



UNIVERSITE CADDI AYYAD
FACULTE DE SCIENCES ET TECHNIQUES

Mémoire de fin d'études

LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES

FILIERE : EAU ET ENVIRONNEMENT

IMPACT DES MARGINES SUR LE SOL ET LA NAPPE SOUTERRAINE DANS LA REGION D'AGAFAY (HAOUZ)

Réalisé par :

HARRAK Ghita

HAMAYDA Gbanaha

Encadré par :

Pr .IGMOULLAN : FST-Marrakech

Mr. ESSAIHIMI : ORMVAH

Soutenu le 23 Juin 2018 devant le jury :

Pr.IGMOULLAN: FST – MARRAKECH

Pr. DAUDI: FST – MARRAKECH

Mr. ESSAIHIMI : ORMVAH

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2017/2018

DEDICACE

C'est avec gratitude et développement total qu'on tienta dédier ce rapport

A **nos parents**, A nos très chères **familles** qui n'ont jamais cessé de nous faire des sacrifices de toute nature pour nous permettre de suivre nos études dans des meilleures conditions

A **nos professeurs** qui ont déployés tous leurs efforts pour nous préparer a affronté la vie professionnelle.

A tous **nos amis**

A tous ceux qui nous ont soutenu par leurs orientations, leur conseils durant la réalisation de ce travail , qu'ils trouvent ici l'expression de notre grande reconnaissance et l'assurance de notre profonds respects

REMERCIEMENT

Avant d'exposer les résultats de ce travail, on tient à remercier nos encadrant. Merci pour votre patience, votre soutien, votre gentillesse, et votre grande humanité, merci pour nous avoir supportées, dans tous les sens du terme, et merci pour ce travail d'équipe qui nous ont tant apporté. Je les remercie aussi d'avoir accepté de nous accompagner dans l'une de nos missions sur le terrain et de nous avoir aidé dans le prélèvement des échantillons. On est très flatté et amplement gâtées de vous avoir comme encadrant.

Nos sincères remerciements vont à Notre encadrant professionnel Mr. . ESSAIHIMI, docteur en environnement et responsable du laboratoire a l'ORMVA du Haouz qui, après avoir accepté, comme stagiaires. Il nous a permis de travailler très librement sur ce projet. Qu'il trouve ici l'expression profonde de ma sincère reconnaissance.

Notre gratitude va également à Notre encadrant pédagogique Mr. BRAHIM IGMOLLAN, pour ses qualités d'enseignant, son coté humaine, son soutien et ses recommandations qui m'ont été indispensables pour finaliser mon travail. Qu'il soit assuré de mes vifs remerciements.

on tient à remercier également notre professeur Mr. DAOUDI , Professeur a la faculté des sciences et techniques Marrakech ,département des sciences de la terre , qui a accepté de juger ce travail.

Nos remerciements se portent vers Mme. OUZZANI, Professeur a la faculté des sciences SEMLALIA Marrakech de nous avoir autorisés a effectuer les analyses physicochimiques de l'eau dans son laboratoire d'écotoxicologie au département de biologie.

Un grand merci à nos parents, nos sœurs, nos frères, et nos amis qui m'ont toujours aidé et encouragé durant toute la période d'études.

LISTE DES ABREVIATIONS

ORMVAH:	Office régional de mise en valeur agricole du Haouz
RD:	Rapport de dilution
SDT:	Taux de sels dissous
TH:	Titre hydrotimétrique (dureté totale)
VRM:	Valeur recommandée maximale
CE:	Conductivité électrique
EDTA:	Acide éthylènediaminetétraacétique
N .E.T :	Noir ériochrome

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
Partie I : Généralités sur les margines	2
I. Généralités sur les margines :.....	3
I.1. Origine des margines :.....	3
I.2. Composition et impact des margines sur l'environnement :	5
I.3. Impact des margines sur l'environnement.....	7
I.3.1. Impact des margines sur le sol.....	7
I.3.2. Pollution de l'air et des eaux:	8
Partie II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	1
II. Cadre géographique et géologique de la zone d'étude.....	1
II.1. Localisation géographique :	1
II.2. Cadre géologique :.....	2
II.3. Contexte pédologique :.....	2
III. Contexte climatologique, et hydrologique	3
III.1. Contexte climatique :.....	3
III.2. Cadre hydrogéologique :	4
Partie III : matériels et méthodes	5
I. Echantillonnage	6
I.1. Prélèvement des eaux :	6

I.1.1.	Prélèvement des sols :	6
II.	Paramètres physico-chimiques	8
II.1.	Paramètres physico-chimiques des eaux	8
II.2.	Paramètres physico-chimiques des sols.....	10
Partie IV :	résultats et discussions	16
I.	Resultats des analyses	17
I.1.	Les analyses de l'eau :	17
I.2.	Les analyses du sol :	17
II.	Interprétations des résultats	19
II.1.	L'interprétation de l'eau	19
II.1.1.	Potentiel d'hydrogène (pH)	19
II.1.2.	Conductivité électrique (CE)	19
II.1.3.	Les éléments majeurs	20
II.2.	Interprétation du sol.....	23
II.2.1.	Mesure de la conductivité.....	23
II.2.2.	Les sels solubles	23
II.2.3.	Le potentiel d'hydrogène (pH)	24
II.2.4.	La matière organique	24
II.2.5.	Le phosphore assimilable (P ₂ O ₅).....	24
II.2.6.	Le calcaire total	24
Conclusion	26	
Bibliographie.....	27	

LISTE DES FIGURES

Figure I- 1 : Extraction de l'huile d'olive par pressage.....	4
Figure I- 2: Système d'extraction et sous-produits d'olivier.....	4
Figure II- 1 : Situation géographique de Tensift Haouz (JICA, 2007).....	1
Figure II- 2 : Carte pédologique du Haouz de Marrakech (Direction de l'Agriculture, du Commerce et des Forêts).....	2
Figure II-3 : Carte phréatique et lithologique des bassins versants de al Haouz de Marrakech (bassin du mejjate, d'im n'tanout et de chichaoua (Sayadi et al. 1996).....	4
Figure III- 1 : Prélèvement de l'eau	6
Figure III- 2 : Prélèvement du sol	7
Figure III- 3 : Echantillon de sol dans une tarière	7
Figure III- 4 : Conductimètre (Laboratoire d'ORMVAH).....	8
Figure III- 5: PH-mètre	9
Figure III- 6 : Dosage de la matière organique	13

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I- 1 : Composition chimique générale des margines (Taouti, 2013).....	7
Tableau II- 1 : Classification des sols au niveau d'Aghafay.....	3
Tableau IV- 1 : Résultats des analyses prélevées (bilan ionique de l'eau)	17
Tableau IV- 2: Résultats des analyses des échantillons des sols prélevés	18
Tableau IV- 3: Les résultats des analyses du polyphénol	19
Tableau IV- 4: Les normes internationales de potabilité selon le PH.....	19
Tableau IV- 5: Risque de salinisation de la nappe souterraine en fonction de la conductivité électrique	20
Tableau IV- 6: Dureté totale TH (°F).....	21
Tableau IV- 7: Tableau des normes marocaines de potabilité des eaux	23
Tableau IV- 8: Classement de la salinité du sol	23
Tableau IV- 9: Les normes du PH.....	25

INTRODUCTION

Le Maroc est considéré parmi les pays méditerranéens grands producteurs d'huile d'olive. Malheureusement cette industrie, en grande partie non structurée, engendre d'énormes quantités de résidus polluants sous forme solide (les grignons) ou liquide (les margines). Si les grignons sont réutilisés en agriculture et en industrie, les margines sont quant à eux directement rejetées dans la nature. Il en résulte un impact négatif qui se traduit par le colmatage des sols, la pollution des eaux superficielles et souterraines et le dégagement d'odeurs nauséabondes.

Ce problème devient crucial dans la région de Marrakech avec l'instauration depuis une dizaine d'année de la stratégie national 'Plan Maroc Vert' qui vise l'intensification de la filière de l'olivier à travers la plantation de 2.500 ha.

Pour étudier de près cette problématique nous avons choisi une huilerie semi moderne dans la commune d'Agafay située aux confins de la ville de Marrakech.

Dans ce rapport, nous avons procédé donc à une étude d'impact des margines sur le sol et les eaux souterraines. Pour cela nous avons débuté par la présentation de la région d'Agafay avec les différents cadres géologiques, topographique, climatologiques, pédologiques et hydrologiques. Ensuite, les caractéristiques physico-chimiques des sols et des eaux souterraines dans la zone ici considérée, en parallèle à la description des différents matériels et méthodes utilisés dans le terrain d'une part pour l'échantillonnage et d'autre part dans le laboratoire pour le suivie des analyses chimiques des sols et de la nappe phréatique.

Le troisième chapitre est réservé à l'interprétation et discussions des résultats expérimentaux obtenus

PARTIE I : GENERALITES SUR LES MARGINES

I. GENERALITES SUR LES MARGINES :

Les margines sont des sous-produits de l'extraction de l'huile d'olive. Ce sont des rejets visqueux, acides, riches en polyphénols et en matières organiques (*Fiesta, 1981, Hamdi, 1993, Sayadi et al. 1996*). Elles ont des effets néfastes sur le sol, les fleuves et les nappes souterraines (risque de contamination), le réseau public et équipement d'assainissement (corrosion, diminution de débits) et sur les stations d'épuration (altération de la qualité de l'eau traitée) quand elles sont rejetées sans traitement, sans contrôle et à des doses excessives.

Ces effluents sont composés de 40 à 50% de l'eau végétal qui provient du fruit (olive) et le reste de l'eau ajoutée lors du processus de trituration (*Nefzaoui, 1987 ; Di-Giovacchino, 1996*).

I.1. Origine des margines :

La production de l'huile d'olive est basée essentiellement sur trois techniques d'extraction :

- La méthode traditionnelle dite par pressage ou discontinue (Figure I-1) qui traite 8 à 10 tonnes d'olives par jour
- La méthode moderne dite par centrifugation ou continue qui traite 30 à 32 tonnes par jour.
- Le procédé à deux phases.

Le processus de trituration des olives produit principalement l'huile d'olive vierge et l'huile de grignon (huile secondaire extraite par des solvants organiques) et engendre deux résidus l'un liquide, les margines et l'autre solide, les grignons. Les olives contiennent environ 20% d'huile, 30% de grignons et 50% d'eau de végétation.

Les margines sont composées de 40 à 50% de l'eau végétal qui provient du fruit (olive) et le reste de l'eau de fabrication ajoutée lors du processus de trituration.

En moyenne 1 m³ de margines est produit par le pressage de 1 à 1,5 tonnes d'olives.

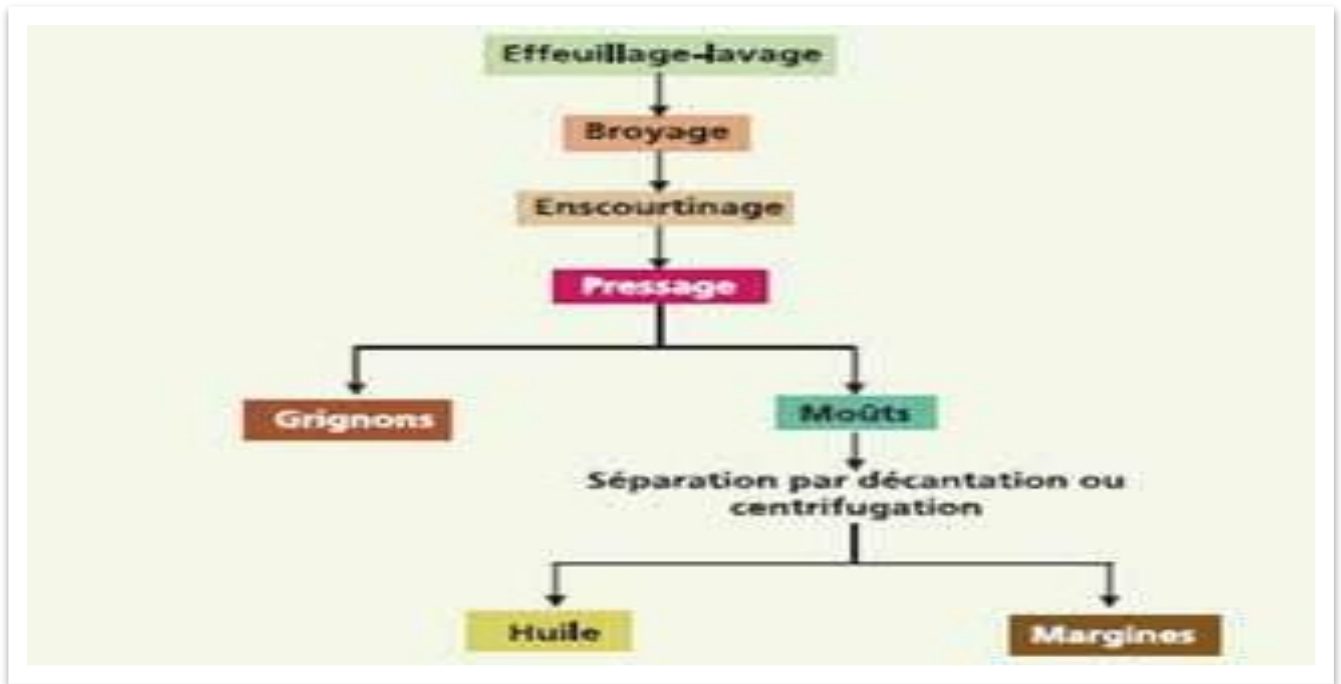


Figure I- 1 : Extraction de l'huile d'olive par pressage

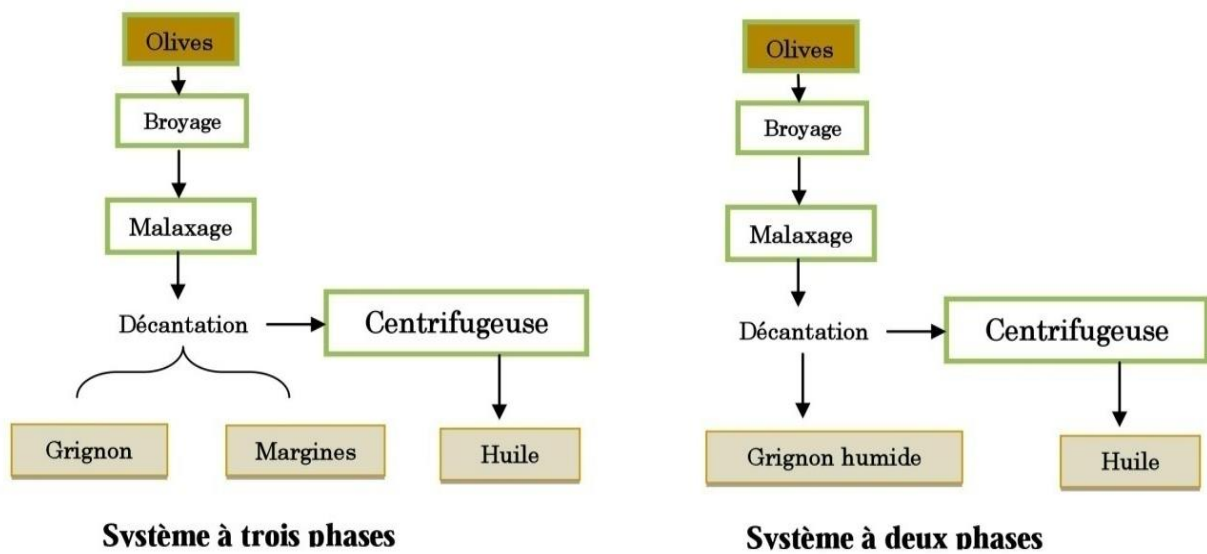


Figure I- 2: Système d'extraction et sous-produits d'olivier



Système a trois phases :

L'huile d'olive produite par le système a trois phases est appauvrie en terme de composés aromatiques et phénoliques ce qui engendre une diminution de sa stabilité et sa résistance à l'oxydation. Ce problème est dû aux apports élevés en eau (40% 60% du poids de la pâte) utilisée avant l'opération de centrifugation. En effet, les substances phénoliques étant hydrosolubles passent partiellement dans les margines. Les huiles d'olive extraites par centrifugation contiennent 40 à 50% de poly phénols en moins que les mêmes huiles extraites par le système de pression ou par centrifugation a deux phases.

Système a deux phases :

Permet d'obtenir des huiles plus riches en composés phénoliques notamment en hydroxytyrosol. En effet, ce procédé utilise peu d'eau tiède pour la dilution de la pâte d'olives et ne génère ainsi que peu d'effluents liquides. L'huile extraite se trouve riche en substances naturelles en conservation. Ainsi, le système de centrifugation à deux phases garantit une huile avec une teneur élevée en antioxydants naturels (hydroxytyrosol et tyrosol).

I.2. **Composition et impact des margines sur l'environnement :**

Les margines ont un aspect trouble, une coloration brun-rougeâtre à noire. Leur odeur rappelle celle de l'huile d'olive, mais elle peut devenir gênante lors des phénomènes de rancissement ou de fermentation anaérobie.

Ces effluents ont une forte charge saline avec une conductivité de l'ordre de 10 ms/cm et sont caractérisées par un pH de 4.5 à 5 due surtout aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium. Ils sont aussi riches en matières organiques et en polyphénols peu biodégradables.

Ces composés se présentent sous trois sortes de fractions ; la fraction organique, minérale et composé phénoliques.

La fraction organique :

Les margines comportent deux fractions organiques : une fraction insoluble constituée essentiellement de pulpes d'olives qui représente la matière en suspension et colloïdale et une

fraction soluble dans la phase aqueuse qui contient les sucres, les lipides, les composés azotés, les vitamines, les acides organiques et les composés phénoliques.

La fraction minérale :

Les margines contiennent des quantités significatives de sels minéraux, dont 80% sont solubles (phosphates, sulfates et chlorures) et 20% insolubles (carbonates et silicates). Les éléments les plus représentatifs sont le potassium (47%), les carbonates (21%), les phosphates (14%) et le sodium (7%).

Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques forment un très vaste ensemble de substances présentant, au moins, un noyau benzoïque auquel sont directement liés un ou plusieurs groupes hydroxyles libres ou engagés dans une autre fonction ester, éther ou étherside.

Dans ce contexte, plusieurs composés phénoliques et plusieurs alcools ont été identifiés. Ces composés peuvent se présenter sous différentes formes plus ou moins complexes. Plusieurs classes de composés phénoliques sont répertoriées selon leur structure chimique de base notamment le nombre de carbone ainsi que la nature, le nombre et la position des substitutions.

D'après *Annaki et al.(1999b)*, la composition chimique des margines est très variable et dépend de plusieurs facteurs qui sont:

- Le procédé d'extraction d'huile d'olive qui représente l'élément le plus important
- Le stade de maturation des olives,
- Les conditions climatiques,
- La variété des oliviers,
- Le système de culture,
- La situation géographique,
- La durée, les techniques et le lieu de stockage des olives avant la trituration.

Ces résidus sont composés en grande partie de substances non azotées, de petite quantité protéines, de lipides et de fibres (TAOUTI, 2013). Les analyses menées sur les margines peuvent nous renseigner sur les intervalles de variation de leurs différents composants chimiques (Tableau I-1).

Tableau I- 1 : Composition chimique générale des margines (Taouti, 2013).

	Composant	Teneur (%)
Eau	83	88
Matières organique	10.5	15
Matières minérales	1.5	2
Matières azotées totales	1.25	2.4
Matières grasses	0.03	1
Polyphénols	1	1.5

I.3. Impact des margines sur l'environnement

Les grignons ne posent pas de problèmes particuliers pour l'environnement et connaissent à l'heure actuelle diverses voies d'utilisation et de valorisation telles que : la production de charbon, de bois et la possibilité éventuelle d'exploitation des éclats de bois pour la fabrication De la pâte à papier (*Jardak, 1999*).

En revanche, les margines sont caractérisées par une concentration élevée en poly phénols et en matières organiques (*CAMURATI et al, 1984*). Une fois rejetées sans traitement préalable, ces margines auront un impact négatif sur l'environnement, dû à leur pouvoir d'inhiber le développement des plantes et de certains micro-organismes (*FILIDEI et al, 2003*).

I.3.1. Impact des margines sur le sol

Le caractère visqueux des margines et leur richesse en huile entraînent la formation d'un dépôt imperméable sur le sol et provoque son asphyxie (*Berndt et al., 1996*). Même si les margines apportent de la matière organique au sol, la richesse de cette matière en composés phénoliques toxiques diminue sa biodégradabilité (*Capasso et al., 1995; Zanjari et Nejmeddine, 2001*). D'autre part, l'infiltration des composés phénoliques monomériques provenant principalement de la décomposition de la litière végétale (*Becking, 1992*) en profondeur et l'adsorption des polymères en surface inhibe l'activité biologique dans les différentes couches du sol (*Mekki et al., 2006*). *Levi-Menzi et al., (1992)* ont démontré une altération de la composition physico-chimique et une perturbation de la structure initiale de la microflore lors de l'épandage des margines dans le sol. *Paredes et al., (1999) et Saviozzietal., (1991)* ont affirmé que la forte charge en sels des margines favorise l'immobilisation de l'azote dans le sol. *Pérez et al., (1986)* ont prouvé une réduction du magnésium disponible aux plantes, éventuellement, à cause de l'effet antagoniste du potassium. *Moreno et al., (1987)* ont constaté que la présence des graisses en émulsion produit une couche superficielle imperméable limitant l'aération du sol et inhibant la microflore autochtone. *Sierra et al., (2001)* ont prouvé que l'infiltration des margines dans le sol provoque la redistribution et la modification du pH, de la conductivité électrique, du contenu organique et inhibe l'activité respiratoire du sol. Le pH acide des

margines est souvent à l'origine des modifications dans les caractéristiques du sol. La neutralisation par la chaux est souvent recommandée avant toute application des margines. Cependant, cette addition de chaux risque de provoquer une augmentation progressive de la matière calcaire du sol (*Ranalli, 1991b*).

L'application des margines sur les sols entraîne également des changements de son activité microbienne. Ces changements se manifestent par un déséquilibre dans le nombre des microorganismes nitrifiant et dénitrifiant entraînant un déséquilibre dans les cycles d'azote et du soufre qui deviennent indisponibles pour la nutrition des plantes (*Ranalli, 1991a*).

I.3.2. Pollution de l'air et des eaux:

Les mauvaises odeurs posent des problèmes de pollution de l'air par le taux élevé d'ammoniaque et d'autres gaz produits lors du traitement de ces effluents.

Les résidus métalliques et organiques, la demande biologique et chimique en oxygène constituent une source de pollution de l'eau qui se transmet vers les eaux souterraines et superficielles du globe terrestre, puisque les margines sont le plus souvent rejetés dans les récepteurs naturels des cours d'eau, sans aucun traitement préalable, ce qui empêche ces eaux de s'auto épurer.

En effet les margines contiennent des concentrations élevées en phosphores et en tannins, en plus d'une large quantité de matières organiques. En effet, les phosphores accélèrent le développement des algues et augmentent la probabilité d'une eutrophisation entraînant un déséquilibre écologique dans les eaux naturelles. La présence des tannins, provenant de l'olive et se trouvant dans les margines, provoque une décoloration de ces effluents. Les nutriments entraînent une augmentation des microorganismes qui infectent les eaux et les rendent dangereuses pour la vie aquatique. D'autre part, la margine contient des quantités élevées de sucres et de lipides. Les sucres provoquent une augmentation de la population microbienne, par conséquent une augmentation de la consommation d'oxygène dissout, donc une réduction de sa disponibilité pour d'autres organismes vivants. Les lipides forment un film imperméable, ce qui empêche la pénétration des rayons lumineux et de l'oxygène.

**PARTIE II : PRESENTATION DE LA ZONE
D'ETUDE**

II. CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

II.1. Localisation géographique :

La région AGAFAY est située à une trentaine de kilomètres à l'ouest de Marrakech (figure II-1):

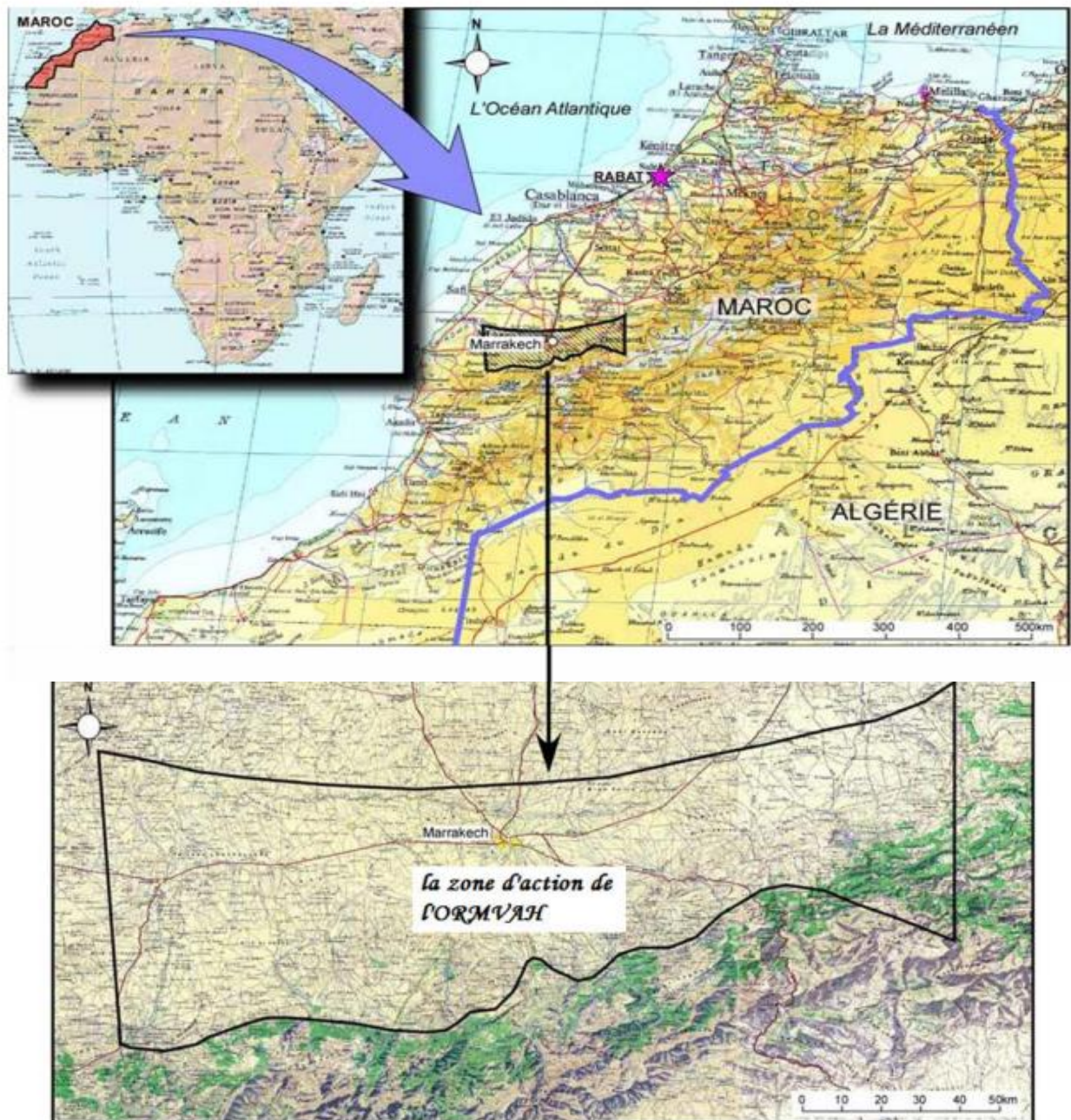


Figure II- 1 : Situation géographique de Tensift Haouz (JICA, 2007)

II.2. Cadre géologique :

La plaine du Haouz est couverte par les produits de l'érosion des montagnes du Haut Atlas, essentiellement des alluvions torrentielles constituées de cailloutis, graviers et limons propices en particulier aux cultures d'arbres fruitiers.

II.3. Contexte pédologique :

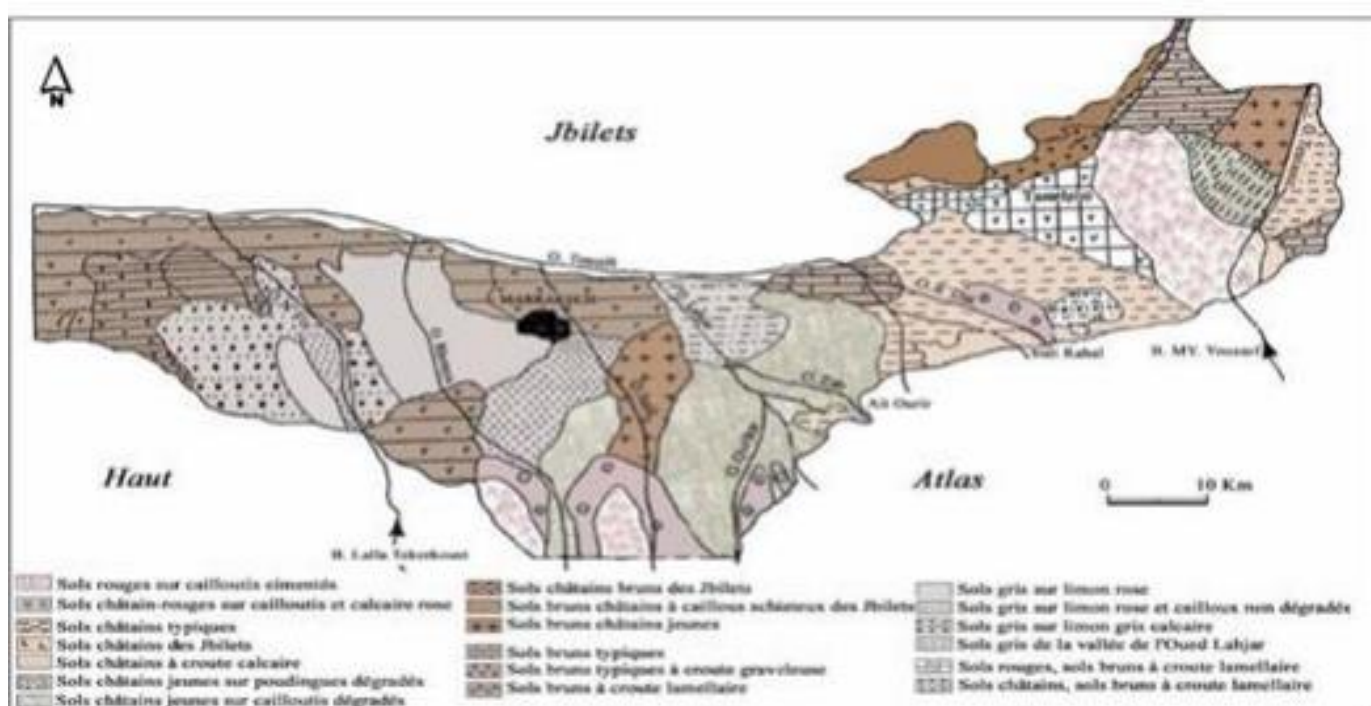


Figure II- 2 : Carte pédologique du Haouz de Marrakech (Direction de l'Agriculture, du Commerce et des Forêts)

Hormis la zone septentrionale de sols squelettiques sur croûte calcaire, les îlots de sols squelettiques sur cailloux roulés et les sols alluviaux des basses terrasses limoneuses de l'Oued Tensift.

L'intensité de ces caractères a servi de base à, leur classification :

Tableau II- 1 : Classification des sols au niveau d'Agafay

Sols bruns steppiques	Sur limon rouge
	Sur limon gris ou limon rouge remanié
Sierozems	Sur limon gris ou limon rouge remanié
Brun jeune	Sur limon gris ou limon rouge remanié
	Sur limon caillouteux
Alluviaux	Sur limon sableux des basses terrasses
Squelettiques	Sur croûte calcaire
	Sur cailloux roulés

III. CONTEXTE CLIMATOLOGIQUE, ET HYDROLOGIQUE

III.1. Contexte climatique :

Le climat du haouz est de type continental chaud et sec à la limite du semi-aride et de l'aride. il est caractérisé par :

- Des pluies faibles et variables avec une moyenne annuelle de l'ordre de 240 mm, pour 40jours de pluie environ ;
- Une température moyenne élevée, avec des écarts journaliers et mensuels importants. La moyenne des maxima est de 37 °c et la moyenne des minima est de 4°c.
- Une hygrométrie faible : la moyenne mensuelle varie de 40 % `a 70 % ;
- Une très forte évaporation avec une moyenne annuelle d'environ 2300 mm.

III.2. Cadre hydrogéologique :

Dans la plaine du Haouz seules les formations continentales de remplissage renferment une importante nappe phréatique. La perméabilité moyenne de ces formations, hétérogène est variable, diminue à mesure que l'on s'enfonce puisque les faciès deviennent de plus en plus argileux. La nappe phréatique circule donc pratiquement dans la partie supérieure du remplissage continental, c'est-à-dire dans les formations du Pliocène et du Quaternaire remaniées par les oueds atlasiques. Cette couche utile a une épaisseur moyenne de 40 mètres.

On observe des chenaux correspondant à d'anciens lits d'oueds et constitués par des formations à galets, graviers et sables où la perméabilité est plus forte et qui sont le siège d'écoulements préférentiels. La couverture limoneuse de la plaine limite considérablement l'alimentation verticale par les infiltrations d'eau de pluie ou d'eau d'irrigation. L'alimentation de la nappe phréatique provient essentiellement de l'infiltration des eaux de crues des oueds selon leurs cours, principalement sur les cônes de déjection. La nappe circule du Sud vers le N.O. ou le Nord, c'est-à-dire de l'Atlas vers l'Oued Tensift ou vers les trouées de l'Oued Tessaout et de l'oued Gaïno dans les Jbilet.

Les exutoires naturels de la nappe sont constitués par les underflows des oueds Tensift au Nord et par les résurgences ou sources de la rive gauche de l'oued Tensift à l'Ouest. L'exploitation de la nappe se fait par puits à main, par rhattaras et par pompes (*Fiesta, 1981*).

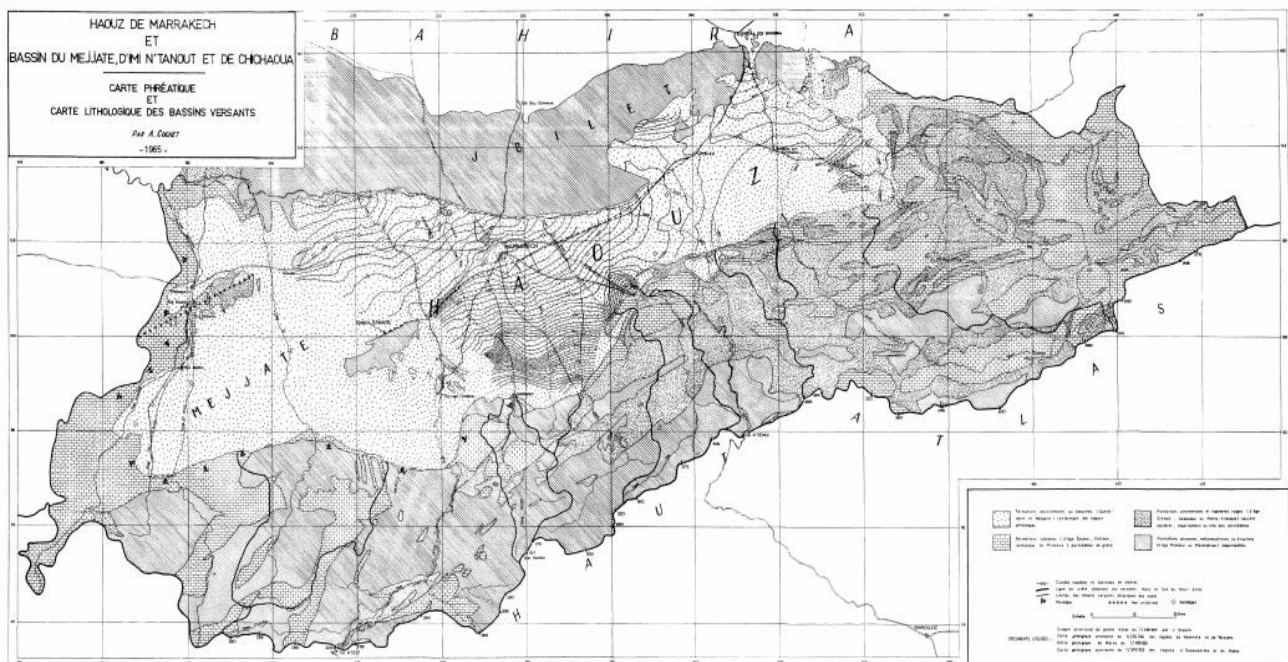


Figure II-3 : Carte phréatique et lithologique des bassins versants de al Haouz de Marrakech (bassin du mejjate, d'im n'tanout et de chichaoua (Sayadi et al. 1996).

PARTIE III : MATERIELS ET METHODES

I. ECHANTILLONNAGE

I.1. Prélèvement des eaux :

Le prélèvement des échantillons des eaux souterraines a été faite à partir des puits traditionnels situés à côté de la marge semi- moderne étudiée.

Le prélèvement de ces eaux a été échantillonné dans des bouteilles en plastique bien bouchées, définies par des codes et conservées à 4° degré dans une glacière pour obtenir des analyses de bonne qualité (Figure III-1).



Figure III- 1 : Prélèvement de l'eau

I.1.1. Prélèvement des sols :

Les échantillons du sol ont été prélevés en parallèle à l'échantillonnage des eaux.

Le sol est de texture argileuse limoneuse sableux et homogène sur la profondeur dans la région d'étude. Cette étape dépend du nombre d'échantillons à prélever, du nombre de répétition, et du temps pour aller au terrain (Figure III-2).



Figure III- 2 : Prélèvement du sol

Nous avons entamé notre prélèvement à l'aide d'une tarière manuelle agricole. 3 échantillons ont été prélevés :

- ❖ Un échantillon prélevé en surface (0-20cm) dans une zone très proche des margines
- ❖ Le deuxième échantillon a été prélevé en surface (0-20cm) dans une zone loin de la précédente qui est environ de 8 mètres
- ❖ Le troisième échantillon se trouve dans le même emplacement du deuxième témoin mais plus profond (20-40cm)

Avant de commencer les échantillons, les sols ont bien été séchés à l'air libre pendant 2 jours à cause des pluies, ensuite tamisés par des tamis de 2 mm d'épaisseur pour obtenir une qualité très fine.



Figure III- 3 : Echantillon de sol dans une tarière

II. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

II.1. Paramètres physico-chimiques des eaux

✚ Conductivité électrique (CE) :

Une cellule de conductimètre est constituée de deux électrodes, de plaques identiques et parallèles et recouvertes de noir de platine. Ces électrodes sont reliées à un générateur de tension. Une fois la cellule plongée dans la solution ionique, on fait varier la tension à ses bornes et on mesure l'intensité du courant qui la traverse.

Ces analyses ont été effectuées à l'aide d'un conductimètre de type BASIC 30 selon le norme AFNOR (NF27888).



Figure III- 4 : Conductimètre (Laboratoire d'ORMVAH)

✚ Le potentiel d'hydrogène (PH) :

Le PH mètre est de type CONSORT C562 selon la norme (T90-008).

L'usage de celui-ci est établi sur la relation qui se trouve entre la concentration en ions hydrogène (H^+) et le potentiel électrochimique qui se forme dans le PH-mètre une fois plongé dans la solution étudiée.

Le pH-mètre est généralement constitué d'un boîtier électronique permettant l'affichage de la valeur numérique du pH et d'une sonde de pH constituée d'une électrode de verre permettant la mesure et d'une électrode de référence. Son fonctionnement est basé sur le rapport qui

existe entre la concentration en ions (définition du pH) et la différence de potentiel électrochimique qui s'établit dans le pH-mètre une fois plongé dans la solution étudiée.

Celui-ci est constitué de deux électrodes, l'une standard dont le potentiel est constant et connu (appelée électrode de référence), l'autre à potentiel variable (fonction du pH, appelée électrode de verre). Ces deux électrodes peuvent être combinées ou séparées.



Figure III- 5: PH-mètre

✚ Le bilan ionique de l'eau :

➤ Sulfates (SO₄²⁻) :

Ces ions sont dosés à partir d'un indicateur coloré eriochrome et tamponnés dans un milieu acide par l'EDTA selon la norme AFNOR (T90-040).

➤ Calcium (Ca²⁺) et magnésium (Mg²⁺) :

Il est réalisé par les opérations permettant de déterminer les duretés totale, permanente, calcique et magnésienne.

Dureté totale : Concentration totale en ions calcium et magnésium. S'effectue par un dosage par l'EDTA à pH = 10, en utilisant le NET comme indicateur.

Dureté permanente : Concentration en ions calcium et magnésium après précipitation des carbonates. Le dosage s'effectue comme précédemment après une ébullition prolongée et filtration.

Dureté calcique : Concentration en ions calcium. S'effectue par un dosage par l'EDTA à pH > 12, pour faire précipiter l'hydroxyde de magnésium, et en utilisant Patton et Reeder comme indicateur.

Dureté magnésienne : Concentration en ions magnésium. S'effectue par un dosage par l'EDTA à pH = 10, après avoir fait précipité l'oxalate de calcium et filtré, et en utilisant le NET comme indicateur.

➤ Bicarbonates (HCO₃⁻) :

Le dosage du bicarbonate HCO₃⁻ se fait par H₂SO₄ (acide sulfurique) C=0,02 dans un milieu acide en présence d'un indicateur coloré vert Bromocrésol qui donne comme résultat une couleur bleue, par la suite une couleur jaune à la fin du dosage.

➤ Chlorures (Cl⁻)

Les chlorures (Cl⁻) sont dosés par le nitrate(AgNo³) en présence d'un colorant chromate (CrO₄²⁻) dans un milieu neutre qui donne à la fin du dosage une couleur rouge brique.

Mode opératoire :

- Dans une fiole jaugée on met 25ml de l'échantillon à analyser
- Puis on ajoute 0.5ml du réactif diazotation
- Après 15 min on passe au spectromètre à 537nm.

II.2. Paramètres physico-chimiques des sols

Le but de cette partie est d'effectuer des analyses physico-chimiques des sols qui ont été établies au laboratoire l'ORMVAH pour examiner l'impact des margines sur le sol de la région AGAFAY,

On a donc mesuré le pH, la conductivité électrique, la matière organique, la potasse échangeable, le calcaire total, le polyphénol et les éléments majeurs des échantillons : Magnésium(Mg²⁺)Bicarbonate (HCO₃⁻), Les Sulfates(SO₄²⁻), Les Chlorures(Cl⁻), Le calcium (Ca²⁺).

Conductivité électrique (CE) :

L'échantillon de sol est extrait dans un rapport d'extraction de 1:5 (m/V) avec de l'eau à une température de (20 ± 1) °C, afin de dissoudre les électrolytes. La conductivité électrique spécifique de l'extrait filtré est mesurée et le résultat est corrigé à une température de 25 °C.

Cette manipulation a été mesurée par un conductimètre de type BASIC 30,

Pour mesurer la concentration de la salinité dans l'eau, on utilise la relation suivante :

$$CE(\text{mmhos/cm}) = \text{Lecture}(\text{Ms/cm}) * 1.105$$

Avec :

CE (mmhos/cm)*0.64=la concentration en sels solubles dans l'eau(g/l).

Le potentiel d'hydrogène (PH) :

Un sol en santé est un sol qui a un pH adéquat. Le pH (potentiel hydrogène) représente la quantité d'ions hydrogène (H⁺) présents dans le sol. Plus un sol contient d'ions hydrogène, plus il est acide.

On peut connaître avec précision le pH d'un sol en le faisant analyser en laboratoire. On peut également utiliser un pH-mètre ou se procurer une trousse d'analyse de sol chez les détaillants de produits horticoles.

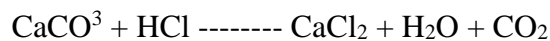
La mesure se fait par un pH mètre CONSORT C562 selon la norme AFNOR (ISO10390).

Mode opératoire :

- Peser 10g de terre tamisée à 2mm dans des béchers 30ml ajouter 25ml d'eau distillée.
- A l'aide d'une baguette en verre agiter de temps en temps pendant 4 heures.
- Etalonner l'appareil (pH mètre) par des solutions tampons de pH 7 et pH 9
- A l'aide d'un agitateur magnétique on agite quelque minute au moment de prendre les mesures.
- Après chaque mesure on rince soigneusement l'électrode.

Le calcaire total :

On attaque un poids connu de terre par l'acide chlorhydrique :



Cette Réaction permet d'utiliser une méthode gazométrique puisque l'on distingue qu'une mole de CaCO₃ Permet le dégagement d'une mole de gaz carbonique .Remarque :

On peut aussi utiliser une méthode volumétrique où l'on dose la perte d'acidité d'une solution d'HCl par la Soude (NaOH).

Manipulation du calcimètre

- Réactifs:

- HCl 1/2 c
- eau distillée saturée en NaCl (300g/l)

- Appareillage :Le calcimètre de Bernard est composé d'une burette graduée en ml reliée par le bas au moyen d'un tube en caoutchouc a une ampoule et par le haut a un erlenmeyer muni à l'intérieur d'un petit tube à essai .

Mode opératoire :

- On met un poids P de terre tamis à 2mm (de 0 .25 g à 5 g selon le taux de calcaire dans le sol) dans un erlenmeyer de 250 ml (col large).
- On introduit dans l'erenmeyer avec une pince, une capsule remplie d'HCl à moitié sans la renverser.
- On note la température de l'air ambiante.
- On règle le zéro de niveau du liquide dans le tube gradué de calcimètre de Bernard.
- On bouche l'erenmeyer avec le bouchon de caoutchone portant le tube de dégagement.
- On ouvre le robinet qui est en contact avec l'air extérieur pour rétablir la pression atmosphérique à l'intérieur de l'erenmeyer.
- On ferme le robinet puis on verse l'acide sur la terre.
- On agite l'erenmeyer avec une main, et de l'autre main on fait descendre l'ampoule de façon ce que le liquide de tube gradué reste en même niveau que dans l'ampoule.
- On note le volume de tube gradué.

La potasse échangeable (K₂O) :

Connaître la teneur du sol en potassium échangeable est indispensable pour optimiser au plan agronomique et économique la fertilisation complémentaire en fonction des besoins du sol et des cultures et maintenir durablement sa fertilité potassique.

La terre est mise en contact avec une solution d'acétate d'ammonium, suivant la norme AFNOR NF X31-108. L'extrait obtenu est dosé par spectrométrie d'émission atomique par plasma induit (ICP).

Mode opératoire :

- Peser 5 g de la terre tamisée à 2 mm dans des flacons d'agitation.
- Ajouter 50 ml d'acétate d'ammonium.
- Agiter pendant 2h.
- Filtrer la solution à travers le papier filtre Wattman.

- On étalonne le photomètre à flamme par une gamme étalon de concentration connue de KCl (5 ; 10 ; 15 ; 20ppm)
- Après on dose les différents filtrats des échantillons.

✚ La matière organique :

La matière organique amplifie grandement la capacité d'échange cationique du sol et retient les nutriments assimilables par les plantes. Ainsi, la matière organique constitue un réservoir de nutriments lentement assimilables (Figure III-6) .

La teneur en matière organique du sol n'est pas une donnée utilisée pour effectuer des recommandations de fertilisation, mais elle joue néanmoins un rôle important dans la fertilité du sol.

Ainsi, en général, le carbone organique présent dans le sol est mesuré, puis le résultat obtenu est transformé pour obtenir la matière organique présente en prenant comme référence que 58 % du carbone organique de l'humus du sol constitue la matière organique.



Figure III- 6 : Dosage de la matière organique

Mode opératoire :

- Peser (0.5g à 2g) selon la richesse de la matière organique dans des erlenmeyers de 250 ml.

OXYDATION :

- + 10ml de $K_2Cr_2O_7$, 1N par une éprouvette ou pipette de 10 ml.
- +20 ml d' H_2SO_4 concentré.
- Agiter 1 mn en évitant de disposer l'échantillon sur les parois de l'erenmeyers
- ABONDONNER 30 mn pour laisser l'oxydation se développer.
- Ajouter 100 ml d'eau distillé pour stopper la réaction. laisser décanter.

DOSAGE :

- Prélever 25 ml de la solution
- Ajouter 5 g de NAF (une cuillère)
- Ajoute 3 gouttes de chlorhydrate de diphénylamine
- Verser la solution de sel de Mohr dans une burette et tirer l'excès de bichromate.


Le phosphore assimilable(P_2O_5) :

La détermination du taux du phosphore assimilable contenu dans le sol est nécessaire pour évaluer le besoin nutritif des plantes.

La méthode utilisée pour ce dosage est la méthode d'Olsen.

- **Olsen**, méthode d'extraction douce également adaptée aux sols neutres ou calcaires. Elle extrait une quantité de phosphore plus faible que les deux méthodes précédentes. La valeur obtenue est probablement plus représentative du phosphore bio disponible.

Mode opératoire :

- peser 5g de terre des flacons d'agitations.
- Ajouter 100 ml de $NaHCO_3$
- Ajouter une cuillère de charbon actif, boucher et agiter mécaniquement 30 min
- Filtrer en maintenant en suspension le charbon. (la solution doit être limpide sinon augmenter la quantité de charbon actif).

GAMME ETALON :

- Dans des fioles jaugées de 50 ml, distribuer :
- 0- 2.5-5-7.5-10-15-20 ml de la solution fille de phosphore.
- Ajouter 5 ml d la solution d'acide ascorbique et compléter a 50 ml avec l'eau distillée
- Cette gamme correspond a des concentrations en phosphore de :
- 0-0 .05-0.1-0.15-0.20-0.30-0.40 ppm.

ECHANTILLONS :

- Dans des fioles jaugées de 50 ml introduite un volume adéquat (1 à 5ml) des filtrats obtenus après extraction. (faire un témoin avec 5ml de NaHCO_3).
-
- Ajouter 5 ml de solution d'acide ascorbique, ajouter 30 ml d'eau distillée.
- Agiter de temps en temps jusqu'à dégagement complet de CO_2 . Compléter à 50 ml avec l'eau distillée.
- Mesurer la densité optique (D.O) 30 min après l'addition de la solution d'acide ascorbique.
- NB : LONGEUR D'ONDE UTILISÉE 710 nm

 Cas du polyphénol
Mode opératoire :

La méthode décrite par Macheix et al. (1990) a été adaptée pour déterminer la teneur totale en polyphénols. Un gramme de chaque échantillon de sol a été agité par secousses dans 20 ml de méthanol froid (80% v / v) pendant 15 minutes et le mélange a été centrifugé pendant 3 minutes à 5000 tr / min à 4°C.

Cette étape a été répétée trois fois avant que les surnageants soient évaporés pour éliminer le méthanol. Une solution de sulfate d'ammonium (40% v / v) a été ajoutée à l'extrait aqueux afin d'augmenter la force ionique de la solution et une solution d'acide métaphosphorique à 20% (1/10 v/v) a été ajoutée pour éviter l'oxydation des composés phénoliques.

Cette phase a été suivie par la dépigmentation et la délipidation de l'extrait aqueux avec de l'éther de pétrole (v / 2). L'extrait a été purifié par de l'acétate d'éthylène (v / v) et évaporé à siccité à 35 ° C avec un évaporateur rotatif et le résidu a été récupéré dans 2 ml de méthanol pur. L'extraction a été répétée trois fois pour chaque échantillon de sol. La teneur totale en polyphénols a été déterminée par spectrophotométrie en utilisant la catéchine (+/-) comme gamme standard (Singleton et Rossi, 1965). Brièvement, 50 µl de l'extrait d'échantillon dilué ont été mélangés avec 1,35 ml d'eau distillée et 200 µl de réactif de FolinCiocalteu. Ensuite, 400 µl de solution de carbonate de sodium (20% p / v) ont été ajoutés.

Les tubes à essai ont été placés dans un bain d'eau pendant 20 minutes à 40 ° C avant que l'absorbance ne soit mesurée à 760 nm. La concentration de polyphénols dans les échantillons a été dérivée d'une courbe standard (+/-) - catéchine allant de 5 à 30 µg ml⁻¹

PARTIE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. RESULTATS DES ANALYSES

I.1. Les analyses de l'eau :

Pour effectuer les analyses de l'eau, on a pris un échantillon d'eau d'une distance de 30 mètres du puit le plus proche de la zone d'Agafay.

Les analyses réalisées sur l'échantillon de l'eau sont résumés dans le tableau

Tableau IV- 1 : Résultats des analyses prélevées (bilan ionique de l'eau)

Réf	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	pH	CE a 25°C Mmhos /cm	Sels soluble g/l
S1 : 0.60m	44	21 .78	88 .75	146 .4	115 .2	8.06	0.680	0 .435

I.2. Les analyses du sol :

Nous avons prélevées trois échantillons du sol ; l'un proche du bassin des margines, et les deux autres un peu plus loin (8m). Au laboratoire, nous avons noté que ces sols présentent deux types de textures: l'échantillon S1 est argileux sableux alors que l'échantillon s2 est peu plus limoneux. Nous avons ensuite mesuré la conductivité, les sels solubles, la matière organique ...

Tableau IV- 1: Résultats des analyses des échantillons des sols prélevés

Echantillon	Profondeur (cm)	texture	Calcaire Total	Matière organique %	pH	Conductivité électrique 1/5 mmhos/cm	Sels soluble g/l	P2O5 ass ppm
S1	0-20	As	11.50	2.189	9.72	5.09	16.30	65.95
S2 (0-20)	0-20	ALS	12.40	1.720	8.61	3.28	10.50	157.62
S2 (20-40)	20-40	ALs	15.30	1.876	8.37	3.06	9.79	156.28

Le tableau de résultats (Tableau III-2) montre que le taux de calcaire est plus important au niveau de la couche (20-40cm) du sol S2 avec un taux de 15.30%, il est plus faible dans la couche supérieur (0 -20cm) du même sol avec un taux de 12.40%, et le pourcentage de calcaire est encore plus inférieur dans le sol S1 avec un taux de 11.50%.

Tableau IV- 2: Les résultats des analyses du polyphénol

<i>Echantillons</i>	<i>Résultat (mg/kg MF)</i>
<i>S1 (0-20)</i>	<i>6.09</i>
<i>S2 (0-20)</i>	<i>173.0</i>
<i>S2 (20-40)</i>	<i>429.1</i>

II. INTERPRETATIONS DES RESULTATS

II.1. L'interprétation de l'eau

II.1.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Les valeurs du ph des eaux souterraines analysés est de 8.06 pour le puits de l'unité semi-moderne (N1).

Donc l'eau (N1) est moyennement basique selon les normes internationales de potabilité (tableau IV-4).

Tableau IV- 3: Les normes internationales de potabilité selon le PH

Faiblement acide	neutre	Faiblement basique	Moyennement basique	Fortement basique
6.0 - 6.5	6.5 - 7.3	7.3 - 7.8	7.8 - 8.5	> 8.5

II.1.2. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique de l'eau de puits N1 de l'unité semi-moderne est de 0,0680 mmhos avec une valeur de la teneur en sels solubles de 474 mg/l.

Tableau IV- 4: Risque de salinisation de la nappe souterraine en fonction de la conductivité électrique

Risque de salinisation	Sels dissous total (SDT) (mg /l)	Mmhos/cm
Nul	<500	<0.75
Légers	500-1000	0.75-1.5
Modéré	1000-2000	1.5-3.00
Sévère	>2000	>3

A partir du tableau IV-5 on conclut que :

L'eau de puits de l'unité semi-moderne ayant une conductivité électrique inférieure à 0.75 mmhos /cm, soit un total de sel soluble de 0,5 g /l. C'est une eau de salinité Nul.

II.1.3. Les éléments majeurs

Les anions :

Sulfate (SO_4^{2-}) :

La teneur en eau du puits N1 du site étudié est en total très faible. Il est de l'ordre de 115.2. ça veut dire que cette valeur correspond et respecte la norme marocaine de potabilité des eaux qui est une valeur inférieure à 250 mg /l.

Chlorure (Cl^-) :

Les analyses effectuées des chlorures présente une valeur de 88.75 pour l'eau de puits semi-moderne, cela montre que le résultat ne dépasse pas la norme marocaine qui est de l'ordre 200mg /l .

Bicarbonates (HCO_3^-) :

Concernant le bicarbonate, la teneur de l'eau semi-moderne est de 146 .4. Cette valeur est très élevée et dépasse la valeur recommandé maximale (VRM) par la norme marocaine de potabilité des eaux qui est de 50mg /l.

Les cations :

Magnésium (Mg²⁺) et calcium (Ca²⁺) :

Les analyses réalisés au laboratoire de l'eau de puits, nous renseigne que les teneurs effectuées en magnésium sont globalement faibles de l'ordre de 21.78 comparant à la norme marocaine de 50 mg/l. On observe aussi que la teneur en calcium est de l'ordre 44 ne dépassant pas la norme marocaine de 100mg /l.

La présence du calcium et du magnésium montre la dureté d'une eau. La dureté est exprimé en degré français (°F) qui représente 10mg /l de CaCO₃. Elle est calculée par la formule suivante :

$$TH=(Ca+Mg)*5$$

Ou Ca²⁺ et Mg²⁺ sont exprimés en méq /l.

Tableau IV- 5: Dureté totale TH (°F)

Dureté totale TH (°F)	Très douce	douce	Plutôt douce	dure	Très dure
Caractérisation	<7	7-15	15-30	30-40	>40

Calcul de la concentration de ca²⁺et mg²⁺ en méq/l :

On a les masses molaires M(ca²⁺) =40 et M(mg²⁺) =24 et les concentrations de Ca²⁺ et mg²⁺ en mg/l sont 44, 21.78.

Donc les concentrations du calcium et magnésium sont :

$$Ca_{2+} =1.1 \text{ méq/l} \text{ et } Mg_{2+}=0.907 \text{ méq/l}$$

$$TH= (1.1 +0.907)*5= 10.03^{\circ}F$$

On observe depuis le tableau que la dureté de l'eau de puits de l'unité semi-moderne est de 10 .03°F .ce sont alors des eaux douce.

D'après les analyses des eaux souterraines de l'eau de puits de l'unité semi-moderne. On remarque que celui-ci a une bonne qualité avec une concentration en Ca^{2+} , Mg^{2+} et SO_4^{2-} très faible d'une unité semi-moderne, un risque de salinisation faible, une acidité moyenne, et un risque de toxicité des cultures par le chlorure très faible (tableau VI-6) .

La concentration en bicarbonate pour l'échantillon est très élevée car elle dépasse la valeur maximale recommandée par la norme marocaine.

Donc l'eau de ce puits est plus au moins potable car la majorité des ions dissous est proche aux valeurs de norme recommandée.

Même si la valeur élevée en bicarbonates indique une petite pollution de l'eau a cause de la migration des margines a la nappe alors le traitement est exigé dans ce cas.

Concernant notre puits ; la petite pollution de l'unité semi-moderne pourrait être due a la nature des bassins de stockage, lorsqu'ils sont en béton de ciment et en absence de tout épandage direct des margines sur le sol, l'infiltration de ce dernier, vers les eaux souterraines sera nulle ; dans le cas inverse, l'infiltration sera importante.

La migration des margines vers le puits engendre plusieurs facteurs :

- Les pluies qui augmentent l'infiltration vers le sol
- Le nombre des huileries situées à proximité des puits
- Le sens d'écoulement de la nappe
- La distance séparant les puits de l'huilerie
- La profondeur de la nappe par rapport au sol.

Cette eau pour l'unité qu'on a analysé est considéré comme potable pour la consommation humaine.

Tableau IV- 6: Tableau des normes marocaines de potabilité des eaux

Eléments	Concentration maximale recommandée par les normes marocaines
Chlorures	200 mg/l
Sulfates	250 mg/l
Bicarbonates	50 mg/l
Nitrite	0.1 mg/l
pH	6.5 - 8.5
Conductivité	1.3 – 2.7 mS/cm
Calcium	100 mg/l
Magnésium	50 mg/l

II.2. **Interprétation du sol**

II.2.1. **Mesure de la conductivité**

Le sol S1 est caractérisé par une conductivité de l'ordre de 5.09 ms/cm. Alors que le sol S2 montre une valeur de 3.28 ms/cm à la profondeur 0-20cm et 3.06mS/Cm à la profondeur 20-40cm. Selon le tableau de la norme de conductivité du sol nous concluons que les deux sols en question S1 et S2 sont classés comme sol très fortement salé .

Tableau IV- 7: Classement de la salinité du sol

Classe de salinité du sol	Valeur de la conductivité Ms/cm
Non salé	<0.28
Faiblement salé	0.28-.33
Moyennement salé à salé	0.33-0.66
Fortement salé	0.66-1
Très fortement salé	>1

II.2.2. **Les sels solubles**

Les résultats de la conductivité sont épaulés par les résultats des sels solubles, le tableau x montre que dans le sol S1 une concentration de 16.30 g/kg a été trouvée alors que dans les différentes profondeurs du sol S2 des concentrations de 10.50 et 9.79 g/kg respectivement pour 0-20cm et 20-40cm.

II.2.3. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le sol témoin a une valeur de Ph de 8.9, le ph des sols par les margines de l'unité semi-moderne ont une moyenne de 8.89.

II.2.4. La matière organique

Pour le sol témoin le pourcentage en matière organique est de 1.367% et les pourcentages observés pour les sols des sites de trituration semi-moderne sont :

$$S1 (0-20) = 2.189 \%$$

$$S2 (0-20) = 1.720 \%$$

$$S2 (20-40) = 1.876 \%$$

Donc une moyenne de 1.93%

Les résultats ont aussi montré que dans la plupart des cas la concentration des paramètres sont plus élevé dans S1 qui est à proximité du bassin des déchets solides (les grignons) que dans S2. On remarque que le taux de matière organique est de 2.18% dans le sol S1 alors que dans le sol S2 le taux de matière organique est de 1.72% et 1.87% respectivement pour les profondeurs 0-20cm et 20-40cm.

II.2.5. Le phosphore assimilable (P₂O₅)

La teneur en P₂O₅ des échantillons a augmenté par rapport a la valeur de l'échantillon témoin de 27 ppm selon les résultats :

$$S1 (0-20) = 65.95 \%$$

$$S2 (0-20) = 157.62 \%$$

$$S2 (20-40) = 156.28 \%$$

II.2.6. Le calcaire total

Le pourcentage en calcaire total a augmenté par rapport a la valeur initiale de l'échantillon témoin de 10% jusqu'à une moyenne de 13.6% pour la trituration semi-moderne.

Tableau IV- 8: Les normes de la concentration du calcaire

0	0.5	5	10	25	50
Non calcaire	Très faible en calcaire	Faible en calcaire	calcaire	Fortement calcaire	Très fortement calcaire

D'après le tableau de la norme ci-dessus, on peut classer notre sol dans les deux cas S1 et S2 comme sol calcaire a fortement calcaire. Cette caractéristique pour nuire à la qualité du sol et causé le blocage de plusieurs éléments traces ainsi que le phosphore assimilable par les plantes.

CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que les margines ne provoquent pas beaucoup d'influences sur l'aspect qualitatif de l'eau : elle reste assez bonne pour la consommation. Cela est dû vraisemblablement, au fait que les margines sont collectées dans un bassin relativement étanche mais aussi à l'éloignement en profondeur de la nappe phréatique (60m). L'infiltration des margines vers la nappe est donc limitée.

Cette étude peut être complétée, car d'autres paramètres méritent d'être clarifiés davantage comme la mesure de nitrite, potasse et l'azote total vu que leur mesure nécessite des matériels sophistiqués et qui présentent des bonnes indicateurs de pollutions (sols, nappe phréatique).

BIBLIOGRAPHIE

Amirante P, Di Renzo G.C, Di Giovacchino L, Btanchiand B, Catalano P (1999) Évolution technologique des installations d'extraction de l'huile d'olive, *Olivae*, 48 : 43-53.

Annaki A., Chaouch M., Rafiq M. (1999b) Influence de la durée du stockage des olives sur l'évolution de la composition des margines. *L'eau. L'industrie. Les nuisances*, 218, 24-28.

Berndt, T.J. (1996). Exploring the effects of friendship quality on social development. In W.M. Bukowski, A.F. Newcomb, & W.W. Hartup (Eds.), *the company they keep: Friendship in childhood and adolescence* (pp. 346–365). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Camuratif , A. Lanzani , A. Arpino, C. Ruffo et E. Fedili (1984). Le acque di vegetazione della lavorazione delle olive: tecnologia economia di recupero di sottoprodotti. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 61, 283-292.

Capasso, R & Evidente, Antonio & Schivo, L & Orrù, Germano & Marcialis, MA & Cristinzio, Gennaro. (1995). Antibacterial polyphenols from olive oil mill waste waters. *The Journal of applied bacteriology*. 79. 393-8.

Fiestas Ros de Ursinos JA (1981) Différentes utilisations des margines : recherche en cours, résultats et applications, Séminaire International sur la Valorisation des Sous-produits de l'Olivier PNUD/FAO. Monastir (Tunisie), 93-95.

Fili dei, Selene & Masciandaro, Grazia & Ceccanti, Brunello. (2003). Anaerobic Digestion of Olive Oil Mill Effluents: Evaluation of Wastewater Organic Load and Phytotoxicity Reduction. *Water Air and Soil Pollution*. 145. 79-94. 10.1023/A:1023619927495.

Hamdi M (1993) Future prospects and constraints of olive mill waste waters use and treatment, *A review Bioproc. Eng.*, 8: 209-214.

Levis-Menzi R., Gaviozzi A., Riffaldi R., falzi L. (1992) L'épandage aux champs des margines : effet sur les propriétés du sol. *Olivae*, 40, 20-25.

Mekki A, Dhouib A, Sayadi S (2006). Changes in microbial and soil properties following gamend ment with treated and untreated olive mill waste water. *Microbiol. Res.*, 161: 93–101.

Moreno E., J. Perez , A. Ramos-Cormenzan ,J.Martinez(1987). Antimicrobial effect of waste water from olive oil extraction plants selecting oil bacteria after incubation with diluted waste. *Microbios*, 51, 169-174.

Nefzaoui A (1987) Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par la valorisation optimale des sous-produits, Séminaire sur l'économie de l'olivier (Tunisie)

Paredes C., Cegarra J., Roig A., Sanchez-Monedero M.A., Bernal M.P. (1999) Characterisation of olive mill waste water (alpechin) and its sludge for agricultural purposes, *Bioresource Technol.* 67, 111–115.

Perez, J. M. ; Bourdon, D. ; Baudet, J. J. ; Evrard, J., 1986. Prediction of the energy value of sun flower meal from their cell wall contents. *Journées Rech. Porc.*, 18: 35-46

Ranalli A. (1991a). L'effluent des huileries d'olive : Propositions en vue de son épuration. Références aux normes italiennes en la matière. Première partie. *Olivae*, 37, 30-39.

Ranalli A., (1991b). L'effluent des huileries d'olive : propositions en vue de son épuration. Références aux normes italiennes en la matière. Troisième partie. *Olivae*, 39, 18-34.

Sayadi S, Allouche N, Jaoua M, Alaoui F (2000) Detriment effects of high molecular-mass polyphenols on olive mill wastewater biotreatment, *Process Biochemistry*, 35: 725-735.

Sierra J., E. Marti, G. Montserrat, R. Cruanas et M.A. Garau (2001). Characterisation and evolution of a soil affected by olive oil mill waste water disposal, *Sci. Total Environ.*, 279, 207-214.

Saviozzi, A., Levi-minzi, R., Riffaldi, R., et al. Effect of olive mill waste water spreading on soil characteristics. *Agrochimica*, 1991, vol. 35, p. 135-148.

Zenjari, B. and A. Nejmeddine, 2001. Impact of spreading olive mill waste water on soil characteristics: Laboratory experiments. *Agronomie*, 21: 749-755.