



HAL
open science

Modernisation des périmètres irrigués au Maroc : une solution aux effets contrastés pour les agriculteurs et la ressource en eau. Le cas d'un périmètre du N'Fis - Haouz

Marielle Montginoul, François Molle

► To cite this version:

Marielle Montginoul, François Molle. Modernisation des périmètres irrigués au Maroc : une solution aux effets contrastés pour les agriculteurs et la ressource en eau. Le cas d'un périmètre du N'Fis - Haouz. [Rapport de recherche] Irstea; IRD - Institut de recherche pour le développement; UMR G-Eau. 2019, pp.47. hal-02963118

HAL Id: hal-02963118

<https://hal.science/hal-02963118>

Submitted on 9 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



MODERNISATION DES PERIMETRES IRRIGUES AU MAROC : UNE SOLUTION AUX EFFETS CONTRASTES POUR LES AGRICULTEURS ET LA RESSOURCE EN EAU

Travail réalisé dans le cadre du projet CHAAMS (ERANET-MED 03-
62 CHAAMS)

Le cas d'un périmètre du N'Fis - Haouz

Décembre 2019

Contributeurs

IRD : François Molle

Irstea : Marielle Montginoul

Etudiants de l'IAV Hassan II : Said El Fatouaki et Jihane Touhmani

Contacts : francois.molle@ird.fr ; marielle.montginoul@inrae.fr

Sommaire

Table des figures.....	5
Table des tableaux.....	6
Liste des abréviations.....	7
Introduction.....	8
Chapitre 1 – Méthodologie et cas d'étude.....	9
1. Présentation de la zone d'étude	9
a. La modernisation : pour une meilleure productivité de l'eau	9
b. Le périmètre collectif du NIFS (plaine du Haouz) comme cas d'étude	10
2. Méthodologie d'enquête	12
Chapitre 2 – Une enquête confirmant l'impact contrasté de la modernisation sur l'eau et les agriculteurs.....	16
1. Un déploiement du goutte-à-goutte parsemé d'embuches	16
a. Une sélection raisonnée des secteurs pour une reconversion réussie.....	16
b. Le foncier, comme principal problème freinant la modernisation collective	17
c. La proximité des parcelles au milieu urbain réduisant l'intérêt de la reconversion pour certains propriétaires	17
d. Des obstacles techniques	17
2. Des adaptations locales pour son adoption.....	18
a. Une modification de la taille des goutteurs par les agriculteurs	19
b. Le changement ou la modification des rampes	20
c. Une irrigation en gravitaire à partir du réseau de goutte-à-goutte.....	21
d. Une fertigation parfois refusée	22
3. Une intensification et une extensification des surfaces irriguées augurant une augmentation de la production agricole.....	23
a. Un changement des cultures pour une meilleure adéquation avec les nouvelles contraintes	23
b. Intensification des cultures	24
c. Extensification des surfaces irriguées	24
4. Une ressource en eau souterraine permettant au programme d'atteindre les objectifs à son détriment.....	25
a. Un accès à l'eau souterraine intégré dans l'aménagement	26
b. Une reconversion qui peut conduire à une exploitation plus intense des nappes.....	27
5. Des gaspillages de ressources et des pollutions actuelles ou à venir	29
a. Un besoin en eau des cultures inégalement assuré.....	29
b. Une ressource en eau souterraine toujours menacée.....	31

c. Des investissements parfois inutilisés	31
d. Le devenir des matériaux inutilisés ou usagés	32
Conclusion – Quels enseignements ?	33
Bibliographie	35
ANNEXE A : Présentation détaillée du périmètre du Nfis	36
1. Localisation.....	36
2. Climat	37
3. Ressources en eau et infrastructures.....	38
Ressources en eau de surface et leur mobilisation.....	38
Ressources en eau souterraines et leur mobilisation	39
La question de la gestion conjointe eau de surface/eau souterraine.....	42
4. Les exploitations agricoles.....	42
Des statuts juridiques contraignants.....	42
Des exploitations de petite taille.....	42
Un assolement dominé par l’arboriculture irriguée.....	43
ANNEXE B : Equipements externes et internes.....	44

Résumé

Le goutte-à-goutte est une technique d'irrigation qui permet d'apporter de l'eau au plus près des besoins de la plante, évitant ainsi des pertes inutiles d'eau. C'est pourquoi, dans les périmètres irrigués traditionnellement en gravitaire et lorsque la ressource est limitée, les autorités publiques demandent aux agriculteurs de passer à une irrigation localisée, solution supposée permettre une meilleure valorisation économique de l'eau. Le Maroc s'est fixé des objectifs ambitieux de 'modernisation', c'est-à-dire de passage au goutte-à-goutte, à la fois pour les usagers individuels et certains périmètres publics.

Nous présentons ici les principaux enseignements issus d'une enquête réalisée en 2019 sur un secteur du Nfis (1-2, plaine du Haouz) au Maroc : un des secteurs pilotes au niveau national pour la modernisation des périmètres publics desservant à partir de la captation d'eau de surface certains territoires. Cette enquête cherchait à décrire et analyser la mise en œuvre de la phase II du projet de reconversion (aménagement internes) et d'évaluer l'impact de cet investissement au regard des objectifs qu'il poursuivait.

Elle a comporté trois étapes : des entretiens semi-directifs exploratoires auprès d'acteurs institutionnels (ORMVAH, CMV), des enquêtes auprès des 28 agriculteurs et des mesures sur les parcelles irriguées.

Elle confirme l'impact contrasté de la modernisation sur l'eau et les agriculteurs et les multiples difficultés rencontrées dans le déploiement du goutte-à-goutte ; des adaptations locales ont été observées permettant au système de fonctionner mais pouvant, à l'échelle collective, avoir des effets pervers. Cette modernisation a conduit à un changement d'assolement, à une intensification et même parfois à une extensification des surfaces irriguées. Toutefois cette transformation est étroitement dépendante d'un accès aux eaux souterraines qui restent très sollicitées. Enfin certains gaspillages de ressource ont pu ou risquent d'être constatés : les infrastructures mises en place sont parfois inutilisées et certains matériaux sont ou risquent d'être délaissés, constituant autant de sources de pollution.

Ainsi cette étude met en lumière la difficulté de procéder à un changement, dès lors qu'une organisation ayant atteint un certain équilibre préexiste, du fait notamment des statuts fonciers et de l'assolement initial. Toutes les parties prenantes sont concernées, à plus ou moins long terme, et en particulier les agriculteurs qui cultivent les parcelles, les gestionnaires des réseaux collectifs, les filières notamment en aval de l'agriculture, mais aussi la ressource en eau en particulier d'origine souterraine et plus généralement l'environnement.

Mots clés : modernisation des périmètres irrigués, Maroc, enquête, gestion des eaux souterraines

Table des figures

Figure 1. Canal d'amenée de l'eau en gravitaire (gauche) et modernisation du réseau d'amenée (droite) avec la création d'un système de canalisations sous pression enterrées. Périmètre du Tensift. Maroc.	8
Figure 2. Périmètres concernés par le projet de modernisation dans l'ORMVA du Haouz	11
Figure 3. Plan du secteur pilote N 1-2 (Nfis – Haouz central – ORMVAH)	11
Figure 4. Affiche rappelant l'inauguration du secteur du Nfis.	12
Figure 5. Plan situation des exploitations enquêtées (catégorie 1 en noir, 2 en bleu, 3 en gris)	14
Figure 6. Localisation géographique des 14 exploitations qui ont fait objet des mesures	15
Figure 7. Coexistence d'anciennes prises en gravitaire avec les nouvelles sous pression	18
Figure 8. Goutteur de débit 60 l/h installé sur une rampe avec goutteurs intégrés et rampe	20
Figure 9. Rampe réparée (gauche) et parties coupées (rouge) d'une rampe réparée à plusieurs reprises (droite)	20
Figure 10. Irrigation en gravitaire par ouverture des vannes	21
Figure 11. Purge ouverte pour l'irrigation en gravitaire (photo prise le 23/04/2019)	21
Figure 12. Borne et conduite utilisées pour l'irrigation en gravitaire et remise en service (à gauche) et dispositif utilisé pour brancher les nouvelles installations sur la borne (à droite) (photo prise le 16/04/2019)	22
Figure 13. Apport des engrais à la main (photo prise le 25/04/2019)	22
Figure 14. Arrachage des cultures pérennes antérieures remplacées par des oliviers (gauche) ou des abricotiers (droite) avec cultures en intercalaires	23
Figure 15. Remplacement d'un abricotier par un olivier plus jeune (photo prise le 23/04/2019)	23
Figure 16. Cultures en intercalaire, maraichage (en haut), fourrage (en bas à gauche et plantation d'oliviers entre des lignes d'abricotiers (en bas à droite)	24
Figure 17. Conversion de parcelles cultivées en pluvial à l'irrigation	25
Figure 18. Exploitation avec puits non opérationnel et irrigant avec l'eau de l'Office seule (photo prise le 25/04/2019)	25
Figure 19. Interconnexion du forage avec le réseau collectif, avec des vannes permettant de choisir la ressource distribuée sur la parcelle	26
Figure 20. Puits équipé d'une pompe et d'un moteur alimenté par le gaz butane (photos prises le 18/04/2019)	27
Figure 21. Réservoir de stockage chez l'agriculteur, recevant les différentes eaux (Office et eau souterraine), mise ensuite dans le réseau en goutte-à-goutte	27
Figure 22. Des eaux parfois trop chargées, conduisant à des problèmes de filtration et incitant les agriculteurs à se tourner vers des ressources filtrées naturellement (eaux souterraines)	28
Figure 23. Creusement d'un forage sur une parcelle non cultivée du périmètre de l'aménagement	29
Figure 24. Investissement dans des panneaux solaires pour satisfaire les besoins d'énergie (notamment liés au pompage de l'eau souterraine) avec le gaz comme ressource d'appoint	31
Figure 25. Une modernisation inutilisée du fait de parcelles inexploitées (haut) ou dont l'exploitation a été abandonnée, l'eau de l'Office ne permettant pas seule de satisfaire la demande	32

Table des tableaux

Tableau 1. Principales caractéristiques des 28 exploitations enquêtées	15
Tableau 2. Problèmes indiqués par les 26 agriculteurs interrogés et équipés du goutte-à-goutte	18
Tableau 3. Estimation de l'uniformité de l'irrigation et du taux de satisfaction du besoin en eau sur 14 parcelles de 14 des exploitations enquêtées	30
Tableau 4. Les sous-secteurs de NFIS rive droite	37
Tableau 5. Apports moyens annuels dans le bassin versant	39
Tableau 6. Dotation annuelle à l'hectare dans le secteur N1-2 du NFIS de 1998 à 2007	39
Tableau 7. Typologie des exploitations par secteur	43
Tableau 8. Occupation du sol dans la zone d'étude (Données du CMV OUDAYA, 2007)	43

Liste des abréviations

- ABH** : Agence de Bassin Hydraulique
- AEP** : Alimentation en Eau Potable
- AMI** : Appel à Manifestation d'Intérêts
- AUEA** : Associations des Usagers de l'Eau Agricole
- BV** : Bassin Versant
- CEMAGREF** : Centre d'Etude du Machinisme Agricole et du Génie Rural des Eaux et Forêts
- CMV** : Centre de Mise en Valeur
- CPS** : Cadre de Partenariat Stratégique
- CU** : Coefficient d'Uniformité
- ET₀** : Évapotranspiration de référence
- ET_R** : Évapotranspiration de Référence
- FAO** : Food and Agriculture Organization
- FDA** : Fonds de Développement Agricole
- FPI** : Financement de Projets d'Investissement
- GDE** : Gestion de la Demande en Eau
- GH** : Grande Hydraulique
- Ha** : Hectare
- ONEP** : Office National de l'Eau Potable
- ORMVAH** : Office Régional de Mise en Valeur Agricole
- PMH** : Petite et Moyenne Hydraulique
- PMV** : Plan Maroc Vert
- PNEEI** : Plan National d'Économie d'Eau en Irrigation
- PVC** : Polychlorure de Vinyle
- SAU** : Surface Agricole Utile
- SNE** : Stratégie Nationale de l'Eau

Introduction

Le goutte-à-goutte est une technique d'irrigation qui permet de n'apporter que l'eau dont la plante a besoin, évitant ainsi des pertes inutiles d'eau. C'est pourquoi, dans les périmètres irrigués anciens, dans lesquels d'autres pratiques étaient en place comme l'irrigation gravitaire, et dans des régions où les ressources en eau sont (ou seront) limitées par rapport aux besoins potentiels, les autorités publiques (bailleurs internationaux, organismes nationaux ou locaux en charge de la bonne répartition de l'eau) cherchent à inciter les agriculteurs à passer à une irrigation localisée. Cette solution est supposée ainsi permettre une meilleure valorisation économique de l'eau.

Dans ce rapport, nous nous intéressons ainsi aux conséquences du passage à l'irrigation localisée au niveau des agriculteurs. Nous n'aborderons pas un deuxième niveau souvent lié dans les projets : celui de la modernisation du réseau d'amenée de l'eau, depuis la source jusqu'à la parcelle irriguée. Ces deux niveaux peuvent en effet fonctionner indépendamment : il est ainsi possible de distribuer de l'eau par gravité à un agriculteur jusqu'à la parcelle et que celui-ci la mette sous pression pour la distribuer à ses plantes. Notons toutefois qu'une distribution sous-pression permet de « faciliter la reconversion aux techniques d'irrigation économes en eau (réseaux basse pression, densification de réseaux sous pression, aménagement de bassins, etc.) » (Arrifi, 2009).

La modernisation du réseau d'amenée de l'eau, consistant à passer de canaux gravitaires à des canalisations sous pression (Figure 1), permet de réduire les pertes en eau et aussi de mieux sécuriser les quantités d'eau réellement disponibles. A titre d'illustration, sur le secteur du Nfis (plaine du Haouz – Maroc), la dotation moyenne par hectare irrigué à l'aide d'un réseau collectif s'élève à 3 000 m³ en entre 1998 et 2007 (source : ORMVAH – avant-projet sommaire phase 2), avec un écart type de 1 200 m³. Si ceci est le résultat aussi des conditions climatiques de l'année, il est espéré que cette dotation puisse être plus importante après « modernisation » et éventuellement moins variable.



Figure 1. Canal d'amenée de l'eau en gravitaire (gauche) et modernisation du réseau d'amenée (droite) avec la création d'un système de canalisations sous pression enterrées. Périmètre du Tensift. Maroc.

Nous n'évaluerons pas ici l'intérêt économique de cette modernisation, qui consisterait à comparer les avantages induits (économie d'eau dans le transport permettant de disposer de plus d'eau sur les

parcelles irriguées, etc.) aux coûts supportés (coûts d'investissement, d'entretien et de fonctionnement, coûts indirects dus à la disparition de services rendus par ces canaux gravitaires¹).

Le présent rapport s'organise en deux chapitres. Dans le premier, la méthodologie adoptée et le cas d'étude seront exposés ; le second présentera les observations qui ont pu en être tirées.

Chapitre 1 – Méthodologie et cas d'étude

Ce chapitre débute par une présentation de la zone d'étude, en abordant d'abord le contexte de modernisation impulsé par les autorités publiques marocaines en vue d'accroître la productivité de l'eau. Il se poursuit par la présentation de la méthodologie utilisée qui suit le schéma d'analyse proposé dans le cadre du projet CHAAMS en vue de permettre une comparaison des différents cas d'étude entre eux : faire un bilan des connaissances, procéder à des entretiens semi-directifs et enfin conduire des enquêtes sur les cas choisis.

1. Présentation de la zone d'étude

a. La modernisation : pour une meilleure productivité de l'eau

Ce rapport est consacré au cas du Maroc, pays dans lequel un plan de développement de l'agriculture a été instauré en 2008 pour améliorer la productivité agricole et lutter contre la pauvreté dans les zones rurales : le Plan Maroc Vert (PMV)². Il intègre le Programme National d'Economie de l'Eau en Irrigation (PNEEI) initié en 2007 pour une durée de 15 ans, l'utilisation optimale de l'eau étant recherchée pour valoriser au mieux chaque mètre cube d'eau disponible par une réduction des « pertes » en eau tout en augmentant le revenu agricole, les rendements des cultures, en créant des emplois, en protégeant les ressources en eau et l'environnement, en maximisant la production agricole et en diminuant la demande énergétique du secteur irrigué. L'objectif est ainsi de doubler à terme la valeur ajoutée par mètre cube d'eau (Belghiti, 2008).

Pour cela, le PNEEI prévoit « moderniser » l'irrigation de 550 000 ha. Il suppose en effet que l'irrigation traditionnellement réalisée en gravitaire (qui représenterait 78 % des surfaces irriguées en 2007) conduit à d'importantes pertes en eau et est donc peu efficiente, se référant en cela aux travaux scientifiques : par exemple, selon les travaux de Mailhol et al. (2004), seule 40 % de l'eau serait réellement utilisée par la plante. Ce programme prévoit un fort développement de l'irrigation localisée pour que cette dernière 48 % de surfaces en irrigation localisée contre 12 % actuellement (Belghiti, 2008).

Pour atteindre ces objectifs, ce programme distingue deux types de projets qui feront l'objet de subventions par l'Etat (El Fatouaki et Touhamani, 2019) :

- Les projets individuels portés directement par les agriculteurs (concernant 330 000 ha). Les premières expériences de projets individuels datent des années 1990 et concernent surtout les grands agriculteurs ; dès 2008, les subventions (pouvant atteindre entre 80 % et 100 % dans le

¹ Il serait intéressant d'évaluer à ce titre toutes les externalités positives et négatives des canaux, en suivant par exemple la méthodologie proposée par Renault et Montginoul (2003) pour l'analyse de périmètres irrigués rizicoles sri-lankais.

² « Le projet, vise à faire de l'agriculture l'un des premiers secteurs du développement productif, à la moderniser, à promouvoir les investissements agricoles, à assurer la sécurité alimentaire, à stimuler les exportations de produits agricoles et à valoriser les produits locaux » <http://www.maroc.ma/fr/content/plan-maroc-vert> (page consulté le 23 septembre 2019).

cas des exploitations d'une superficie inférieure à 5 ha - Hammani et al., 2011 (cités par El Fatouaki et Touhamani (2019)) provoquent leur essor.

- Les projets de reconversion collective (220 000 ha réalisés à l'initiative du Ministère de l'Agriculture, dont 18 700 ha destinés à la PMH -Petite et Moyenne Hydraulique- (MAPM, 2007)). Les premiers projets concernent près de 127 200 ha couvrant sept ORMVA (Office Régional de Mise en Valeur Agricole) et débutent en 2010 (Plan Maroc Vert, rapport d'étape 2008-2011).

Les projets de reconversion collective se comportent deux étapes (pour plus de détails, cf. Boularbah et al. (2017) et l'annexe B pour quelques visuels) :

1. *Travaux d'aménagement externe* (avec un financement assuré par la Banque Mondiale) consistant en la réalisation de bassins de décantation (permettant de récupérer une eau clarifiée), de stockage (dits « d'accumulation ») puis de stations de filtration. Ils sont complétés par la mise en place de bornes d'irrigation sous pression dotées de compteurs et de prises d'eau pour chaque parcelle irriguée.
2. *Travaux d'aménagement interne* (subventionnés par l'Etat), donc à l'intérieur des parcelles irriguées. L'équipement est opéré par les associations d'usagers d'eau agricole (AUEA) avec l'appui de l'ORMVA. Chaque propriété du bloc d'irrigation se voit ainsi dotée d'un local-abri en dur au niveau de la prise d'eau, d'un injecteur d'engrais, d'un système de filtration à disque, d'un compteur, d'un système de régulation de la pression, d'accessoires de raccordement ainsi que des gaines et goutteurs pour permettre l'irrigation localisée, le tout selon les normes définies au niveau de l'AUEA, et réalisé par des sociétés agréées.

Ce rapport portera exclusivement sur cette seconde étape.

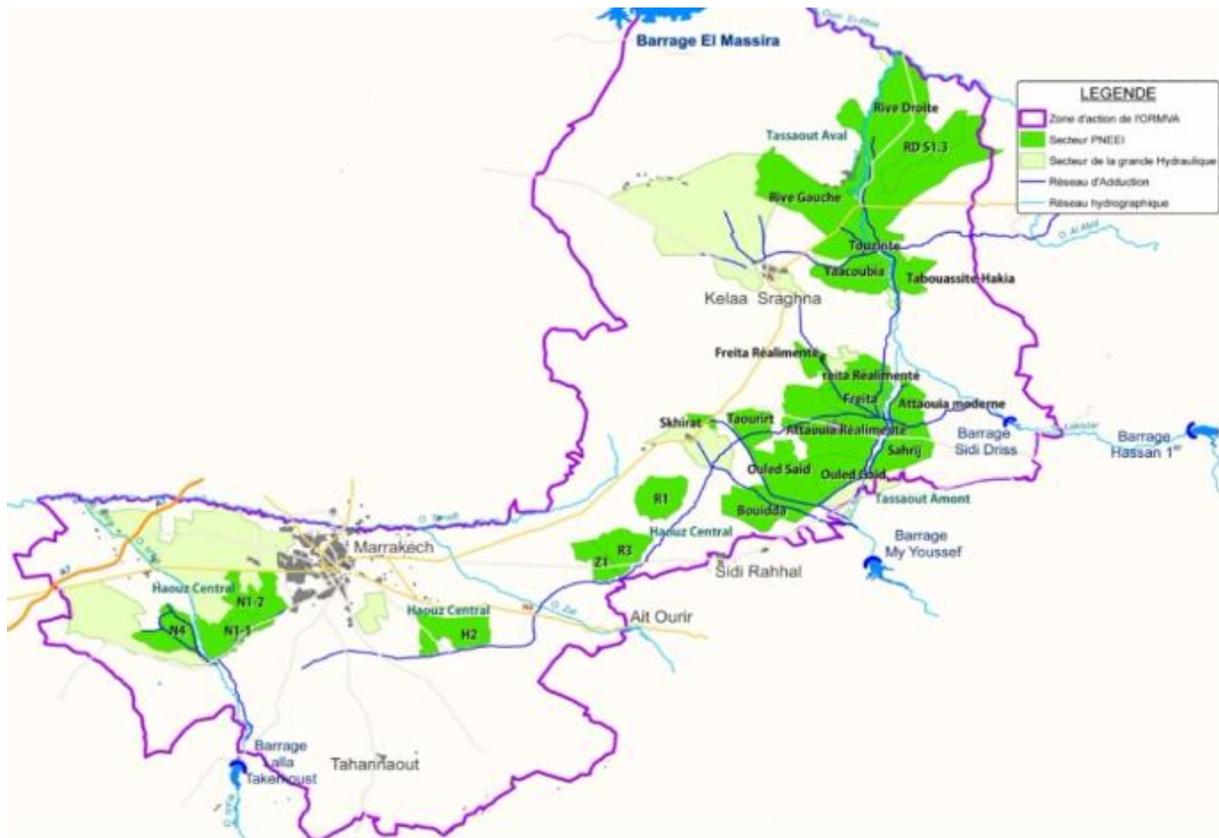
Le choix des projets de reconversion collective se fait à partir de plusieurs critères (El Fatouaki et Touhamani, 2019) :

- la rapidité du rythme des conversions à l'irrigation localisée,
- la rationalisation du stockage d'eau en évitant de multiplier les petits bassins individuels (et donc éviter la perte de terrains due aux bassins),
- l'inclusion d'une majorité des agriculteurs en grande hydraulique.

b. Le périmètre collectif du NIFS (plaine du Haouz) comme cas d'étude

Cette étude est conduite dans la zone d'action de l'Office de Mise En Valeur Agricole du Haouz (ORMVAH). Sur ce territoire, l'objectif de reconversion à l'irrigation localisée concerne 80 600 ha, dont 57 100 ha dans le cadre de conversions collectives. Cette étude concerne plus spécifiquement le secteur pilote N1-2 faisant partie périmètre collectif du NFIS rive droite de la zone d'action de l'ORMVAH, irrigué à partir des eaux de l'Oum Er Rbia provenant du canal de Rocade (Figure 2 et Figure 3) (El Fatouaki et Touhamani, 2019).

Les équipements du secteur du NFIS ont été dimensionnés pour une dotation annuelle de 6 800 m³/ha, avec un débit fictif continu de 0,5 l/s/ha, soit une disponibilité permanente de l'eau sur une durée de 157 jours, soit environ 5 mois par an. La culture de référence utilisée pour l'aménagement existant était l'olivier. Mais, compte tenu de la dégradation de la ressource et de l'augmentation de la demande, le secteur a une dotation en eau annuelle réduite, en moyenne 3 000 m³/ha.



Source : site de l'ORMVAH consultée le 25/09/2019 <http://ormvah.com/maroc-vert/actions-transverses/pnei/>
 Figure 2. Périmètres concernés par le projet de modernisation dans l'ORMVA du Haouz



Figure 3. Plan du secteur pilote N 1-2 (Nfis – Haouz central – ORMVAH)

Les travaux d'aménagement externe ont été achevés en l'an 2015, permettant dès lors le démarrage des travaux d'aménagement interne. Choisi comme l'un des trois secteurs pilotes au niveau national (les deux autres sont sur le Tadla) pour en tirer les enseignements en vue d'une généralisation, c'est le premier secteur inauguré dans le cadre de ce programme (Figure 4).



Figure 4. Affiche rappelant l'inauguration du secteur du Nfis.

La superficie concernée par les aménagements internes s'étend sur 4 124 hectares, dont 3 522 sont cultivés en 2007 date de l'enquête de CMV Oudaya (Tableau 8), principalement en monoculture. L'arboriculture domine, représentant 61% de la superficie totale, avec une prépondérance de l'olivier (42%). Les céréales et les cultures fourragères concernent 21% des surfaces (24% si l'on ajoute les parcelles où elles sont cultivées en association avec de l'arboriculture) et le maraichage 3%. L'apport d'eau est fait en gravitaire pour 80% des cas, et pour le reste par une irrigation localisée.

Le secteur comporte essentiellement de très petites exploitations (27% font moins de 2 hectares) (Tableau 7), les exploitation de plus de 10 hectares ne représentant que 15% du total (mais 56% de la superficie). C'est un secteur non remembré et où les statuts juridiques dominants (le Guich – terres concédées par l'Etat et le Domaine de l'Etat – terres de colonisation récupérées par l'Etat) sont contraignants pour l'accès au crédit des agriculteurs souhaitant procéder à des aménagements de leurs parcelles.

2. Méthodologie d'enquête

L'enquête conduite dans le cadre de cette étude cherchait à décrire et analyser la mise en œuvre de la phase II du projet de reconversion (aménagements internes) et d'évaluer l'impact de cet investissement au regard des objectifs qu'il poursuivait.

Elle a comporté trois étapes : des entretiens semi-directifs exploratoires, des enquêtes auprès des agriculteurs et des mesures sur les parcelles irriguées.

Des **entretiens semi-directifs** ont été tout d'abord conduits pour bien comprendre le contexte local dans lequel s'inscrit le projet de reconversion, d'en connaître son déroulé local, de choisir le secteur à étudier et d'identifier les associations d'usagers et le type d'agriculteurs qui seront enquêtés.

Ces entretiens ont été réalisés avec des personnes de l'ORMVA du Haouz puis des deux CMV (centres de mise en valeur) concernés par la zone d'étude : celui de Saada (CMV 432) et celui de Loudaya (CMV 434).

Plus précisément les entretiens avec des personnes de l'ORMVAH se sont déroulés sous forme de discussions avec les responsables du service d'aménagement, de gestion du réseau d'irrigation et de drainage. Ils avaient pour objectifs la collecte d'informations sur le secteur pilote, le mode de gestion du réseau d'irrigation dans la zone d'action de l'ORMVAH, ainsi que des éclaircissements sur la dynamique du projet de la reconversion en irrigation localisée au niveau de ce secteur tels que :

- Les critères du choix du site de projet ;
- Le cadre du projet ;
- Les phases d'études et de travaux du projet ;
- L'état d'avancement du projet ;
- Le coût global et les partenaires du projet.

Ces entretiens réalisés à l'intérieur des locaux de l'ORMVAH ont également permis d'assister à certains échanges avec des agriculteurs venus poser des questions sur l'état d'avancement de leur dossier de reconversion individuelle ou faire des réclamations. Un responsable de l'ORMVAH chargé du suivi du dossier administratif et des travaux des entreprises a également accompagné les deux étudiants chargés de réaliser les enquêtes auprès des agriculteurs pour rencontrer les deux CMV concernés et faire des visites de repérage, en découvrant la zone et les installations externes. Les étudiants ont également eu l'opportunité d'accompagner le responsable de l'office sur le terrain. Ils ont pu ainsi observer des échanges avec un président d'une AUEA qui discutait de dossiers d'agriculteurs n'ayant toujours pas fourni les documents nécessaires à la constitution de leur dossier administratif, rencontrer l'agriculteur gérant la première exploitation ayant bénéficié de l'aménagement interne (et inaugurée par le roi) et assister aux échanges avec les CMV.

Au niveau des CMV, différentes personnes ont été interrogées, allant des directeurs aux techniciens, lors d'entretiens ou de rencontres réalisées tout au long des visites sur le terrain. Les questions abordaient en particulier deux points (El Fatouaki et Touhamani, 2019) :

- Le niveau d'engagement des agriculteurs dans le projet ;
- Les contraintes rencontrées lors de la phase d'accompagnement des agriculteurs.

Des personnes des CMV ont également accompagné les deux étudiants pour des visites de repérage.

L'enquête auprès des agriculteurs a ensuite été conduite. Elle a essentiellement porté sur les pratiques d'irrigation adoptées après reconversion et leurs attentes quant au projet. Plus précisément, elle abordait les aspects suivants (El Fatouaki et Touhamani, 2019):

- L'identification de l'exploitation (SAU, statut foncier, mode de faire valoir) ;
- Les caractéristiques des parcelles enquêtées (les cultures pratiquées, la superficie irriguée, assolement avant et après la reconversion) ;
- Le calendrier d'irrigation (durée et fréquence d'irrigation) ;
- Les avantages et les problèmes de la technique d'irrigation localisée ;
- Le niveau de connaissances techniques des agriculteurs du système d'irrigation localisée ;
- Les améliorations souhaitées par les agriculteurs à apporter dans le nouveau système ;
- Le rôle de l'AUEA et de l'assistance technique après la mise en place du projet.

Ont également consignées et répertoriées (sous forme notamment de photos) les observations notées lors des visites sur le terrain. Elles concernaient en particulier les pratiques des agriculteurs quant à la gestion de l'irrigation au sein de l'exploitation, leurs pratiques culturales et l'état des équipements et matériaux d'irrigation installés.

Cette enquête a cherché à observer la diversité des situations rencontrées suite à la mise en œuvre du projet de reconversion. Ainsi, les 28 agriculteurs interrogés ont été choisis en cherchant à respecter les critères suivants (El Fatouaki et Touhamani, 2019) :

- La répartition des exploitations sur les différentes AUEA du secteur pilote ;
- La situation de l'exploitation par rapport au réseau de distribution (amont et aval) ;

- Les différentes pratiques et systèmes des cultures pratiquées ;
- Les modes de pilotage et de gestion d'irrigation appliqués ;
- L'acceptation des agriculteurs à répondre aux questions et leur autorisation à installer du matériel de mesures sur leurs parcelles.

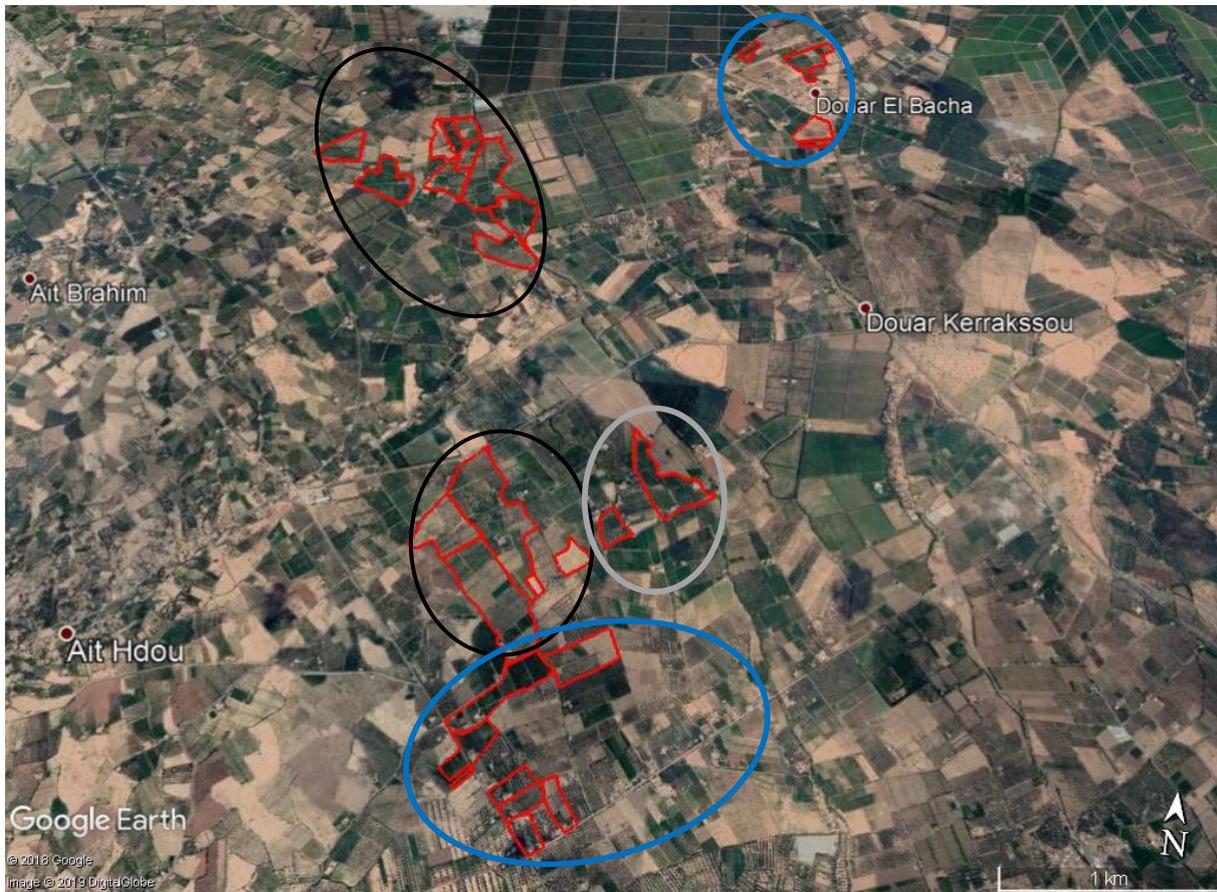


Figure 5. Plan situation des exploitations enquêtées (catégorie 1 en noir, 2 en bleu, 3 en gris)

Les agriculteurs enquêtés peuvent être répartis en 3 catégories (Figure 5) :

1. Ceux présents sur des bornes où les travaux d'aménagement interne ont concerné plus de 80% des exploitations ;
2. Ceux présents sur des bornes où les travaux d'aménagement interne ont concerné moins de 50% des exploitations ;
3. Ceux présents sur des bornes où les travaux n'ont toujours pas commencé.

Ces exploitations représentent ainsi une bonne diversité des situations observée en termes de taille, de date d'accès à l'irrigation « collective » localisée, d'assolement, ... (Tableau 1) (El Fatouaki et Touhamani, 2019).

Taille de l'exploitation (SAU)	0 – 2 ha	7 exploitations
	2- 5 ha	7 exploitations
	5 – 10 ha	11 exploitations
	10 – 20 ha	2 exploitations
	Supérieur à 20 ha	1 exploitation
	Moyenne (écart-type)	5,75 hectares (+/- 4,89)
Surface irriguée	Moyenne (écart-type)	5,49 hectares (+/- 4,70)

Date d'installation des aménagements internes	Non installé 2015 2016 2017 2018	2 exploitations 6 exploitations 13 exploitations 2 exploitations 5 exploitations
Ressource utilisée	Eau de surface (prise) Eaux de surface et du puits Eau du puits	8 exploitations 19 exploitations 1 exploitation
Assolement	Agrumes Abricot Prunes Oliviers Maraîchage <i>Maraîchage en intercalaire</i> Céréales Fourrage <i>Monoculture</i>	1 exploitation 12 exploitations 1 exploitation 20 exploitations 11 exploitations <i>14 exploitations</i> 13 exploitations 4 exploitations <i>9 exploitations</i>

Tableau 1. Principales caractéristiques des 28 exploitations enquêtées

Des mesures physiques concernant des parcelles irriguées de 14 exploitations parmi celles enquêtées (Figure 6) ont complété l'exploration (El Fatouaki et Touhamani, 2019). Elles consistaient à :

- Mesurer l'uniformité de distribution des goutteurs et de pression au niveau des rampes ;
- Mesurer les débits délivrés pour quelques exploitations à l'aide d'un débitmètre afin d'estimer les volumes d'eau consommés par parcelle ;
- Etablir le calendrier d'irrigation d'une culture par exploitation pour la campagne 2017-2018.



Figure 6. Localisation géographique des 14 exploitations qui ont fait objet des mesures

Chapitre 2 – Une enquête confirmant l’impact contrasté de la modernisation sur l’eau et les agriculteurs

Les entretiens semi-directifs et l’enquête auprès des agriculteurs confirment l’impact contrasté de la modernisation sur l’eau et les agriculteurs : le déploiement du goutte-à-goutte a été parsemé d’embuches ; des adaptations locales ont été observées permettant au système de fonctionner ; cette modernisation a conduit à un changement d’assolement, à une intensification et même parfois à une extensification des surfaces irriguées. Tout ceci a pu être fait sans trop de difficulté grâce à la mobilisation en secours notamment d’une eau souterraine qui est donc pleinement impactée par cette innovation. Enfin, certains gaspillages de ressource ont pu ou risquent d’être constatés.

1. Un déploiement du goutte-à-goutte parsemé d’embuches

Les observations de situations de modernisation antérieures ont permis aux autorités de faire attention à la phase de sélection des secteurs choisis pour être reconvertis. Mais les aménagements internes ont été compliqués à réalisés du fait de problèmes fonciers ou techniques mais aussi du désintérêt manifesté par certains propriétaires.

a. Une sélection raisonnée des secteurs pour une reconversion réussie

Ce projet est développé dans des secteurs d’irrigation des ORMVA du Tadla, des Doukkala et du Haouz, sélectionnés dans les études de faisabilité du projet sur la base de critères techniques, socio-économiques et d’adhésion des agriculteurs (El Fatouaki et Touhamani, 2019).

La sélection des secteurs favorables à la reconversion comporte trois étapes (El Fatouaki et Touhamani, 2019) :

1. Caractérisation des secteurs homogènes les plus favorables à la reconversion intégrale à l’irrigation localisée. L’objectif est d’effectuer un recueil de données minutieux ainsi que la prise de connaissance de l’ensemble des aspects endogènes et exogènes liés à l’irrigation.
2. Evaluation de la demande des agriculteurs et des possibilités de partenariat, pour étudier l’intérêt des agriculteurs à adopter des systèmes d’irrigation économes en eau.
3. Découpage en zones homogènes et identification des secteurs aptes à la reconversion du système d’irrigation.

Le secteur du NFIS rive droite N 1-2 fait partie des 8 secteurs hydrauliques retenus comme zones d’intervention du projet. Ces secteurs ont été choisis selon les critères suivants (El Fatouaki et Touhamani, 2019) :

- Présence de ressources en eau souterraines pour un complément d’irrigation : 3 nappes présentes dans la zone ont été classées par ordre croissant de la nappe la moins déficitaire à celle qui représente le plus grand déficit. Le classement des secteurs a ensuite porté sur leur situation par rapport aux nappes ;
- La fourniture en eau : c’est le déficit de satisfaction de la demande qui a été pris en compte pour la classification des secteurs avec la classe 1 affectée au secteur qui présente la plus grande dotation de fourniture en eau ;
- La possibilité de disposer de la charge hydraulique : ce critère a pour objectif 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 ;
- La présence antérieure d’un réseau externe sous pression sur lequel peut venir se greffer le projet de reconversion ;

- L'âge des équipements existants : les secteurs faisant objet de l'étude étant équipés et mis en eau entre 1970 et 2002, ce critère d'ancienneté des équipements justifie leur renouvellement ;
- Le statut foncier : les terres Melk ont été privilégié en leur affectant un nombre de points plus important que les autres statuts ;
- La structure foncière : un nombre de points a été affecté à chaque taille de propriété, le nombre le plus élevé correspondant à la taille considérée optimale pour les systèmes d'irrigation (entre 5 et 10 ha) ;
- L'occupation du sol ;
- Les performances des AUEA : la note la plus forte a été affectée à l'AUEA considérée comme fonctionnelle et la note la plus basse a été affectée aux AUEA dont les données n'ont pas été communiquées par les CMV lors des enquêtes effectuées dans la zone.

b. Le foncier, comme principal problème freinant la modernisation collective

« On a commencé par le secteur le plus difficile, avec aucun remembrement ». Un autre problème se surajoute, à savoir la non actualisation des statuts fonciers des parcelles : l'installation des prises d'eau individuelles lors des travaux d'aménagement externes achevés en 2015 a été réalisée à partir de listes anciennes qui comportent les noms des usagers de l'eau en gravitaire. Or un partage des terres a été souvent fait depuis et chacun des ayant-droits exige une prise personnelle.

De plus, comme déjà mentionné dans la présentation de la zone, les statuts fonciers dominants au niveau de cette zone sont le Domaine de l'Etat ou le Guich, ce qui correspond donc à deux statuts particulièrement compliqués lorsque l'on souhaite procéder à des interventions qui portent sur des questions de propriété.

De nombreux agriculteurs n'ont ainsi pas de pièces qui justifient leur propriété des terres, ce qui pose problème au moment du montage du dossier pour la subvention qui est à demander auprès du FDA (Fond de Développement Agricole).

Ce dossier doit en plus contractuellement être constitué par les AUEA. Mais ces dernières, démunies par la complexité des problèmes, demandent à l'Office d'intervenir pour l'aider à chercher des solutions. Les sociétés chargées d'installer les équipements internes attendent aussi que l'Office règle les problèmes même si le contrat entre les deux parties stipule qu'elles sont tenues de participer à la recherche des solutions.

Au final, certaines sociétés refusent d'entamer les travaux du fait de ces problèmes de foncier et l'ensemble des intermédiaires laisse l'Office résoudre la situation directement avec l'agriculteur, ce qui n'avait pas été prévu et ce qui retarde l'ensemble de la procédure

c. La proximité des parcelles au milieu urbain réduisant l'intérêt de la reconversion pour certains propriétaires

Certains agriculteurs ont un double emploi, ce qui est en particulier facilité par la proximité du milieu urbain (la ville de Marrakech étant à une distance ne dépassant pas les 10 km). Il a alors tendance à délaisser ses pratiques agricoles, à ne plus cultiver voire à vendre ses parcelles.

Qu'il continue à pratiquer une agriculture peu consommatrice en main d'œuvre ou qu'il laisse ses terres en jachère ne l'incite pas à s'investir dans la modernisation (et aussi à investir du temps s'il est en plus alors nécessaire de procéder à de lourdes démarches administratives).

d. Des obstacles techniques

Deux principaux obstacles de nature technique sont remontés :

- La présence simultanée sur la même parcelle de cultures maraichères et d'arbres pose une difficulté au niveau de la fertigation. L'installation doit ainsi être conçue dès le départ en ce sens,

avec l'installation de vannes de secteur permettant de mettre en eau les secteurs indépendamment.

- La transition entre les deux systèmes est très compliquée, notamment lorsque les problèmes administratifs liés au statut foncier ne permettent pas de moderniser rapidement l'ensemble des surfaces d'un secteur donné (une borne dessert en moyenne une cinquantaine d'agriculteurs). Dans ces conditions, les deux systèmes doivent coexister transitoirement (Figure 7) : l'ancien système avec une aménée gravitaire et le nouveau sous-pression. La présence des bornes d'irrigation gravitaire crée une chute de pression sur les autres bornes de l'irrigation localisée, ce qui induit une mauvaise répartition de l'eau. Or en moyenne, sur les secteurs en cours de modernisation, 60% des agriculteurs irriguent toujours en gravitaire.



Figure 7. Coexistence d'anciennes prises en gravitaire avec les nouvelles sous pression

2. Des adaptations locales pour son adoption

De nombreuses adaptations locales sont observées : la moitié des agriculteurs enquêtés et qui avaient bénéficié de l'équipement interne déclarent en avoir réalisé eux-mêmes. Elles sont réalisées pour répondre aux problèmes rencontrés par les agriculteurs à la mise en place concrète du système (Tableau 2)³, même si certaines sont interdites dans le cadre du programme de subvention.

Filtration	
- Des filtres qui se bouchent trop rapidement	- 17 exploitations
- Une absence de filtre	- 3 exploitations
Faible débit des goutteurs	10 exploitations
Trop faible espacement des goutteurs	11 exploitations
Equipements de mauvaise qualité	13 exploitations
Débit total alloué faible	2 exploitations

Tableau 2. Problèmes indiqués par les 26 agriculteurs interrogés et équipés du goutte-à-goutte

³ Ces problèmes sont mentionnés sur d'autres périmètres comme au Tadla où une étude réalisée par Bouazzama et Bahri (2007) souligne différentes difficultés concernant la manipulation du matériel installé, la maintenance de l'installation (nettoyage des filtres, traitements contre le colmatage), la gestion quotidienne de l'irrigation et la fertigation.

Ces dernières sont parfois initiées par les autorités locales (comme l'acceptation du raccordement des forages privés au système ou la recherche d'une adéquation la plus importante possible entre les contraintes liées à la réponse à un appel d'offre générique à l'échelle d'une AUEA et les souhaits des agriculteurs), d'autres sont acceptées, d'autres enfin ne sont pas connues et peuvent même être jugées non conformes. Elles sont nombreuses, concernant le matériel d'irrigation, l'utilisation détournée en gravitaire du système localisé mais aussi la mobilisation en complément de la ressource en eau souterraine. Cette dernière faisant l'objet de la section suivante ne sera toutefois pas détaillée ici.

Notons que de telles adaptations sont observées dans de nombreux cas. Ainsi Naouri et al. (2017) évoquent les différentes modifications apportées dans le cas de la région de Biskra (Algérie) pour alimenter en goutte-à-goutte des serres, telles que la construction de châteaux d'eau destinés à régulariser la pression et faciliter les tours d'eau ou l'installation d'unités de micro-fertigation pour des usages individuels au niveau des serres. Benouniche et al. (2014b) mentionnent aussi la confection de filtres performants et moins coûteux par quelques artisans marocains réputés pour leur savoir-faire en la matière. L'ensemble de ces adaptations peut être vu comme représentant l'élément clé qui explique la diffusion rapide de cette innovation sur le terrain (Benouniche et al., 2014b). Ces auteurs indiquent que ce « bricolage » permet la conception de systèmes plus adaptés aux conditions locales, un apprentissage graduel de la technique, et plus généralement, un appivoisement du changement.

a. Une modification de la taille des goutteurs par les agriculteurs

L'installation de l'équipement interne revient aux sociétés d'irrigation. L'ORMVAH, à travers la publication d'un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) ou Appel à concurrence, décide ainsi des sociétés chargées d'effectuer ces travaux. L'équipement à installer est mentionné dans l'AMI dans la limite de 40 000 DH/ha. L'AMI précise les caractéristiques que doivent suivre les installations :

- « Le goutteur à prévoir est de type intégré turbulent de 2 litres/heure installé sur rampe en PE 16 mm, épaisseur 1mm, avec un écartement de 0,40m. L'écartement adopté entre rampes est de 1,0 m.
- Pour le cas de l'arboriculture le goutteur devra être également du type intégré turbulent mais avec un débit de 4 litres/heure et un écartement de 0,75/0,80m entre goutteurs avec 2 rampes par ligne d'arbres. »

Les enquêtes conduites ont permis de constater que différents types de goutteurs sont installés sur une même exploitation, révélateurs d'une mise en place réalisée par les agriculteurs. Ce constat est général : l'ensemble de 26 agriculteurs ayant déjà bénéficié de l'équipement interne l'ont fait. Ces derniers indiquent en effet l'inadaptation des goutteurs prévus à leurs cultures : l'écartement de 0,75/0,80 m n'est pas compatible aux arbres espacés de 6 voire de 10 m.

Toujours selon nos enquêtes, les contraintes qui se présentent sont :

- L'espacement entre les arbres génère des pertes importantes en matière d'eau et de fertilisants. L'agriculteur est amené à apporter une dose plus grande en eau d'irrigation pour répondre aux besoins de ces arbres.
- Les volumes d'eau perdus entre les arbres favorisent le développement des mauvaises herbes qui rentrent en concurrence avec les cultures, réduisant le rendement en fin de campagne.

Pour faire face à ces contraintes, l'agriculteur installe ses propres goutteurs sur les rampes et au pied de l'arbre (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** - gauche), avec des débits pouvant atteindre 100 à 120 l/h (pour un coût unitaire particulièrement faible compris entre 0,20 et 0,50 DH/unité) ; il peut également décider de trouser les rampes ou de mixer les solutions comme l'illustre la photo de droite de la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**



Figure 8. Goutteur de débit 60 l/h installé sur une rampe avec goutteurs intégrés (gauche) et rampe comportant de gauche à droite un goutteur intégré (1), un trou (2) et un goutteur installé (3) (droite)

Si ces solutions satisfassent entièrement les agriculteurs, elles aggravent la situation à terme. Les installations ont en effet été précisément dimensionnées pour fonctionner efficacement avec un nombre et une taille de goutteurs déterminés. Lorsque l'agriculteur modifie l'installation, l'équilibre est perturbé : les goutteurs aux débits plus importants que prévus conduisent à une bonne irrigation en début de rampe mais à une perte de charge en fin, les plantations en bout n'étant plus irriguées.

b. Le changement ou la modification des rampes

Certains agriculteurs modifient encore plus profondément le réseau, changeant le diamètre des rampes initialement installées (de 16 mm à 20 mm). La principale raison invoquée est que le diamètre initial étant trop petit, cela conduit à leur colmatage rapide après la mise en eau.

Lors des enquêtes, nous avons observé que ceci n'est pas généralisé et n'est réalisé que dans deux situations : lorsque l'agriculteur a les moyens de pouvoir s'acheter d'autres rampes pour remplacer les anciennes (un cas rencontré) ou quand la société chargée de l'équipement interne accepte de reprendre l'ancien matériel et de le substituer par de nouvelles rampes (trois cas rencontrés).

Certains agriculteurs réparent manuellement les rampes cassées installées par les sociétés, leur qualité étant parfois médiocre. Ils sectionnent la partie cassée et raccordent les bouts, démarche qui peut même être effectuée plusieurs fois, ce qui rend la rampe plus courte que lors de son installation (Figure 9).



Figure 9. Rampe réparée (gauche) et parties coupées (rouge) d'une rampe réparée à plusieurs reprises (droite)

Les problèmes de dimensionnement évoqué ainsi que la mauvaise qualité des équipements ont été essentiellement mentionnés chez les agriculteurs qui ont été les premiers à adhérer au projet. Les sociétés sélectionnées ont été défaillantes : les fiches techniques de l'étude montrent ainsi qu'elles ont mal dimensionné le réseau par rapport aux caractéristiques des cultures installées : un goutteur de 2 l/h sur un espacement de 40 cm, dimensionnement qui correspond à une parcelle uniquement maraîchère alors que des arbres étaient présents.

Cette mauvaise réputation initiale induit des réticences chez les agriculteurs suivants qui, conscients de ces problèmes, ne sont pas motivés pour adhérer au projet conduisant à un retard dans l'exécution de celui-ci. Cette situation montre l'importance du rôle de l'Office pour régler ces problèmes et contrôler la bonne réalisation des travaux internes.

c. Une irrigation en gravitaire à partir du réseau de goutte-à-goutte

L'installation en goutte-à-goutte ne correspond également parfois pas aux cultures en place. Les agriculteurs détournent alors le système, pratiquant le gravitaire à partir du réseau de goutte-à-goutte, souvent pour les parcelles plantées en luzerne ou bersim mais parfois aussi pour des arbres.

Cette pratique est effectuée à travers l'ouverture des vannes de secteurs liées à la station de tête et laissent l'eau couler en gravitaire (Figure 10) ou en ouvrant les purges se trouvant à la fin des portes rampes (Figure 11).



Figure 10. Irrigation en gravitaire par ouverture des vannes



Figure 11. Purge ouverte pour l'irrigation en gravitaire (photo prise le 23/04/2019)

L'utilisation en gravitaire de l'installation en goutte-à-goutte est également pratiquée quand l'eau est trop chargée en sédiments. Un des agriculteurs enquêtés explique ainsi que l'eau dont il dispose et qui provient du canal Rocade nécessite un lavage des filtres toutes les 15 min, ce qui l'a conduit à

abandonner le système et à revenir à l'ancien système en gravitaire à travers le branchement des conduites sur une borne utilisée à l'époque pour irriguer en aspersion (Figure 12).



Figure 12. Borne et conduite utilisées pour l'irrigation en gravitaire et remise en service (à gauche) et dispositif utilisé pour brancher les nouvelles installations sur la borne (à droite) (photo prise le 16/04/2019)

d. Une fertigation parfois refusée

Le système mis en place intègre la fertigation. Ce processus permet le mélange des engrais dans des bacs, puis leur injection directe dans le réseau, les engrais étant alors directement apportés aux pieds des cultures par les goutteurs. Cette technique permet de répartir l'apport tout au long de la campagne agricole au lieu qu'il soit effectué par à-coup induisant des pertes (et des pollutions associées). Les enquêtes ont montré que dans certains cas cette fonctionnalité n'est pas utilisée, les agriculteurs continuant à apporter manuellement les doses de fertilisants (Figure 13).



Figure 13. Apport des engrais à la main (photo prise le 25/04/2019)

Les agriculteurs qui choisissent cette pratique la justifient de la même manière : l'espacement entre goutteurs étant petit engendre des pertes des engrais injectés dans le réseau entre les pieds des arbres. L'agriculteur préfère donc apporter cette dose à la main et éviter tout gaspillage.

3. Une intensification et une extensification des surfaces irriguées augurant une augmentation de la production agricole

Le système a été instauré dans l'objectif d'améliorer la production des cultures en place, par un apport plus régulier et plus sécuritaire. Mais les agriculteurs sont allés plus loin, saisissant ces améliorations dans l'apport d'eau pour changer de cultures, intensifier voire extensifier, à l'image de ce que l'on retrouve dans d'autres cas (Benouniche et al., 2014a; Molle et Tanouti, 2017).

a. Un changement des cultures pour une meilleure adéquation avec les nouvelles contraintes

La totalité des agriculteurs enquêtés ayant bénéficié des aménagements internes ont modifié les cultures en place. Les principaux changements de cette nature concernent les cultures pérennes. On observe ainsi le remplacement :

- des vieux arbres par d'autres plus jeunes, le goutte-à-goutte ne convenant pas au système racinaire des vieux arbres beaucoup développé (Figure 14) ;
- des abricotiers par des oliviers (Figure 15). Certains agriculteurs ont choisi d'arracher leurs abricotiers suite à un problème de commercialisation : durant la campagne 2017-2018, les prix de vente pour l'abricot ont chuté pour atteindre 0,50 DH/kg, prix de vente qui ne permet pas de couvrir les charges supportées. Ils se sont alors tournés vers une culture plus stable sur le marché : l'olivier.



Figure 14. Arrachage des cultures pérennes antérieures remplacées par des oliviers (gauche) ou des abricotiers (droite) avec cultures en intercalaires



Figure 15. Remplacement d'un abricotier par un olivier plus jeune (photo prise le 23/04/2019)

b. Intensification des cultures

Comme déjà dans beaucoup de cas précédemment documentés, l'enquête montre que la conversion au goutte-à-goutte s'accompagne quasi-systématiquement d'une intensification des cultures sur les surfaces traditionnellement plantées des cultures pérennes. Nous avons ainsi pu observer durant nos enquêtes deux cas d'intensification (Figure 16) :

- La mise en place de cultures en intercalaire, fourragères ou maraichères ;
- La réduction des espacements entre arbres à travers l'ajout d'une ligne d'arbres, par exemple à passant de 10 ou 15 mètres à 4 ou 5 mètres d'espacement.



Figure 16. Cultures en intercalaire, maraichage (en haut), fourrage (en bas à gauche et plantation d'oliviers entre des lignes d'abricotiers (en bas à droite)

c. Extensification des surfaces irriguées

Les agriculteurs bénéficiaires des aménagements internes cherchent également à accroître leurs surfaces irriguées⁴, estimant que le gain d'eau permis par le passage au goutte-à-goutte autorise à irriguer davantage de surface. Les surfaces cultivées jusque-là en sec sont ainsi reconverties (Figure 17). Ces parcelles sont généralement plantées alors en arbres disposant d'un goutte-à-goutte.

⁴ Remarquons également que l'irrigation localisée permet à l'agriculteur de gagner l'espace occupé par les bassins traditionnels et les Mesrefs servant à irriguer en gravitaire.



Figure 17. Conversion de parcelles cultivées en pluvial à l'irrigation

4. Une ressource en eau souterraine permettant au programme d'atteindre les objectifs à son détriment

L'eau de surface, sauf quand elle est impropre à l'utilisation avec le système de goutte-à-goutte car bien trop chargée (comme cela sera précisé ultérieurement dans cette section), est préférée par les agriculteurs : elle est moins salinisée et moins cher. Ainsi, l'eau d'un forage prélevée à 75 mètres coûte environ 1,5 dirhams (coût qui dépendra du moteur et de l'énergie utilisée) alors que l'eau de l'Office est facturée 0,3945 dirhams par m³. Cependant elle est souvent utilisée.

La ressource en eau souterraine semble ainsi dans de nombreuses situations faciliter l'acceptation par les agriculteurs de la modernisation de leur exploitation. « Le puits règle tous les problèmes », nous avons sans cesse entendu ces mots chez les agriculteurs : l'eau de l'Office n'est pas en quantité suffisante pour satisfaire les besoins, pas délivrée tout le temps (le système de tour d'eau persiste alors que par définition les plantes irriguées en goutte-à-goutte devraient être régulièrement alimentées en eau) et sa fourniture n'est pas fiable (il existe des coupures d'eau non programmées).



Figure 18. Exploitation avec puits non opérationnel et irrigant avec l'eau de l'Office seule (photo prise le 25/04/2019)

Sans cette ressource d'appoint, le nouveau système ne permet pas de satisfaire les besoins en eau (cf. encadré ci-dessous). Ainsi les agriculteurs sans forage ne peuvent intensifier, se limitant à leurs cultures initiales, suite à la modernisation (dans l'enquête soit l'olivier pour 75% des cas, soit les céréales pour le reste). Leur seul objectif alors est de garder leurs cultures en vie avec les faibles doses en eaux de surfaces auxquelles ils ont le droit (Figure 18). Mais ils reconnaissent l'intérêt d'un accès à l'eau souterraine : « ce serait plus facile si on avait un puits ». Les agriculteurs sans forage sont donc bien plus réticents que les autres à accepter la modernisation.

Encadré : de la difficile satisfaction en continu des besoins en eau

Compte tenu de la dégradation de la ressource et de l'augmentation de la demande, l'Office a dû réduire la dotation à **3 000 m³/ha** ces dernières années. Avec un module de distribution inchangé paramétré à **0,5 l/s**, la mise en eau des réseaux n'est effectuée que **69 jours par an**. Ces conditions rendent impossible le développement de l'irrigation localisée, à moins de n'irriguer que les plantations de l'olivier par les eaux de surfaces et de procéder par une irrigation de complément faisant appel aux eaux souterraines dans le cas des autres cultures, en particulier les agrumes et autres plantations.

Il semble très difficile, dans les conditions actuelles, de programmer un tour d'eau efficace, qui satisfait toutes les demandes. En avril 2019 par exemple, compte-tenu des précipitations au début du mois, l'ORMVAH n'a programmé qu'un volume de **100 m³/ha** durant la dernière semaine. Une dotation très faible qui ne satisfait pas les besoins des cultures durant tout un mois.

a. Un accès à l'eau souterraine intégré dans l'aménagement

Le projet de reconversion collective dans la zone du NFIS tient compte des ressources souterraines. Ainsi, l'Office précise dans le premier appel à manifestation d'intérêts (AMI) que les puits opérationnels sur les exploitations peuvent être raccordés à titre de source secondaire au réseau : « la prise en compte et la réalisation, le cas échéant, de la connexion des puits/forages existants à l'amont des stations de tête (en PVC Ø90) pour un apport de complément à partir de la nappe, doit être envisagée par la société. Le réseau d'irrigation doit être capable de fonctionner avec prise-propiété et puits/forage. » (selon le cahier des charges de l'équipement interne des propriétés de la 1^{ère} tranche du secteur N'fis N1-2 au Haouz, ORMVAH 2015) Mais ce paragraphe a disparu dans le second appel correspondant à la deuxième tranche des travaux.



Figure 19. Interconnexion du forage avec le réseau collectif, avec des vannes permettant de choisir la ressource distribuée sur la parcelle

Sur les 26 agriculteurs enquêtés et ayant bénéficié des aménagements internes, 16 disposeraient d'un puits opérationnel raccordé au réseau de goutte-à-goutte, soit 62 % (Figure 19).

b. Une reconversion qui peut conduire à une exploitation plus intense des nappes

L'eau souterraine est mobilisée parfois à une hauteur plus importante qu'auparavant. Les raisons observées peuvent être de trois natures.

1. Une ressource en appoint, lorsque l'eau de l'Office n'est pas disponible.

La philosophie suivie par l'acceptation de connecter en secondaire le forage sur le réseau mis en place conduit à garantir aux agriculteurs de disposer de l'eau lorsque l'eau de l'Office ne l'est pas. Les agriculteurs tendent à privilégier cette dernière, quand elle est disponible et de bonne qualité, car elle est moins chère.

Les enquêtes conduites nous ont permis d'observer deux types d'utilisation : soit une utilisation directe (Figure 20) soit indirecte, l'eau étant stockée dans un réservoir avant d'alimenter le système d'irrigation localisée (Figure 21).

L'installation de telles infrastructures ou de telles solutions permet aux agriculteurs d'avoir un accès à l'eau sécurisée et les incite ainsi à intensifier ou extensifier, augmentant par là le recours aux eaux souterraines.



Figure 20. Puits équipé d'une pompe et d'un moteur alimenté par le gaz butane (photos prises le 18/04/2019)



Figure 21. Réservoir de stockage chez l'agriculteur, recevant les différentes eaux (Office et eau souterraine), mise ensuite dans le réseau en goutte-à-goutte

2. Une ressource en substitut, lorsque l'eau de l'Office ne permet pas le bon fonctionnement du réseau.

Dans certains cas, malgré les infrastructures externes qui comportent déjà des installations destinées à filtrer les eaux, les eaux arrivent très chargées en matière en suspension. Les filtres installés, même parfois en série (Figure 22), deviennent non opérationnels parfois très rapidement (après 5 à 15 mn d'utilisation), nécessitant une interruption de l'irrigation pour être lavés régulièrement. Dans les exploitations où cela se produit, les agriculteurs sont amenés à abandonner l'eau trop chargée au profit de l'eau souterraine, qui se retrouve ainsi alors n'être plus que la ressource exploitée, conduisant là encore à une augmentation de la pression sur cette ressource souterraine.



Figure 22. Des eaux parfois trop chargées, conduisant à des problèmes de filtration et incitant les agriculteurs à se tourner vers des ressources filtrées naturellement (eaux souterraines)

3. Une ressource nouvellement exploitée, en préparation du passage à l'irrigation localisée.

Certains agriculteurs, dans le cadre de la modernisation de leurs réseaux et au vu des difficultés d'accès à l'eau de l'Office susmentionnées, décident soit d'approfondir leurs forages quand ils en ont déjà un⁵, soit d'en creuser un nouveau, même si les nouveaux ouvrages sont fortement contrôlés ou interdits de construction.



Figure 23. Creusement d'un forage sur une parcelle non cultivée du périmètre de l'aménagement

Au final, les enquêtes montrent que l'ensemble des agriculteurs qui ont changé d'assolement, intensifié ou extensifié disposent tous d'un forage sur leur exploitation, car nécessitant des volumes supplémentaires pour répondre aux besoins. Et les deux agriculteurs disposant d'un forage mais qui n'ont pas fait d'innovation ont des contraintes spécifiques expliquant cet « immobilisme » : l'un pratique l'agriculture en appoint (culture unique d'oliviers), l'autre n'est pas propriétaire et se limite au maraîchage.

5. Des gaspillages de ressources et des pollutions actuelles ou à venir

Les ressources en eau souterraines sont impactées par la modernisation ; les infrastructures mises en place ne sont parfois pas utilisées ; enfin des matériaux sont ou risquent d'être délaissés, constituant autant de sources de pollution.

a. Un besoin en eau des cultures inégalement assuré

Des mesures de débits et de pression au niveau de goutteurs installés sur 14 des exploitations enquêtées ont été effectuées. Elles ont permis d'analyser les performances techniques du réseau d'irrigation installé (uniformité de distribution, variation des débits et de la pression, efficacité de l'irrigation). A partir des données météorologiques locales (CMV SAADA) et de la connaissance de l'assolement des 14 parcelles observées, les besoins en eau bruts ont pu être estimés. Ceux-ci ont pu être comparés à l'estimation des volumes d'eau apportés en se basant sur des mesures de débit, de fiches techniques quand il n'a pas été possible de les effectuer et des déclarations des agriculteurs concernant les temps d'irrigation. Le taux de satisfaction des besoins en eau a ainsi pu en être déduit.

⁵ Les agriculteurs enquêtés et ayant des forages déclarent tous avoir recreusé leur forage initial pour assurer un pompage continu des eaux souterraines. Selon nos enquêtes, l'eau au niveau du puits arrivait à une profondeur de 25 m avant les années 1990 ; la succession des années de sécheresse ont abaissé ces niveaux à presque 50 m pour atteindre maintenant des profondeurs comprises entre 65 à 70 mètres.

Les mesures ainsi effectuées permettent de constater que les différentes parcelles se répartissent quasi équitablement entre quatre groupes (Tableau 3) : dans le premier, le coefficient d'uniformité (CU) est celui qui était projeté, à savoir supérieur à 90%, le réseau (notamment les filtres) bénéficiant d'un entretien fréquent ; dans le deuxième, il est jugé satisfaisant (compris entre 80% et 90%) ; dans le troisième peu performant (compris entre 70% et 80%), les agriculteurs ayant remplacé les goutteurs d'origine par d'autres avec un débit très important conduisant à une déséquilibre dans la distribution de l'eau ; dans le dernier, il est défaillant, le réseau n'étant pas entretenu. Ces observations sont renforcées par les mesures de pression qui révèlent que 50% des parcelles présentent des réseaux avec des pertes de charge importantes (supérieures à 0,3 bar). L'ensemble des mesures effectuées permettent d'observer que la totalité des systèmes de goutte-à-goutte sont peu performants, la plus haute valeur de l'efficacité d'application étant de 75%, la plus faible de 11%, avec une moyenne de 60%.

Parcelle	Cultures	Surface irriguée	Coef d'uniformité	Satisfaction du besoin en eau
1	Olivier + Céréales	0,26 ha	94%	86%
2	Maraichage	0,44 ha	89%	160%
3	Abricotier	0,39 ha	76%	350%
4	Abricot. + Maraichage	0,25 ha	61%	75%
5	Olivier + Céréales	0,41 ha	80%	95%
6	Olivier + maraichage	1,13 ha	66%	90%
7	Olivier + Céréales	0,45 ha	84%	89%
8	Abricotier	0,76 ha	13%	17%
9	Abricotier + Céréales	0,21 ha	79%	71%
10	Abricotier+ Céréales	0,4 ha	60%	75%
11	Olivier + Céréales	0,18 ha	94%	95%
12	Abricotier + Olivier	0,37 ha	71%	175%
13	Olivier	0,57 ha	93%	108%
14	Olivier	0,4 ha	84%	151%

Tableau 3. Estimation de l'uniformité de l'irrigation et du taux de satisfaction du besoin en eau sur 14 parcelles de 14 des exploitations enquêtées

Les observations précédentes et les pratiques réelles des agriculteurs permettent ainsi de constater que le besoin en eau des cultures n'est satisfait que sur 21% des parcelles ayant fait l'objet de mesures (Tableau 3) ; si, pour 21%, ce besoin est satisfait à plus de 80%, 29% sont en stress hydrique (principalement du fait des faibles niveaux de performance du réseau) et 29% se voient apporter un excès d'eau qui peut être même préjudiciable au développement de la culture. Ces constats intègrent la mobilisation de l'eau souterraine, qui est disponible et utilisée en complément de l'eau distribuée par l'Office dans tous les cas observés ici. En reprenant les estimations précédentes, et quelles que soient les hypothèses de disponibilité de l'eau de l'Office (scénario pessimiste avec une dotation de 1400 m³/ha, réaliste avec 3500 et optimiste avec 5000), l'eau souterraine est toujours mobilisée très fortement : elle couvre en moyenne 56% des besoins en eau (scénario optimiste), 69% (réaliste) et 88% (pessimiste).

b. Une ressource en eau souterraine toujours menacée

Compte tenu des éléments précédents, la ressource en eau souterraine est menacée, par conception même (un système de goutte-à-goutte ne recharge pas les nappes) mais aussi parce qu'elle est la variable d'appoint qui permet aux agriculteurs d'accepter aisément la modernisation, voire aussi de développer leurs besoins. C'est d'autant plus une menace qu'aucun système de suivi des prélèvements des eaux souterraines n'a été mis en place.

Une fois le forage creusé, et s'il est assez profond pour satisfaire les besoins, c'est le coût de pompage qui permettra d'en modérer. Or on peut supposer que le développement du recours à l'énergie solaire va contribuer à une baisse de ce dernier, donc à une accentuation du recours aux eaux souterraines (Figure 24).



Figure 24. Investissement dans des panneaux solaires pour satisfaire les besoins d'énergie (notamment liés au pompage de l'eau souterraine) avec le gaz comme ressource d'appoint

c. Des investissements parfois inutilisés

Les investissements ne sont parfois pas utilisés. Deux situations ont été rencontrées lors des enquêtes (Figure 25).

Dans le premier cas, l'eau nouvellement distribuée était trop chargée pour être utilisée dans un système localisé. Comme l'exploitant de la parcelle ne disposait pas d'un accès à la ressource en eau souterraine et considérant ces parcelles agricoles comme un revenu d'appoint (suite à un héritage) a préféré ne plus cultiver. Dans le second cas, la parcelle a été entièrement équipée, même si elle était en jachère. Il est possible alors de questionner la motivation du propriétaire : envisage-t-il une utilisation future ? est-ce uniquement à titre patrimonial (une parcelle équipée pouvant avoir davantage de valeur qu'une autre ne l'étant pas) ? Le fait que l'équipement pour les petits propriétaires soit entièrement subventionné peut expliquer cet état.



Figure 25. Une modernisation inutilisée du fait de parcelles inexploitées (haut) ou dont l'exploitation a été abandonnée, l'eau de l'Office ne permettant pas seule de satisfaire la demande

d. Le devenir des matériaux inutilisés ou usagés

Certains équipements ne correspondant pas aux besoins sont désinstallés (Figure 26) ; d'autres de mauvaise qualité sont abandonnés sur place (Figure 9). A plus long terme se posera la question du devenir des équipements usagés : seront-ils abandonnés sur les parcelles, broyés pour être incorporés au sol, enlevés ou réutilisés ?



Figure 26. Changement du matériel par l'agriculteur juste après son installation

Conclusion – Quels enseignements ?

L'étude de cas explorée dans ce rapport se rapportait à un des secteurs pionniers de la reconversion collective au Maroc : le N'Fis situé sur la plaine du Haouz en bordure de la ville de Marrakech. Même si nous ne pouvons généraliser les observations qui ont été faites puisque nous nous sommes limités à ce périmètre, certains enseignements peuvent en être tirés, qui concordent avec des observations similaires faites sur des cas d'étude distincts par d'autres chercheurs.

On constate tout d'abord la difficulté de procéder à un changement, ici la reconversion d'un périmètre collectif irrigué en gravitaire au goutte-à-goutte, dès lors qu'une organisation préexistait et avait atteint un certain équilibre, même si cela ne permettait pas une valorisation économique optimale de la ressource. Les deux principaux freins qui sont présentés dans ce rapport mais aussi dans d'autres publications (comme Boularbah et al. (2017)) concernent le statut foncier et l'assolement initial (cf. encadré ci-dessous).

Encadré. *L'assolement existant, comme frein au changement.*

Lorsque celui-ci comporte des cultures pérennes, il est plus compliqué de les adapter aux nouvelles contraintes, ce qui contraint l'agriculteur soit à arracher ses cultures, soit à procéder à des adaptations du système d'irrigation. L'irrigation gravitaire par tours d'eau a en effet favorisé l'enracinement profond des arbres que l'agriculteur a espacés pour qu'ils puissent s'épanouir de manière optimale. La reconversion du système en goutte-à-goutte met à mal cette organisation, ne lui permettant pas d'apporter au niveau des racines l'eau nécessaire. Il est possible de se référer ici à la théorie des biens caractéristiques (Lancaster, 1966), l'eau étant mobilisée en fonction des caractéristiques intrinsèques qui la constituent. Voici ainsi les principales caractéristiques que l'on peut associer à l'eau de surface (en comparaison à l'eau souterraine) et aux deux services :

- L'eau de surface comporte un taux de salinité faible mais un niveau élevé de sédiments.
- L'eau distribuée en gravitaire accepte une eau chargée, apporte en peu de temps un gros volume d'eau et fonctionne par tours d'eau parfois très espacés
- L'eau distribuée en goutte-à-goutte nécessite une eau suffisamment filtrée. Elle est mise en pression pour apporter une faible quantité d'eau à la fois et doit être fournie régulièrement pour satisfaire le besoin en eau des cultures.

L'eau distribuée en gravitaire conduit ainsi à une irrigation traditionnelle de vergers aux racines profondes par tours d'eau qui peuvent être espacés sans dommages irréversibles pour les cultures ; l'eau en goutte-à-goutte incite les agriculteurs à valoriser mieux la ressource en modifiant l'assolement, en intensifiant voire extensifiant leurs cultures. Mais cela les rend plus vulnérable au manque d'eau.

De manière plus générale, la reconversion du périmètre collectif perturbe l'équilibre du système en place. Toutes les parties prenantes sont concernées, à plus ou moins long terme, et en particulier :

- Les agriculteurs qui cultivent les parcelles. Le système mis en place a tenté de prendre en considération tous les types d'agriculteurs, permettant ainsi aux agriculteurs à faible revenu d'accéder à ce nouveau système par une subvention complète. Toutefois cette irrigation localisée rend plus vulnérables les cultures au manque d'eau. Les agriculteurs sans ressource alternative peuvent donc être pénalisés en cas de non fonctionnement prévu du système, creusant ainsi les inégalités. « A long terme, la question du renouvellement des équipements, dans un contexte où les équipements initiaux ont été entièrement subventionnés et ne permettent donc pas d'anticiper la volonté à payer pour renouveler ces équipements par les agriculteurs » (Boularbah et al., 2017), conduisant là encore à de potentielles inégalités, si les agriculteurs n'ont pu valoriser les investissements et ainsi augmenter leurs revenus. Plus généralement, même si la reconversion a cherché à prendre en compte les caractéristiques

individuelles au travers du dialogue mis en place à l'échelle des associations d'usagers, les agriculteurs modifient les installations pour les adapter aux nouveaux assolements prévus notamment.

- Les gestionnaires des réseaux collectifs (les personnes de l'Office et plus localement les présidents des associations d'usagers). La reconversion est compliquée du fait de l'implication d'acteurs multiples (bailleurs de fonds internationaux, pouvoirs publics nationaux (ministère de l'agriculture) ou locaux (ORMWA), intermédiaires privés (bureaux d'étude, sociétés de travaux et sociétés de goutte-à-goutte), associations d'usagers (AUEA) et agriculteurs) (Boularbah et al., 2017). Le rôle de ces gestionnaires va être modifié aussi une fois le système mis en place du fait des contraintes de l'irrigation de précision. On peut s'attendre à des exigences de meilleures continuités dans la distribution de l'eau notamment, nécessitant un meilleur suivi des quantités délivrées mais aussi prises par les agriculteurs.
- Les filières notamment en aval de l'agriculture. « A moyen terme, la question de la commercialisation de la production agricole issue de cette reconversion, peut être plus importante ou différente de la précédente et donc nécessitant l'identification ou le développement de filières » (Boularbah et al., 2017). Cette question a été soulevée par certains des agriculteurs rencontrés, par exemple lorsque ces derniers ont abandonné certaines cultures comme l'abricotier jugées trop aléatoires désormais en termes de valorisation économique.
- La ressource en eau souterraine. Comme cela a été évoqué, la modernisation semble ne pas avoir suffisamment intégré dans sa conception la ressource en eau souterraine. Celle-ci risque d'être en effet doublement impactée par la moindre recharge (impact sur le niveau de la nappe mais aussi le taux de salinité) et par un recours accru à la nappe en complément (donc impact sur le niveau de la nappe) qu'elle implique.
- L'environnement (hors ressources en eau). Certains facteurs semblent favorables à l'environnement, telle la mise en place d'une fertigation qui, si elle est bien conduite, devrait pouvoir à la fois maximiser le rendement des cultures sans avoir de conséquence sur les sols et les ressources en eau souterraines. Reste à la question des matériaux plastiques utilisés dans tout le process et abandonnés.

Ainsi, à partir du moment où l'on ne part pas d'une étendue « vierge », que des arrangements sont déjà en place, décider de faire évoluer le système nécessite de bien considérer l'ensemble des inerties dans les propositions / les projets de modernisation, et donc de comparer dans une approche type « coûts-bénéfices » les trajectoires sans et avec projet.

Bibliographie

- Arrifi E.-M. (2009) L'économie et la valorisation de l'eau en irrigation au Maroc: un défi pour la durabilité de l'agriculture irriguée. In: *Symposium international «Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED)»*, Rabat, Maroc, p. 48-54.
- Belghiti M. (2008) Le Programme National d'Economie et de Valorisation de l'Eau en Irrigation. In: Journée Mondiale de l'Alimentation, Rabat.
- Benouniche M. ; Kuper M., and Hammani A. (2014a) Mener le goutte à goutte à l'économie d'eau : ambition réaliste ou poursuite d'une chimère? *Alternatives Rurales*.
- Benouniche M. ; Zwarteveen M., and Kuper M. (2014b) Bricolage as innovation: opening the black box of drip irrigation systems. *Irrigation and Drainage*, vol. 63, n° 5, p. 651-658, 10.1002/ird.1854.
- Bouazzama B. and Bahri B. (2007) Évaluation des performances des installations de l'irrigation localisée au niveau des exploitations agrumicoles du Tadla. *Revue HTE*, vol. 136.
- Boularbah S. ; Hammani A. ; Bouarfa S., and Kuper M. (2017) Analyse de la première expérience de reconversion collective vers l'irrigation localisée: cas du secteur pilote de Tadla. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, vol. 5, n° 1, p. 76-82.
- El Fatouaki S. and Touhamani J. (2019) *Analyse et évaluation des adaptations opérées sur le réseau d'irrigation et les pratiques d'irrigation mises en place dans le cadre du projet de reconversion collective du périmètre du N'Fis-Haouz*. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc, 162 p.
- Lancaster K. (1966) Consumer demand: a new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, p. 132-157.
- Mailhol J.C. ; Vodicka A. ; Ruelle P. ; Slatni A., and Ikama M. (2004) Diagnostic des pratiques d'irrigation gravitaire dans le moyen Sebou : perspectives d'améliorations. In: Modernisation de l'Agriculture Irriguée - Projet INCO-WADEMED, Rabat, MAR, 19-23 avril 2004, 13.
- Molle F. and Tanouti O. (2017) La micro-irrigation et les ressources en eau au Maroc : un coûteux malentendu. *Alternatives Rurales*, vol. 5, p. 18.
- Naouri M. ; Hartani T., and Kuper M. (2017) The 'innovation factory'. User-led incremental innovation of drip irrigation systems in the Algerian Sahara. In: *Drip Irrigation for Agriculture. Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development*, (eds Venot J.-P. ; Kuper M., et al.).
- Renault D. and Montginoul M. (2003) Positive externalities and water service management in rice-based irrigation systems of the humid tropics. *Agricultural Water Management*, vol. 59, n° 3, p. 171-189.

ANNEXE A : Présentation détaillée du périmètre du Nfis

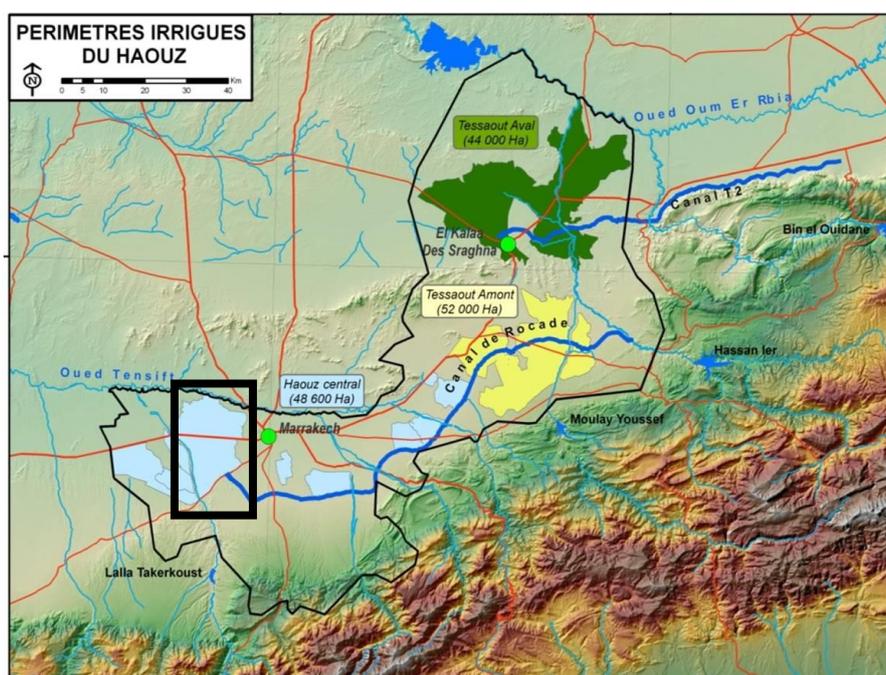
Cette annexe a pour objet de présenter de manière détaillée la zone d'étude : le secteur N1-2 du Nfis et est reprise du rapport rédigé par les deux étudiants ayant collaboré au projet (El Fatouaki et Touhamani, 2019).

1. Localisation

Le secteur N1-2 fait partie du périmètre du NFIS. Il correspond à la zone Ouest du grand périmètre du Haouz et s'étend sur les parties planes des bassins d'Oued NFIS et Baja qui sont les affluents d'Oued Tensift. Il est situé sur les deux rives d'Oued NFIS. La partie de ce périmètre qui est concernée par l'étude est située en rive droite de l'oued ; elle est alimentée par le canal de Rcade, d'une longueur de 118 km et d'un débit d'équipement de 20 m³/s en tête⁶.

Le NFIS rive droite peut être divisé en trois unités distinctes :

- Les secteurs traditionnels réalimentés, d'une superficie de 4 150 ha, bénéficiant de 18,5 Mm³ de dotation annuelle brute des eaux du barrage de Lalla Takerkoust transportées par l'adducteur du NFIS.
- Les secteurs équipés de réseaux sous pression de 4 000 ha, alimentés par la canalisation d'adduction P2 en provenance de l'adducteur du NFIS (28 Mm³ de dotation annuelle des eaux de Lalla Takerkoust)
- Les secteurs équipés de réseaux sous pression de 17 000 ha alimentés par les canalisations d'adduction P3 et P4, en provenance de la réserve 520, située à l'extrémité du canal de rocade, à laquelle elle est reliée par un coursier (112 Mm³ de dotation annuelle brute des eaux de l'oued Lakhdar).



Source : Site de l'ORMVAH

Figure 27. Carte de la zone d'action de l'ORMVAH (secteurs de NFIS rive droite encadré)

⁶ Il alimente également la prise de l'ONEP pour la ville de Marrakech et El Kela des Sraghna, pour une dotation annuelle de 40 Mm³, qui est passée en 2006-2007 à 58 Mm³. Il 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 qui convient avec une irrigation à la demande (aspersion, localisée...).

Les secteurs aménagés, progressivement mis en eau de 1990 à 1994, sont équipés en système sous pression.

L'infrastructure hydraulique est constituée de canaux adducteurs et d'un réseau de canalisations sous pression (primaires, secondaires et tertiaires) alimentés par gravité. La pression est assurée par la dénivellée entre les ouvrages de prises, les canalisations d'adduction et le réseau de distribution ou d'irrigation.

Les débits et les volumes délivrés sont réglés par les bornes au niveau des blocs.

Les bornes sont équipées de compteurs volumétriques et de dispositif de régulation comprenant un limiteur de débit et un régulateur de pression.

Avec le type d'équipement externe existant dans le périmètre du NFIS, le mode d'irrigation aspersion ou localisé devrait être très développé.

Les exploitations qui pratiquent les systèmes d'irrigation modernes ont en général une utilisation mixte : eaux souterraines et eaux superficielles.

Secteur	Sous-secteur	Superficie équipée (ha)	Type d'aménagement	Date de la mise en service
NFIS rive droite	N 2	3150	Sous pression avec prédominance de gravitaire non remembré	1991
	N 1-4	2150		
	N 1-3	1970		
	N 1-2	2830		
	N 3	6000		

Tableau 4. Les sous-secteurs de NFIS rive droite

Le sous-secteur concerné par notre étude est le sous-secteur N 1-2 qui était d'une superficie de 2 830 ha. Cependant durant l'étude de faisabilité de l'aménagement de ce sous-secteur, et sous contraintes de gestion qui ont imposé une redéfinition géographique de celui-ci, d'autres blocs du sous-secteur N 1-3 ont été ajoutés, ramenant l'ensemble à une superficie totale de 4124 ha.

2. Climat

Le climat du secteur d'étude est de type continental méditerranéen, chaud et sec, classé à la limite du semi-aride et de l'aride, les précipitations sont faibles avec une moyenne annuelle de l'ordre de 209,65 mm, la température moyenne annuelle est de l'ordre de 20,56°C, et l'évapotranspiration moyenne annuelle est de 1388 mm. Les données climatiques (précipitations, température, évapotranspiration) qui ont servi à notre étude ont été obtenues au niveau du CMV SAADA.

Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 210 mm inégalement réparties au cours de l'année (Figure 28) : on observe notamment précipitations maximales au mois de novembre de l'ordre de 46 mm, les mois de juin à août étant très secs.

Les températures moyennes sont élevées, avec une grande variabilité interannuelle et des écarts par jour et par mois importants. La température maximale est enregistrée au cours du mois de juillet et la température minimale est enregistrée au mois de janvier (Figure 29).

La température et l'évapotranspiration évoluent simultanément au cours de l'année (Figure 29).

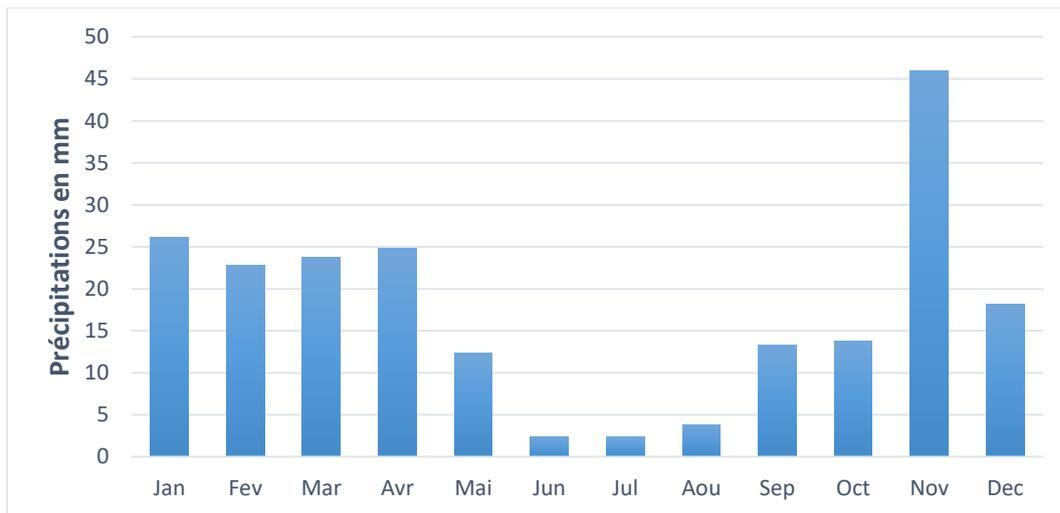


Figure 28. Précipitations moyennes mensuelles à la station de Saada (moyenne observée 2008 - 2018)

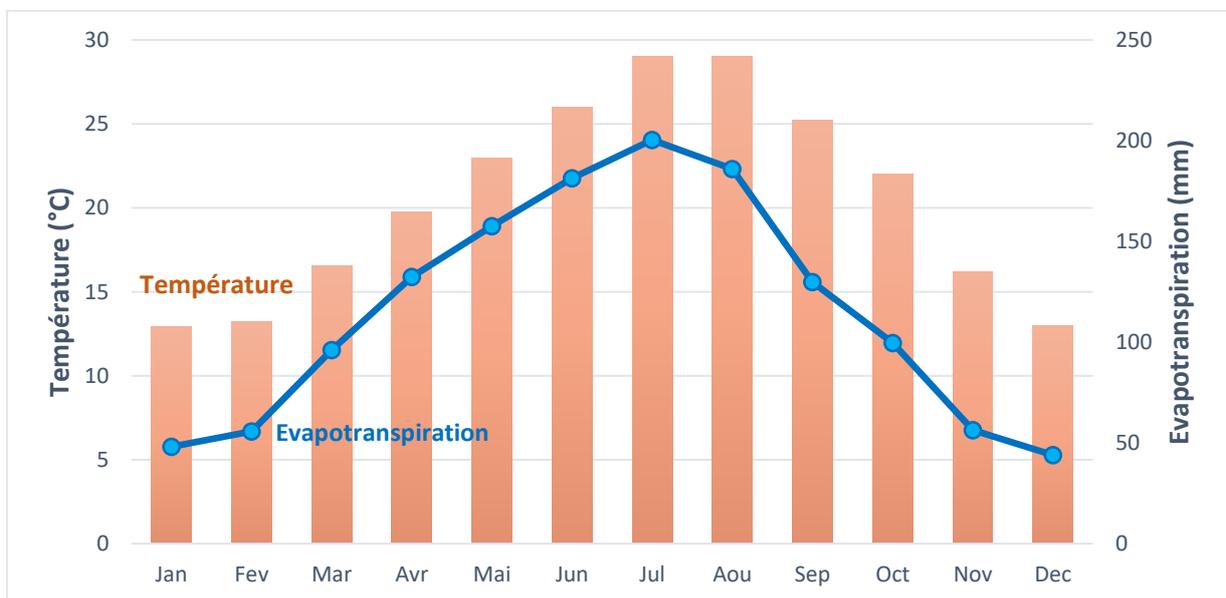


Figure 29. Températures et ETP moyennes mensuelles à la station de Saada (moyenne observée 2008 - 2018)

Les vents dominants sont de secteur Ouest à Nord-Ouest, mais on relève à Marrakech une moyenne annuelle de 40 jours de vents chauds et secs (Chergui soufflant de l'Est, Sirocco soufflant du Sud au Sud-Ouest). Ces caractéristiques font de l'irrigation et de la gestion optimale des ressources hydriques des impératifs à l'activité agricole dans le Haouz en général et le NFIS en particulier.

3. Ressources en eau et infrastructures

Le NFIS dispose d'eaux superficielles stockées dans le complexe Hassan 1^{er} Sidi Driss et des eaux souterraines de la nappe phréatique du Haouz.

Ressources en eau de surface et leur mobilisation

Le secteur de N1-2 est alimenté par les eaux du canal Rcade qui prend son origine au barrage de compensation de Sidi Driss qui est lui-même alimenté par le barrage Hassan Premier.

Dans les années 1960, l'ORMVAH conduit une étude très complète sur l'aménagement que les services hydrauliques du protectorat avaient initié sans aller jusqu'au bout, en particulier le transfert d'eau du bassin de l'oued Lakhdar à celui du N'Fis. Ce projet fut repris dans les années 1970 en conservant cette fois le nom d'origine : le canal de Rcade détourne les eaux de l'oued Lakhdar et

assure une alimentation nouvelle pour de nombreux secteurs le long des 120 kilomètres de son parcours⁷.

Barrage	Superficie BV (Km ²)	Apports 1941-1980 (Mm ³ /an)	Apports 1980-2006 (Mm ³ /an)	% diminution
Complexe Hassan 1 ^{er} Sidi Driss	2930	296	275	7

Source : Étude de faisabilité de la reconversion à l'irrigation localisée – ORMVAH : phase 2 : Avant-projet sommaire

Tableau 5. Apports moyens annuels dans le bassin versant

Les apports naturels diminuent sur l'ensemble du bassin d'Oum Rbia, suite à la diminution des précipitations pluviométriques. Et les volumes d'eau apportés aux agriculteurs sont très variables comme l'illustre le Tableau 6.

Année	Dotations en m ³ /ha
1998-1999	4662
1999-2000	3943
2000-2001	1575
2001-2002	1167
2002-2003	1467
2003-2004	2523
2004-2005	3889
2005-2006	3467
2006-2007	3694
Moyenne	2932

Source : Étude de faisabilité de la reconversion à l'irrigation localisée – ORMVAH : phase 2 : Avant-projet sommaire

Tableau 6. Dotation annuelle à l'hectare dans le secteur N1-2 du NFIS de 1998 à 2007

Leur niveau dépend de différents facteurs (pluviométrie, taux de remplissage du barrage, fréquence d'intervention de l'équipe de maintenance du réseau). Durant l'étude de faisabilité, 4 scénarios de fournitures possibles ont été établis au niveau du secteur étudié :

- Scénario pessimiste où la dotation se situe aux alentours de 1400 m³/ha/an ;
- Scénario optimiste coïncidant avec les estimations du PDAIRE et de la série longue de données de fourniture et qui est établi à une dotation de 5000 m³/ha/an ;
- Scénario réaliste situant la dotation au niveau de la moyenne de la série de 10ans entre les années 1997 et 2007, à savoir une dotation d'environ 3500 m³/ha/an ;
- Scénario extrême reprenant le chiffre retenu dans les études d'aménagement du secteur N'fis avec une dotation de 6800 m³/ha/an.

Ressources en eau souterraines et leur mobilisation⁸

Les ressources en eau souterraines du bassin du Haouz sont de deux types :

- Les nappes profondes circulent dans les formations calcaires du secondaire et du tertiaire. Elles sont de faible productivité et leur extension est généralement limitée.

⁷ Les eaux d'irrigation du Haouz de Marrakech : un siècle de confrontations des modèles de gestion publics, privés et communautaires

⁸ Aht Group Ag – Resing, 2017. Scénario tendanciel d'évolution des ressources en eau et des usages. Convention pour la gestion intégrée des ressources en eau dans le Bassin Haouz-Mejjate.

- La nappe phréatique plio-quaternaire constitue le réservoir d'eau souterraine le plus important du bassin du Haouz, avec une superficie avoisinant les 6000 Km². Elle permet d'alimenter en eau potable et industrielle l'agglomération de Marrakech et les autres localités du Haouz avec un débit d'environ 1 m³/s (soit 30 Mm³/an) et satisfait les besoins de l'irrigation avec un débit d'environ 11.5 m³/s (soit environ 365 Mm³/an). Le développement hydro-agricole continu de la région conjugué à l'effet des années successives de sécheresse (notamment depuis le début des années 80) ont engendré une surexploitation de cette ressource, qui accuse ainsi un déficit moyen annuel d'environ 6.5 m³/s, soit un volume de 200 Mm³/an⁹.

Le secteur étudié est situé sur la nappe du Haouz, qui s'étend entre le piémont du Haut-Atlas au sud et les collines des Jbilet au Nord. Elle est limitée à l'Est par le piémont du Moyen Atlas, au débouché des oueds Lakhder et Tessaout.

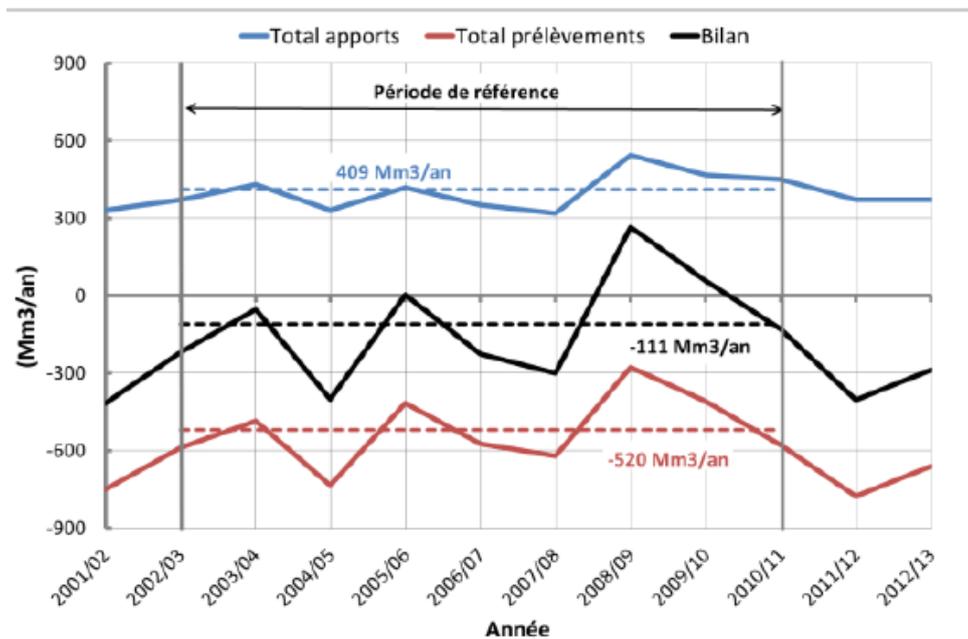
La partie la plus déficitaire de cette nappe se trouve dans le bassin de Tensift. Le bilan de cette partie déficitaire est en moyenne de -111 Mm³/an pour la période 2002/03 à 2010/11 (Figure 30). Les valeurs annuelles de ce bilan fluctuent fortement selon l'hydraulicité. Lors d'une année sèche, le déficit peut s'élever à -417 Mm³/an (année 2001/02). Par contre, en année humide, on assiste plutôt à un stockage de la nappe qui peut atteindre +266 Mm³/an (2008/09).

Les termes considérés pour établir ce bilan sont les suivants :

1. Des apports à la nappe (entrées), composés de :
 - Infiltration des précipitations (151 Mm³/an en moyenne) : infiltration des eaux de pluie dans la plaine.
 - Infiltration des oueds (40 Mm³/an en moyenne) : infiltration des eaux dans les oueds de la plaine.
 - Retour des eaux d'irrigation (165 Mm³/an en moyenne) : qui traduit le retour à la nappe des eaux d'irrigation dans la parcelle agricole.
 - Retour au niveau des séguias (42 Mm³/an en moyenne) : retour des eaux d'irrigation au niveau des séguias.
 - Abouchement Atlas (11 Mm³/an en moyenne) : recharge de la nappe provenant de la zone montagneuse.
2. Des prélèvements à la nappe (sorties), composés de :
 - Prélèvements agriculture (496 Mm³/an en moyenne) : pour les eaux d'irrigation et qui représente de loin le plus gros prélèvement.
 - Prélèvements AEP (23 Mm³/an en moyenne) : pour l'AEP domestique, industrielle et touristique.
 - Drainage Tensift (2 Mm³/an en moyenne) : flux sortant de la nappe au niveau de l'oued Tensift.

⁹ Sinan M., 2000. Méthodologie d'identification, d'évaluation et de protection des ressources en eau des aquifères régionaux par couplage des SIG, de la géophysique et de la géostatistique.

Années	Entrées (Mm3/an)						Sorties (Mm3/an)				Bilan (Mm3/an)
	Infiltration des précipitations	Infiltration oueds	Retour des eaux d'irrigation	Retour au niveau des séguia	Abouchement Atlas	Total entrées	Prélèvements agriculture	Prélèvements AEP	Drainage Tensift	Total Sorties	
2001/02	117	18	160	26	11	331	-663	-25	-2	-749	-417
2002/03	139	24	163	35	11	372	-564	-25	-2	-590	-219
2003/04	175	44	159	40	11	430	-457	-25	-2	-484	-54
2004/05	89	27	178	27	11	332	-707	-26	-2	-734	-402
2005/06	180	37	148	42	11	419	-392	-21	-2	-415	4
2006/07	107	34	162	36	11	350	-552	-22	-2	-575	-225
2007/08	92	24	160	33	11	320	-597	-22	-2	-620	-300
2008/09	222	68	173	70	11	544	-255	-22	-2	-278	266
2009/10	177	69	158	53	11	467	-385	-22	-2	-408	58
2010/11	175	37	181	46	11	449	-555	-22	-2	-578	-130
2011/12	119	33	183	26	11	372	-753	-23	-2	-777	-405
2012/13	137	32	164	27	11	371	-635	-24	-2	-660	-289
Moyenne période de référence (2002/03 à 2010/11)	151	40	165	42	11	409	-496	-23	-2	-520	-111



Source : Aht Group Ag – Resing, 2017. Scénario tendanciel d'évolution des ressources en eau et des usages. Convention pour la gestion intégrée des ressources en eau dans le Bassin Haouz-Mejjate

Figure 30. Bilan sur les années 2001/02 à 2012/13 de la partie Tensift de la nappe du Haouz-Mejjate (haut : différents termes du bilan ; en bas : allure du total)

Dans le Haouz, une grande partie des forages sont illégaux et par conséquent ne sont pas répertoriés. L'ABHT estime que 31% des puits sont illicites et se base sur cette hypothèse pour estimer les prélèvements. En 2001, les forages inventoriés par l'agence représentaient 10 701 puits, en additionnant 31% de puits illégaux, le nombre total des puits de la zone serait donc de 14 000 forages. Plusieurs études ont été lancées par l'ABHT entre 2003 et 2008 dans l'optique d'inventorier/actualiser les puits et forages dans sa zone d'action et les estimations qui ont été données font état de 19,500 puits. Des estimations essentiellement basées sur des enquêtes sont généralement sous-estimées : il est difficile pour un agriculteur qui a un puits illégal de le déclarer à l'enquêteur. Certains fonctionnaires de l'Agence avancent même le nombre de 25 000 puits comme étant « plus proche de la réalité », d'autant plus que ces inventaires datent maintenant d'une dizaine d'années.¹⁰

Traditionnellement, les eaux souterraines étaient drainées par les khattaras. Rendues inefficaces (du fait de la baisse de la nappe phréatique et de leur éboulement), elles ont été remplacées par des motopompes.

¹⁰ Tanouti O., 2015. La Gestion intégrée des ressources en eau à l'épreuve du bassin versant : Le cas du bassin du Tensift au Maroc.

La question de la gestion conjointe eau de surface/eau souterraine

Les ressources en eaux de surface étant de plus en plus rares et la dotation fournie aux agriculteurs insuffisante pour répondre aux besoins des cultures, une utilisation conjointe des eaux de surfaces et des eaux souterraines s'est progressivement développée dans le périmètre du NFIS. Cette réalité va aussi influencer la mise en œuvre du projet de reconversion collective.

Plusieurs scénarios de desserte ont été étudiés. Le schéma retenu permet l'irrigation de l'oliveraie avec une fréquence élevée et dans des conditions les plus apparentes possibles à l'irrigation à la demande. En outre, ce schéma doit également permettre l'irrigation par gravité aux agriculteurs qui n'incorporent pas la pratique de l'irrigation localisée.

L'irrigation à la « demande pure » n'est pas possible parce que le débit déjà existant dans les bornes des blocs (0,5 l/s/ha) impose des restrictions très fortes. Dans ces limitations relatives, les agriculteurs peuvent arroser à la demande. C'est ce qui est connu sous l'expression de « demande restreinte ».

Les ressources en eau étant de plus en plus rares, le projet de reconversion collective dans la zone du NFIS a tenu compte des ressources souterraines pour répondre aux besoins en eaux des cultures et permettre une valorisation du m³ d'eau à travers l'augmentation de la superficie de l'olivier au dépend de la jachère. L'Office a incité les sociétés à travers les directives des Appels à Manifestation d'Intérêts (AMI), à raccorder les puits opérationnels sur les exploitations comme source secondaire.

Notons toutefois une difficulté : pour pouvoir creuser et exploiter un puits ou forage, l'agriculteur a besoin d'une autorisation de l'ABH. Chose qui n'est plus possible depuis des années puisque l'ABH ne fournit plus d'autorisations à cause des baisses des niveaux piézométriques de la nappe.

4. Les exploitations agricoles

Des statuts juridiques contraignants

Dans le secteur N1-2, le statut juridique des terres dominant est le statut domanial (terres de colonisation récupérées par l'Etat), avec 68% des superficies ; le mode d'exploitation de ces fermes s'est peu à peu « melkisé » mais le statut juridique dominant reste toujours domanial. Le statut melk concerne seulement 28% des surfaces. Sur ce secteur, le mode de faire valoir direct domine (90 %).

Pour le secteur N1-3, c'est le statut Guich (terres de l'Etat concédés) qui est dominant ; il couvre 82% des superficies de la commune rurale d'Oudaya. L'ensemble des blocs de la zone du projet sur le N1-3 est de statut Guich.

Les deux statuts juridiques dominants (le Guich et le domaine de l'Etat) sont contraignants dans le cadre de ce projet pour l'accès au crédit des agriculteurs pour les aménagements à la parcelle.

Des exploitations de petite taille

Le secteur se caractérise par l'importance de la petite exploitation (Tableau 7) : 87% ont moins de 2 ha. Quant au secteur N1-2, les exploitations domaniales de taille comprise entre 5 et 10 ha dominant.

CMV	432 Saada N1-2 et N1-4				434 Oudaya N1-3			
	Surfaces	%	nb Agriculteurs	%	Surfaces	%	nb Agriculteurs	%
0 et 2 ha	156	4,1%	108	27,2%	950	48,2%	1008	87,0%
2 et 5 ha	338	8,9%	77	19,4%	509	25,9%	117	10,1%
5 et 10 ha	1190	31,3%	152	38,3%	140	7,1%	17	1,5%
10 et 20 ha	456	12,0%	32	8,1%	225	11,4%	12	1,0%
>à 20 ha	1658	43,7%	28	7,1%	145	7,4%	4	0,3%
total	3798		397		1969		1158	

Source : Étude de faisabilité de la reconversion à l'irrigation localisée dans les périmètres irrigués du Haouz ORMVAH, 2007

Tableau 7. Typologie des exploitations par secteur

Un assolement dominé par l'arboriculture irriguée

L'occupation du sol au niveau du secteur, telle qu'elle ressort des enquêtes auprès du CMV, est la suivante (Tableau 8) : les plantations occupent 61 % de la superficie, avec une dominance de l'olivier (42 % de la SAU). Les rosacées couvrent 12% des superficies avec l'abricotier dominant. Les terres laissées en jachère atteignent 15% des superficies du périmètre.

Secteur	Secteur N1.2. étudié		Superficie irriguée par type d'irrigation			
	Assolement en ha	en %	Gravitaire (ha)	%	Localisée (ha)	%
Cultures						
Céréales						
Blé dur	56,25	1,36%	56,25	100,00%	0,00	0,00%
Blé tendre	361,32	8,76%	361,32	100,00%	0,00	0,00%
Orge	152,04	3,69%	152,04	100,00%	0,00	0,00%
	569,60		569,60	300,00%	0,00	0,00%
Cultures fourragères						
Luzerne	185,62	4,50%	185,62	100,00%	0,00	0,00%
Bersim	112,49	2,73%	112,49	100,00%	0,00	0,00%
Mais fourrage	5,42	0,13%	5,42	100,00%	0,00	0,00%
	303,53		303,53		0,00	
Maraîchage						
	135,27	3,28%	108,22	80,00%	27,05	20,00%
	135,27		108,22		27,05	
Plantations						
Olivier	1 718,87	41,68%	1 684,49	98,00%	34,38	2,00%
Agrumes	195,54	4,74%	43,02	22,00%	152,52	78,00%
Rosacées	505,40	12,26%	101,08	20,00%	404,32	80,00%
Vigne	63,92	1,55%	6,39	10,00%	57,53	90,00%
Autres	29,99	0,73%	3,00	10,00%	26,99	90,00%
	2 513,72		1 837,98		675,74	
Sous étages						
Céréales	16,25	0,39%	16,25	100,00%	0,00	0,00%
Luzerne	78,37	1,90%	78,37	100,00%	0,00	0,00%
Bersim	36,21	0,88%	36,21	100,00%	0,00	0,00%
	130,83		130,83		0,00	
Jachère	601,88	14,59%				
Superficie cultivée	3 522,12	85,41%	2 819,33	80,05%	702,79	19,95%
Superficie totale	4 124,00	100,00%				

Tableau 8. Occupation du sol dans la zone d'étude (Données du CMV OUDAYA, 2007)

ANNEXE B : Equipements externes et internes

Cette annexe présente les équipements externes qui a été installé dans le cadre du projet de modernisation, permettant la délivrance d'une eau sous pression pour alimenter le périmètre collectif étudié (Nfis). Les équipements internes sont également exposés, en sachant que ces derniers peuvent varier en fonction du cas spécifique.

Equipements externes

Bassin de décantation :

D'un volume de 100.000 m³, ce bassin est un des maillons essentiels de la chaîne d'irrigation dans la mesure où il permet l'élimination de particules et la récupération d'une eau clarifiée qui sera stockée dans un bassin d'accumulation.



Bassin 520 (de régulation) :

Le bassin 520 est d'une capacité de 20 000 m³ dont le rôle est le stockage des eaux avant d'être acheminées vers la station de filtration avant leur injection dans le réseau d'irrigation.



Station de filtration :

Cette station est située en tête du secteur et a pour rôle la filtration des eaux en provenance du canal de Rocade jugées trop chargées.



Bornes d'irrigation :

Remplaçant les bornes gravitaires, elles sont dotées d'un compteur volumétrique et desservent des superficies variant de 60 ha à 80 ha.



Prises d'irrigation :

Les prises d'irrigation sont installées à côté des exploitations. On distingue des prises simples, des prises doubles avec deux sorties et des prises triples.



Equipements internes

Le cahier des charges pour les équipements internes¹¹ en précise les éléments constitutifs.

Un bloc construit en dur accueillant le compteur, les filtres, la cuve contenant le liquide pour la fertigation.

« La station de tête à installer au niveau de chacune des propriétés du bloc d'irrigation consiste en :

- Local-abri en dur ayant les dimensions intérieures suivantes : largeur 2m ; Longueur 3m et hauteur 2,5 m (cf. plan-type ci-joint); et qui sera construit au niveau de chaque prise propriété. Ces dimensions peuvent être adaptées en fonction de l'importance de la superficie concernée et de l'encombrement nécessaire. Une station témoin doit être réalisée sur le terrain et validée par la commission avant la construction du reste des stations.
- Injecteur d'engrais de type Venturi fourni avec citerne de 500 litres pour mélanger l'engrais, fourni avec tous les accessoires nécessaires pour aspiration et remplissage de la citerne. Pour les propriétés de 10 ha et plus, la citerne doit être d'une capacité de 1000 litres.
- Système de filtration à disque (batterie de 2 filtres DN 90x3'', finesse 130 μ) fourni avec les accessoires nécessaires pour contre lavage manuel des filtres.
- Un compteur d'eau pour faciliter la gestion de l'irrigation dans le cas de présence de plusieurs héritiers sur la même prise-propriété.
- Un système de régulation de la pression, quand la pression dépasse 4 bars.
- Accessoires de raccordement, notamment à la prise-propriété, et appareillage de contrôle (vannes, manomètres, clapet anti-retour, vanne libre ... etc.). »



Les conduites, vannes et goutteurs

« Les conduites d'amenée et de distribution sont en PVC, classe de pression PN6. Les vannes de contrôle des postes d'arrosage sont de type manuel en PVC. La société assure la fourniture et la pose des conduites, y compris le creusement des tranchées et leur remblaiement.

¹¹ Nous nous référons ici au « cahier de charge de l'équipement interne des propriétés de la première [puis deuxième] tranche du secteur Nfis au Haouz ».



*La prise en compte et la réalisation, le cas échéant, de la connexion des puits/forages **existants** à l'amont des stations de tête (en PVC Ø90) pour un apport de complément à partir de la nappe, doit être envisagée par la société. Le réseau d'irrigation doit être capable de fonctionner avec prise-proprété et puits/forage¹².*

Le goutteur à prévoir est de type intégré turbulent de 2 litres/heure installé sur rampe en PE 16 mm, épaisseur 1mm, avec un écartement de 0,40m. L'écartement adopté entre rampes est de 1,0 m.

Pour le cas de l'arboriculture le goutteur devra être également du type intégré turbulent mais avec un débit de 4 litres/heure et un écartement de 0,75/0,80m entre goutteurs avec 2 rampes par ligne d'arbres¹³.

L'Entreprise s'engage à fournir une rampe PE dont le matériau constitutif est conforme aux normes en vigueur, notamment en matière de pourcentage et de qualité du matériau recyclé.

Les goutteurs à proposer doivent avoir une « très bonne homogénéité de fabrication » (coefficient de variation du débit n'excédant pas 5%) et être « très tolérants » aux variations de pression (Coefficient $x < 0,5$), certifiés par le Laboratoire du Service des Expérimentations, des Essais et de la Normalisation relevant de la Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole. »

¹² Ce paragraphe a disparu dans le texte de l'appel réalisé pour la seconde phase des travaux.

¹³ Lors de la seconde phase, la rédaction diffère : « Pour les parcelles contenant des cultures annuelles, maraîchage ou cultures fourragères, le goutteur à prévoir est de type intégré turbulent de 2 litres/heure installé sur rampe en PE 16 mm, épaisseur 1 mm, avec un écartement de 0,40 m et un écartement entre rampes de 1 m.

Pour les parcelles contenant l'arboriculture fruitière : Mettre la même installation (goutteur de 2 litres/heure, écartement entre goutteurs de 0,40 m, et écartement entre rampes de 1m), tout en remplaçant les 2 rampes qui se trouvent de part et d'autre de chaque ligne d'arboriculture par des rampes de 4 litres/heure, écartement entre goutteurs de 0,75/0,80m. »