluviométrie fictive (Pf)

Pf est calculée par la relation suivante :

$$Pf = Dd / Sd$$

Dd : débit du distributeur

Sd : superficie dominée par le goutteur

(Sd= Ed * Er : avec, Ed écartement entre goutteurs et Er écartement entre rampes)

-La durée d'arrosage en période de pointe

C'est le temps nécessaire pour satisfaire les besoins brutes durant la période de pointe, elle est calculée par la relation suivante :

$$T = Bbp / Pf$$

T : Durée d'arrosage en (h/j)

Bbp : besoins bruts de pointe (en mm/j)

Pf : Pluviométrie fictive

☞ Conclusion :

La culture de base retenue au niveau du secteur est l'olivier avec une densité de plantations de 225 pieds par hectare, et avec une dotation en eau de surface 6800 m³/ ha distribuée avec un débit de 0,5l/ha au niveau du réseau et 1 l/s/ha au niveau de la parcelle. La dose d'irrigation retenue durant le mois de pointe est de 3mm/j pour le système d'irrigation localisée qui est caractérisé par deux rampes par ranger d'olivier, 8 goutteurs par pied, et un débit de 2l/ha par goutteur.

Pour le réseau du périmètre du N'fis, les valeurs retenues pour ces paramètres sont représentés par les tableaux suivants (Tab. 10 et 11) :

	Densité (pd/ha)	Nombre de rampes par hectare	Nombre de goutteurs par pied	Débits du goutteurs l/ha
Agrumes	400(5*5)	2	8	8
Mais fourrager	3000(0,8*0,4)	Une entre deux rangées	1	2
Maraichage d'été	Variable	Variable	1	2
Olivier	244(7*6)	2	12	8

Tab.10 : Données de base de la variante proposée pour l'irrigation localisée (ORMVAH, 2010a)

	Ru (mm)	E	Z	P	Bbj (mm/j)	Dn max (mm)	T (h/j)	Q (l/ha)	Ed (m)	Pluviométrie (mm/h)	Er (m)	Temps d'arrosage (j)
Agrumes	120	0,33	0,8	0,52	5,6	16,5	3	8	1,25	2,6	2,5	2,17
Mais fourrager	120	0,33	0,4	0,8	8,2	12,7	1,6	2	0,4	6,25	0,8	1,30
Maraichage e d'été	120	0,33	0,4	0,8	6,3	12,7	2	2	0,5	4	1	1,57
Olivier	120	0,33	0,8	0,41	3,4	13	3,8	8	1	2,29	3,5	1,49

Tab. 11 : Paramètres de l'irrigation localisée (ORMVAH, 2010a)

D'après le tableau des paramètres de l'irrigation localisée, Il en découle que :

- Une fréquence d'irrigation de 1,5 à 2 jours peut être adoptée en cas de besoin.
- Un temps d'irrigation moyen de l'ordre de 1,5 à 2 h/j peut être suffisant pour la satisfaction de la demande climatique durant le mois de pointe.

C'est pour ça le système d'irrigation localisée reste le plus économe en eau d'irrigation et le plus respectueux en cas de besoin car il est plus rationalisée, basé sur des calculs et des méthodes bien précises que celle du gravitaire.

IV.4.3. Conception d'un secteur d'irrigation :

La conception générale d'un système d'irrigation localisée est basée sur le découpage de la propriété en un nombre donné de secteurs d'irrigation, irrigués simultanément ou à chaque

secteur constitue une unité d'irrigation équipée d'une vanne en tête, d'une porte rampe et des rampes portants des distributeurs. L'ensemble des secteurs est lié par des conduites de distribution à la station ou à la prise de tête de la propriété. La taille du secteur doit être choisie d'une façon à permettre une meilleure uniformité d'application de l'eau à la parcelle.

IV.4.4. quartier d'irrigation :

Le quartier d'irrigation est la superficie qui peut être irriguée durant le mois de point à partir d'une même borne. Cette notion est introduite pour permettre aux petits agriculteurs dont la taille de la propriété ne leur permet pas de disposer d'un débit en tête de parcelle, calculé sur la base d'un débit d'équipement de 0,5 l/s/ha qui est supérieur à celle d'irrigation en tête du secteur (2,54 l/s) (ORMVAH, 2010b).

IV.4.5. Poste d'arrosage :

Le poste d'arrosage d'un quartier donné est la superficie irriguée en même temps dans ce dernier. Il correspond au secteur ou à l'ensemble des secteurs irrigués simultanément au niveau du quartier (ORMVAH, 2010b).

IV.4.6. L'organisation de l'irrigation à l'intérieur du quartier :

L'organisation de l'irrigation à l'intérieur du quartier durant le mois de point est basée sur les éléments suivants (ORMVAH, 2010b) :

- un temps global journalier d'irrigation de 18 h/j,
- un temps d'arrosage de la culture de base durant le mois de pointe de 1,5 h,
- un nombre de postes d'arrosage dans chaque bloc de 12 postes par jour (soit 18/1,5).

De ce fait, la taille moyenne du poste d'arrosage durant le mois de pointe dans un quartier dépendra de celle du quartier et de la structure des parcelles qui le constituent.

En fin l'organisation de l'irrigation à l'intérieur du quartier consistera à l'adoption d'un planning d'irrigation entre les différents postes du même quartier de telle sorte que toute la superficie occupée par la culture de base soit irriguée dans une durée totale de 18 h et un temps d'arrosage de 1,5 h/j (ORMVAH, 2010b).

IV.4.7. Dimensionnement du réseau projeté :

D'une façon générale, le dimensionnement du réseau en situation du projet sera basé sur les principaux éléments suivants (ORMVAH, 2010a) :

- Le débit en tête de chaque quartier correspondra au débit le plus élevé des postes d'arrosages qui le constituent avec une valeur minimale de 10 l/s,
- Le réseau de distribution : il y a deux types de réseau

- Réseau externe aux quartiers d'irrigation : il est constitué des bornes d'irrigation en tête de chaque quartier et des conduites secondaires assurant leur alimentation à partir des bornes d'irrigation existantes, dont leur débit étant la somme des débits des bornes dominées par chaque conduite. La simulation du réseau sera faite sur la base d'une optimisation des diamètres des conduites en tenant compte des limites des vitesses dans les conduites et les charges minimales imposées en tête de chaque quartier.

- Réseau interne aux quartiers d'irrigation : il est constitué des prises propriétés et des conduites tertiaires assurant leur alimentation à partir des bornes d'irrigation projetées en tête de chaque quartier. Les conduites de distribution à l'intérieur des quartiers d'irrigation seront dimensionnées en tenant compte du plus grand des débits des postes d'arrosage consécutifs du quartier et d'une valeur minimale de 10 l/s (ORMVAH, 2010b).



Photo. 1 : Une prise installée en tête d'une parcelle au niveau du secteur N1-2.



Photo. 2 : Une borne de l'ORMVAH desservant plusieurs parcelles (secteur N1-2)

IV.5. Les contraintes posées lors de la reconversion à l'irrigation localisée :

Le grand problème qui se pose à l'irrigation localisée est la qualité de l'eau destinée à l'irrigation, qui provoque le bouchage des installations du système.

La dotation en eau du secteur N1-2 sera accordée à partir des volumes régularisés au niveau du complexe hydraulique Hassan Ier et Sidi Driss via le canal de rocade. Cette eau présente une turbidité forte, en particulier au moment des crues. La teneur en matière en suspension excède rarement 1g/l hors de la période des crues, en périodes des crues la charge en MES est en moyenne de 4 g/l. Ceci est due principalement à la qualité des apports intermédiaires du barrage Sidi Driss d'une part, et aux divers rejets liquides et solides sur tous le trajet du canal (ORMVAH, 2010a). Les matériaux déposés dans le canal sont très fins présentent un aspect glaiseux, relativement homogène à prédominance de phyllosilicates altérés, l'analyse granulométrique par tamisage a montré que plus de 90% des dépôts sont des éléments inférieurs à 80 μ . De même la fraction argileuse dans ces dépôts représente 28,4% en moyenne et 58% au maximum avec un minimum de 5%, la vitesse de décantation est de l'ordre de 0,5 à 0,7 m/s (ORMVAH, 2010a).

Le tableau suivant présente les valeurs de turbidité qu'on peut avoir d'après l'analyse de quelques points de prise d'eau soit borne (eau de barrage), soit puits (eau souterraine). Ces valeurs peuvent présenter le taux de difficulté que peut voir les agriculteurs devant la technique goutte-à-goutte.

La date de prélèvement est 19/05/2011, la date de mesure est 20/05/2011 avec une température de laboratoire est 25°.

Echantillons	Température en degré	Conduct. (μ S/cm)	Eh (mv)	Turbidité (NTU)	pH
<i>Puits 1</i>	24°	894	207	8.3	7.20
<i>Puits 2</i>	24°	724	204	9.4	7.14
<i>Puits 3</i>	24°	894	205	8	7.17
<i>Puits 4</i>	24°	551	167	8.1	8.13
<i>Borne 1</i>	24°	627	156	13	7.28
<i>Borne 2</i>	23°	3.38	205	114	7.61
<i>OUED ELBAHJA</i>	24°	445	184	340	7.83

Tab. 12 : Mesure de la turbidité au niveau des prises d'eau du barrage et au niveau des puits

Pour les grands agriculteurs, ils ont les moyens économiques pour faire installer les équipements de filtration et aussi d'avoir nettoyé les gouteurs, par des produits chimiques qui ça cout cher comme l'ajoutation des acides, chargé avec la MES et le calcaire qui peuvent gêner ces gouteurs. Par contre, les petits agriculteurs n'ont pas ces moyens et pour faire nettoyer les gouteurs ils ont besoin de main d'ouvre qui n'a cout pas cher et qui prend beaucoup de temps.

Par ailleurs, les agriculteurs ayant introduit une irrigation localisée ont utilisés dans la plupart des cas, un bassin de décantation à la sortie de la borne, qui est indispensable pour éviter le colmatage des équipements de l'irrigation localisée.

p La filtration de l'eau d'irrigation est essentielle pour éviter d'endommager les distributeurs des systèmes de micro-irrigation par le bouchage. Le type de filtres utilisés dépend du type d'impuretés contenues dans l'eau et du degré de filtration requis pour les distributeurs. Leur dimension doit être la plus économique possible avec des pertes de charge minimales comprises entre 0,3 et 0,5 bar (ORMVAH, 2010a). Les différents types de filtres disponibles sont les suivants (Phcaides, 2008) :

- **Les filtres à gravier:**

Ces filtres, aussi nommés filtres-médias, sont des réservoirs cylindriques fermés contenant du gravier à grain de 1,5 à 3,5 mm ou un lit de sable basaltique filtrant. Lorsque la source de l'eau d'irrigation est un réservoir ouvert, le filtre est installé avant l'ouvrage de tête du système. L'eau entrant à la partie supérieure du réservoir passe à travers le lit de gravier qui retient les grandes particules de matière organique entière, principalement des algues; l'eau ressort par une conduite à la partie inférieure du réservoir. Les filtres sont équipés de vannes d'entrée, de sortie et de drainage, ainsi que d'un dispositif de purge à contre-courant.

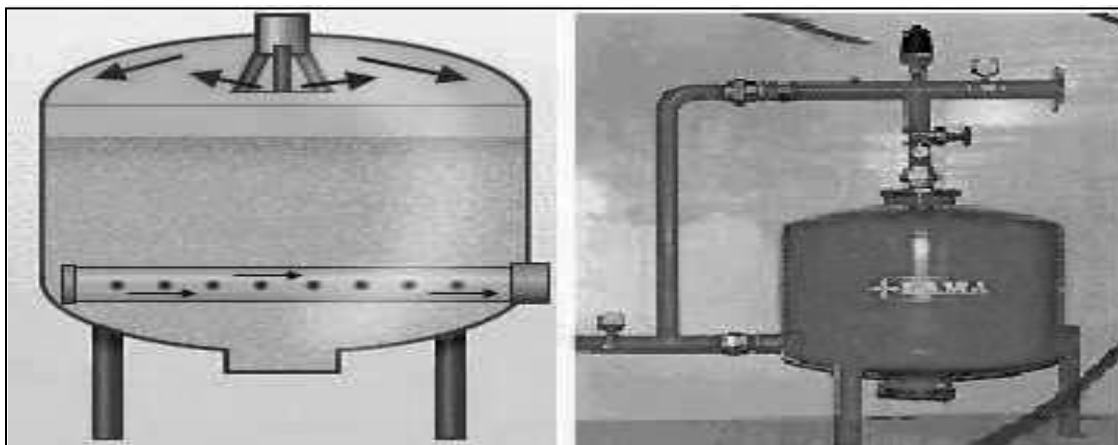


Fig. 14 : Coupe schématique et photographie d'un filtre à gravier (Phcaides, 2008)

- **Les hydrocyclones : (ou séparateur de dessablage)**

Ce sont des réservoirs coniques métalliques fermés, placés le cas échéant en tête de l'unité de contrôle. Ils éliminent le sable ou les autres petites particules solides des eaux de rivière ou de puits par une force centrifuge créée à l'intérieur du filtre.

Cette force entraîne les solides vers le bas jusqu'à une chambre de collecte aménagée à la partie inférieure du filtre, laissant sortir l'eau filtrée.

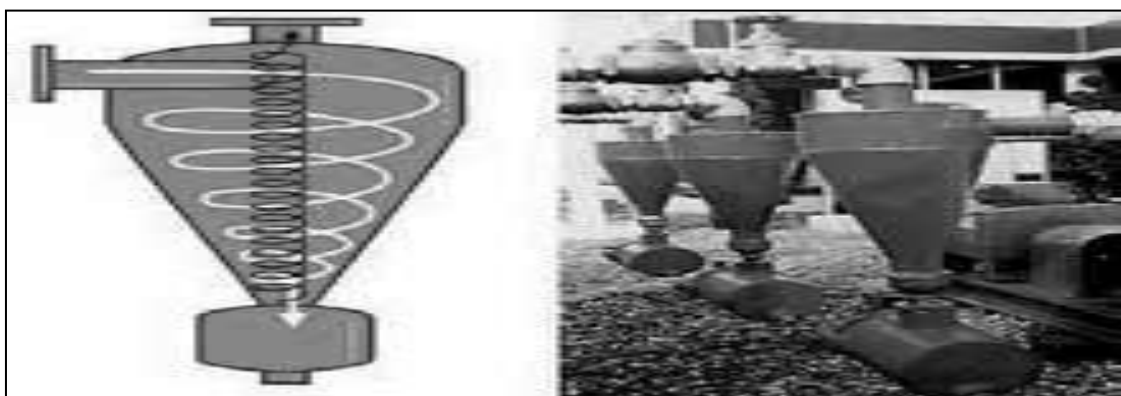


Fig. 15 : Coupe schématique et photographie d'un hydrocyclone (Phcaides, 2008)

- **Les filtres à tamis :**

Ils sont utilisés en filtration finale et servent de dispositifs de protection pour les eaux de qualité moyenne ou après une filtration primaire avec un filtre à gravier ou un séparateur de sable. Ils sont installés à l'extrémité de l'ouvrage de contrôle de tête avant la conduite principale.

Ils sont équipés d'éléments filtrants interchangeables perforés, de vannes d'entrée, de sortie et de drainage, ainsi que de manomètres d'inspection.

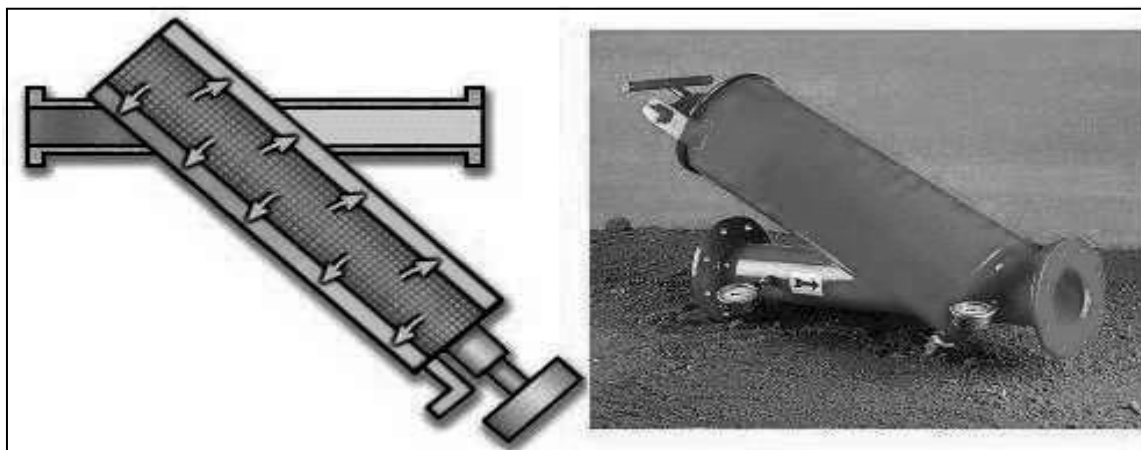


Fig. 16 : Coupe schématique et photographie d'un filtre à tamis (Phcaides, 2008)

- **Les filtres à disques :**

Ces filtres sont cylindriques, faits de plastique renforcé, placés en ligne horizontalement ou verticalement. Les éléments filtrants sont une superposition de disques à rainures en plastique, avec de multiples intersections, créant une filtration à trois dimensions très efficace. Ils sont particulièrement efficaces car ils retiennent tous les types d'impuretés d'origine organique ou inorganique. Ils sont installés à l'extrémité de l'ouvrage de contrôle de tête avant la conduite principale.



Fig. 17 : Filtre à disques (Phcaides, 2008)

V. CONCLUSION GENERALE :

Le secteur N1-2 dispose actuellement d'un réseau sous pression raccordant 90% des agriculteurs utilisant le gravitaire et 10% utilisant le localisée, ce qui entrave la bonne gestion des ressources en eau d'irrigation et engendre la dégradation du nivellement et le gaspillage de l'eau, ce qui à son tour aboutit à un mauvais drainage qui cause la salinisation et l'alcalinisation des sols. Par ailleurs l'irrigation gravitaire présente des pertes importantes des eaux d'irrigation au niveau du champ et aussi de la superficie.

Par contre l'irrigation localisée est un système d'irrigation qui est très rationalisé, nécessite des doses d'eau dans un temps bien précises, qui sont calculés sur la base des besoins nets en période de point. Donc la pratique de l'eau d'irrigation à la parcelle avec une grande précision engendre le contrôle des eaux et la limitation des pertes pour une meilleur économie et préservation des ressources en eau d'irrigation.

Dans ce cadre l'ORMVAH a fait une expérimentation de l'irrigation dans le secteur pour montrer aux agriculteurs les biens faits de cette dernière et pour les présenter les résultats favorables de la goutte à goutte au niveau de la valorisation, l'économie d'eau d'irrigation et le rendement.

Dans le cadre du programme national d'économie d'eau d'irrigation (PNEEI), l'ORMAVH a confiné au groupement APS et CID l'étude de la reconversion gravitaire à l'irrigation localisée du secteur N1-2.

Ce projet est un travail jeune n'est pas encore exécuter dans ce secteur à cause de plusieurs contraintes, tel que l'engagement des agriculteurs à cette opération et la qualité des eaux destinées à l'irrigation venues via le canal de rocade, qui présentent une forte turbidité.

La turbidité engendre un majeure contrainte pour l'irrigation localisée, qui provoque le colmatage des goutteurs, donc pour éviter se dernier les agriculteurs qui utilisent le localisée réalisent des bassins de décantation permet de décanter les MES et utilisent aussi des équipements de filtration pour rendre l'eau potable.

L'objectif de ce travail est de donner des informations relatives au fonctionnement de l'irrigation actuel y compris les avantages et les inconvénients des différents systèmes d'irrigation et leurs impacts sur les ressources en eau.

Enfin, présenter brièvement le projet futur de la reconversion qui a pour objectif d'améliorer l'utilisation de l'eau à la parcelle.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- ALEXANDE O., T. C., (2002) – L’extension de l’espace hydraulique du Haouz centrale, incompatibilité entre grande hydraulique et développement des territoires de montagne, 14p..
- 2- AZOUGGAGH M., (2001) - Transfert de technologie en agriculture bulletin mensuel d’information et de liaison du PNTTA.MADREEF /DERD N 81, juin 2008.
- 3- KHARROU M. H., (2007) – Gestion rationnelle de l’eau d’irrigation dans le Haouz, journée de présentation des résultats du projet SUDMED.
- 4- GHAYOUR M., (2008) – Economie de l’eau d’irrigation dans la zone d’action de l’ORMVAH du Haouz, 28p..
- 5- JICA, MATEE, (2007) - Etude du plan de gestion intégrée des ressources en eau dans la plaine du Haouz royaume du Maroc. Rapport intermédiaire, 138p..
- 6- ORMVAH, (1995) – Etude d’amélioration de l’exploitation des systèmes d’irrigation. Rapport typologique, 17p..
- 7- ORMVAH, (2010a) - Projet de modernisation de l’agriculture irriguée dans le bassin de l’Oum Er Rbia : établissement des études des projets d’exécution pour la reconversion des systèmes d’irrigation existants dans les périmètres du Haouz. Sous N 1-2, Oulad Gaïd et Rive DROITE S 1-3. Rapport CID, 26p..
- 8- ORMVAH, (2010b) - Projet de modernisation de l’agriculture irriguée dans le bassin de l’Oum Er Rbia : établissement des études des projets d’exécution pour la reconversion des systèmes d’irrigation existants dans les périmètres du Haouz. Sous N 1-2, Oulad Gaïd et Rive DROITE S 1-3, Note explicative. Rapport CID, 26p..
- 9- ORMVAH, (2008) - Etude de faisabilité de la reconversion à l’irrigation localisée dans les périmètres irrigués du Haouz : sélection des secteurs favorables diagnostic technique et socio-économique. Rapport CAADI, groupe ONA, 126p..
- 10- PNTTA, MADREF/DERD, (2001) – Transfert de technologie en agriculture : Matériel d’irrigation, choix, utilisation et entretien, 6p..
- 11- UNESCO, (1995) – Water resources in the oss contries ; evaluation, use and management. International hydrological programme, 80p..

12- YANOOGO A., (2006) - L'irrigation dans le périmètre du N'Fis : Difficile adaptation des petits fellahs aux nouvelles conditions d'irrigation. Actes du colloque "Pauvreté Hydraulique et Crises Sociales", 12-15 décembre 2005, pp 259-272.

Sites web consults

Http : // www.canne.progres.com/irrigation/irrigation-03.pdf

Http : // www.reseandev.net/IMG/pdf/le-système-Goutte-a-Goutte.pdf

ANNEXES



Photo. 3 : Une vanne utilisée pour l'irrigation gravitaire alimentant directement les mesrefs.



Photo. 4 : Un bassin de décantation où se mélange les eaux aductées par les bornes de l'ORMVAH dans le domaine Bahja secteur N1-4 .



Photo. 5 : Système de pompage installé au niveau d'un bassin de décantation (domaine Bahja, secteur N1-4).



Photo. 6 : Filtre à disque installée en avant du système de pompage (domaine Bahja, secteur N1-4)



Photo. 7 : Système de filtration (en noir) équipé d'un mélange (en rouge) connecté à un réservoir d'engrais (en bleu) (secteur N1-2).

Liste des tableaux :

- Tab. 1 :** Découpage des Sous secteurs du N°Fis par superficie équipée en ha (ORMVAH, 2008)
- Tab. 2 :** Origine d'alimentation par secteur
- Tab. 3 :** Les apports annuels du barrage d'alimentation (ORMVAH, 2008)
- Tab. 4 :** Fournitures en eau du N°Fis au cours des 10 dernières années (ORMVAH, 2008).
- Tab. 5 :** Dotation en eau d'irrigation prélevée à partir des conduites P3 et P4. (ORMVAH)
- Tab. 6 :** Superficies équipées en irrigation localisée (ORMVAH, 2008)
- Tab. 7 :** Superficie équipée en irrigation localisée (ORMVAH, 2008)
- Tab. 8 :** Economie d'eau et l'amélioration du rendement par l'irrigation localisée (Ghayour, 2008)
- Tab. 9 :** L'amélioration de la marge brute et valorisation de l'eau (Ghayour, 2008)
- Tab. 10 :** Données de base (ORMVAH, 2010a)
- Tab. 11 :** Paramètres de l'irrigation localisée (ORMVAH, 2010a)
- Tab. 12 :** Mesure de la turbidité au niveau des prises d'eau du barrage et au niveau des puits

Liste des figures :

Fig. 1 : Situation géographique de Tensift Haouz (JICA, al, 2007)

Fig. 2 : La répartition spatiale des aménagements hydrauliques du Haouz (Alexander, al, 2002)

Fig. 3 : Les périmètres irrigués du Haouz (YANOOGO, 2006)

Fig. 4 : Occupation du sol dans le bassin du N°Fis rive droite secteur N1-2 en %

Fig. 5 : schéma représentant les équipements et les aménagements hydrauliques alimentant le secteur N1-2 (ORMVAH, 1995)

Fig. 6 : Schéma simplifié des aménagements hydrauliques du secteur N1-2

Fig. 7 : histogramme des dotations annuelles prélevées à partir des conduites P3 et P4 au cours des six dernières années

Fig. 8 : Schéma des équipements des systèmes d'irrigation dans le secteur N1-2 (ORMVAH, 1995)

Fig. 9 : Différentes méthodes d'irrigation pratiquées (Azouggagh, 2001).

Fig. 10 : Schéma montrant la perte de l'eau par filtration dans l'irrigation gravitaire

Fig. 11a : Schéma d'un asperseur

Fig. 11b : schéma du système d'irrigation aspersion appelé « couverture intégrale » utilisé dans au niveau du N°fis

Fig. 12 : Schéma d'une installation de goutte à goutte

Fig. 13 : Schéma montrant les équipements et l'uniformité de l'irrigation goutte à goutte dans le champ

Fig. 14 : Coupe schématique et photographie d'un filtre à gravier (Phcaides, 2008)

Fig. 15 : Coupe schématique et photographie d'un hydrocyclone (Phcaides, 2008)

Fig. 16 : Coupe schématique et photographie d'un filtre à tamis (Phcaides, 2008)

Fig. 17 : Filtre à disques (Phcaides, 2008)

Liste des acronymes :

AUEA : Association d'Usagers d'Eau Agricole

Bbi : Besoins bruts pour le mois i

Bbp : Besoins bruts de pointe

Bn : Besoin net

Dd : Débit du distributeur

Dfc : Débit fictif continu

Dnm_x : Dose nette maximale d'irrigation

E : degré d'extraction de l'eau du sol

Ed : Ecartement entre goutteurs

Er : Ecartement entre rampes

ET_c : Evapotranspiration de la culture

ET_o : Evapotranspiration de référence

F : Fréquence d'irrigation

K_c : coefficient culturel

K_r : coefficient de rationnement

m.c.e : mètre cube d'eau

N_i : Nombre des jours du mois i

ORMVAH : Office Régional de Mise en Valeur Agricole

P : Proportion du sol réellement humectée

P_e : Pluie efficace

P_f : Pluviométrie fictive

PNEEI : Programme National d'Economie d'Eau d'Irrigation

PVC : Polychlorure de Vinyle

T : Durée d'arrosage

SAU : Superficie Agricole Utile

S_d : Superficie dominée par le goutteur

R_u : Réserve utile

Z : profondeur des racines actives