

**REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Ecologie et Environnement

Spécialité Biodiversité et Environnement

THEME

**Evaluation du risque de contamination de la nappe
phréatique par les pesticides**

Présenté par :

M^{elle} FERHAT Ouardia

M^{elle} MERBAH Lydia

Devant le jury :

Présidente : M^{me} LARDJANE N.

Promotrice : M^{me} SADOUDI-ALI AHMED D.

Co-promotrice : M^{me} ALI AHMED S.

Examinatrice : M^{me} SAHMOUNE F.

Professeur UMMTO

Professeur UMMTO

M.C.B à l'UMMTO

M.A.A à l'UMMTO

Soutenu publiquement le : 12/07/2023.

Remerciements

Nous tenons d'abord à remercier ALLAH de nous avoir guidés et donnés le courage pour mener à bien ce travail.

Nos remerciements vont ensuite à notre promotrice **Mme SADOUDI-ALI AHMED D.** professeur à l'UMMTO pour nous avoir proposé cette thématique et d'avoir accepté de nous encadrer. Nous exprimons nos sentiments de gratitude à notre co-promotrice **Mme ALI AHMED S. M.C.B** à l'UMMTO pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené à bon port.

Nos vifs remerciements vont aux membres du jury, à la présidente de jury **Mme LARDJANE N.** Professeur à l'UMMTO et à l'examinatrice **Mme SAHMOUNE F. M.A.A** à l'UMMTO pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements s'adressent également à l'ensemble des chercheurs du laboratoire de sciences du sol de l'INRF (Institut National de Recherche Forestière) de BAINEM pour nous avoir autorisées à y accéder.

Nous tenons à remercier les ingénieurs des laboratoires : « Laboratoire PSEMRVC et Laboratoire commun » de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'UMMTO pour leur aide dans la réalisation de la partie pratique de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent aussi aux agriculteurs **Mr AZZOUK Hocine, BOUBAKOUR Slimane** et **BOUMRICHE Rabea** pour nous avoir accordées l'accès pour échantillonner au sein de leurs vergers et pour les informations qu'ils nous ont fournies.

Nous tenons à notifier un remerciement spécial à l'équipe pédagogique du département de biologie à l'UMMTO et les intervenants professionnels responsables de notre formation.

Nous tenons également à remercier les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je tiens à remercier en premier lieu :

Le bon DIEU, tout puissant, source de toute connaissance.

À celui qui m'a appris que la patience est la clé du succès et de la Victoire, je deviens finalement ce que tu as toujours souhaité, réaliser tes souhaits était ma destination depuis mon enfance, ce mémoire est le fruit de votre éducation.

A mon père

A celle qui m'a entouré de tendresse et de joie, celle à laquelle je dois le premier et le dernier sourire, a qui n'a jamais connu des limites pour m'aimer et m'encourager.

A ma mère

À celle qui m'a toujours soutenu et encouragé KHALTI ZAHIA SEDKI j'en remercie Dieu pour ça, qu'il vous accorde la santé et une longue vie.

À ceux qui m'ont toujours soutenu et encouragé :

A mes chère sœur HAOUA ET DIHIA

Et surtout mes chers frères : ADAM, DJAFFER, CHAVANE, RAMDHANE

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon binôme MERBAH LYDIA ainsi que sa famille, je suis convaincu que notre réussite est le fruit de notre travail d'équipe et de notre complémentarité.

À mon âme sœur, ta présence compte énormément pour moi, les mots ne suffisent pas l'attachement que je porte pour toi .Qu'ALLAH nous garde ensemble pour l'éternité.

NACHEF MAYSSA.

À mes meilleurs amies ROZA, FARAH, RYMA , SAMIA qui m'ont énormément encouragées et soutenues à la cour des meilleures et mauvaises périodes de mes études, et surtout ma précieuse IKRAM qui m'a toujours encouragé mille merci pour toi.

A mes amis (BELKACEM, MOUHAND).

A toute la promotion de Biodiversité et Environnement 2022/2023



FERHAT Ouardia

Dédicaces

Avec l'aide de Dieu **ALLAH**, le tout puissant qui m'a éclairé le chemin du savoir, j'ai pu réaliser ce modeste travail qui est la conséquence de longues années d'étude et d'effort, je le dédie à :

- ✓ La personne la plus chère au monde, à la personne qui a œuvrée pour mon succès, à ma chère maman **YASSA Houria**, tu m'as comblé avec ta tendresse et affection, tu n'as cessé de me soutenir et m'encourager tout au long de mon parcours, tu es mon symbole d'espoir. En ce jour mémorable, reçois ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.
- ✓ Mon exemple dans la vie à l'homme que suis-je sa fille, au meilleur papa au monde **MERBAH Rabah** pour ses sacrifices, son amour et ses conseils précieux qui ont toujours guidés mes pas vers la réussite.
- ✓ Mes très chères sœurs talentueuses : **Hayet et Meriem**, que je remercie infiniment pour leurs soutiens soit moraux ou physiques.
- ✓ Mon beau-frère **MENDAS Samir**.
- ✓ **Houya**, ma force, tu as toujours été quelqu'un de généraux et cette fois encore tu l'as prouvé.
- ✓ A Mani **LAREF Sadia**, que dieu te guérisse et aux meilleurs tentes au le monde : **Fatma, Malika, Ourida, Zouhra, Karima, Hakima, Malika et nana Djedjiga**.
- ✓ Mes chères cousines : **Souhila, Samo, Sabrina, Widad, Yasmine, Imane, Ines**, je vous aime tellement.
- ✓ Mon binôme **FERHAT Ouardia**, c'était difficile mais pas impossible.
- ✓ Mon intime **BOUFNAR Sara** je te remercie infiniment pour ton encouragement, ton soutien incessant et surtout tes conseils qui m'ont toujours été fort utiles.
- ✓ Une très chère personne, **Mr AKBAL Belaid**, les mots me manquent pour exprimer combien ton aide et ton soutien moral m'ont permis d'avancer dans mon travail. Tes conseils, ta bonne humeur, et ton soutien me donnent des ailes pour avancer dans la vie. Il est très rare de rencontrer une personne aussi dévouée et digne de confiance.
- ✓ A toutes les personnes qui ont contribuées à l'élaboration de ce travail.



MERBAH Lydia

Liste des tableaux

- **Tableau 1** : Principales familles chimiques des pesticides (El Bakouri, 2006).....6
- **Tableau 2** : Résultats de l'enquête de terrain.....22
- **Tableau 3** : Résultats obtenus après le calcul de la CE des sites étudiés.....26
- **Tableau 4** : Résultats d'analyses de carbone organique total des sols des sites étudiés.....27
- **Tableau 5** : Résultats de l'analyse granulométrique des sols des sites étudiés.....27
- **Tableau 6** : Caractéristiques des matières actives des différents pesticides.....28

Liste des figures

- **Figure 1** : Principaux mécanismes gouvernant le transfert des produits phytosanitaires.....7
- **Figure 2** : Localisation de la zone d'Oued Falli.....12
- **Figure 3** : Localisation de la zone d'Ighil-Azegghagh..... 13
- **Figure 4** : Localisation des deux zones El fiyadh et Djnah el faroudj.....14
- **Figure 5** : Dispositif de prélèvement du sol sur une parcelle agricole.....15
- **Figure 6** : Etapes de la préparation des échantillons de sol.....15
- **Figure 7** : Etapes suivies pour déterminer le pH.....16
- **Figure 8** : Etapes suivies pour mesurer la capacité au champ.....17
- **Figure 9** : Etapes suivies pour mesurer la conductivité électrique.....18
- **Figure 10** : Procédure suivies pour le dosage du carbone organique.....19
- **Figure 11** : Etapes suivies pour l'analyse granulométrique.....20
- **Figure 12** : Résultats du pH des sols des différents sites étudiés.....25
- **Figure 13** : Pourcentage de la rétention en eau des sols des différents sites étudiés.....26

Liste des abréviations

- **FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **TO** : Tizi-Ouzou.
- **DBK** : Draa Ben Khedda.
- **DEM** : Draa El Mizane.
- **% H** : Taux d'humidité.
- **COT** : Carbone organique total.
- **% C** : Pourcentage du carbone organique total.
- **A** : argiles
- **L** : limons
- **S** : sables
- **P1** : Parcelle nulle.
- **P2** : Vigne
- **P3** : Poirier.
- **P4** : Blé.
- **P5** : Pomme de terre de DEM.
- **P6** : Pomme de terre d'ouef falli.
- **P7** : Oranger.
- **PDT1** : Pomme de terre d'oued falli.
- **PDT2** : Pomme de terre de DEM.
- **V1** : Parcelle nulle.
- **V2** : Vigne.
- **BL** : Blé.
- **PR** : Poirier.
- **ORG** : Oranger.

Sommaire

Introduction.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
1. Généralités sur les pesticides.....	3
1.1. Définition.....	3
1.2. Composition d'un pesticide.....	3
1.3. Types des pesticides.....	4
1.4. Classification des pesticides.....	4
2. Devenir des pesticides dans l'environnement.....	6
2.1. Comportement des pesticides dans le sol.....	7
2.2. Mécanismes de transfert des pesticides.....	7
3. Toxicologie des pesticides.....	11
III.1. Toxicité aigüe.....	11
III.2. Toxicité chronique.....	11
Chapitre II : Matériel et méthodes	
1. Situation géographique des régions d'étude.....	12
1.1. Oued falli.....	12
1.2. Ighil-Azeggagh.....	13
1.3. El fiyadh et Djenah El Faroudj.....	14
2. Méthodologie de travail.....	14
2.1. Enquête de terrain.....	14
2.2. Caractérisation des sols.....	14
2.3. Analyses mathématiques.....	15
Chapitre III : Résultats et discussion	
1. Résultats.....	21
1.1. Collecte des données.....	21
1.2. Caractérisation des sols.....	25
1.3. Evaluation du risque de pollution de la nappe phréatique.....	28
2. Discussion.....	30
Conclusion générale.....	33

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Les productions agricoles, destinées à la consommation humaine ou animale, ont besoin d'être protégées contre des ravageurs qui sont susceptibles de provoquer des dégâts souvent irréversibles (Mamadou et Mazih, 2015).

Afin d'atteindre les normes requises et des niveaux de production économiquement viables, les agriculteurs sont obligés d'utiliser de nombreuses substances pour lutter contre les mauvaises herbes, les insectes nuisibles ou les maladies fongiques (Samuel et Saint Laurent, 2001).

Les pesticides, encore appelés produits phytosanitaires, sont des substances chimiques qui contribuent de façon nécessaire et souvent indispensable à la sauvegarde, à la régularité et à la qualité de la production agricole (Acta, 2002 ; Uipp, 2002). Leur composition et leur structure sont très variées, de sorte que leurs propriétés physiques et chimiques le sont aussi, ce qui explique leurs multiples usages, dangers, ainsi que les difficultés rencontrées pour décrire et prévoir leurs devenir dans les sols (Calvet et al., 2005).

L'utilisation des pesticides en agriculture présente deux aspects aux conséquences totalement opposées. Le premier concerne la réduction des dégâts causés aux cultures par des organismes phytopathogènes et le développement des adventices pour maintenir la productivité. Le deuxième tient à la nature même des pesticides qui en fait, dans certaines conditions, de possibles polluants (Marouane, 2014).

Les pesticides sont parmi les polluants les plus dangereux de l'environnement en raison de leur stabilité, leur mobilité et leurs effets, à long terme, sur les organismes vivants. Le devenir des pesticides concerne le milieu naturel dans son ensemble (sol, eau et air) mais le sol reste un compartiment clé (Ayad-Mokhtari, 2012).

Après application au sol, les pesticides peuvent subir divers processus : adsorption, volatilisation, mobilité et dégradation (biotique ou abiotique). Ils peuvent parvenir aux eaux souterraines par infiltration au travers des sols et des eaux superficielles par ruissellement.

L'attention portée à la pollution des eaux souterraines est un phénomène assez récent qui s'est amorcé il y a environ 15 ans car ces eaux constituent l'essentiel des réserves en eau potable de la planète et représentent un enjeu économique et stratégique primordial (Vieville, 1988). La protection des ressources en eau et la santé publique nécessitent une étude détaillée de la vulnérabilité à la pollution des régions ; elle a été introduite en France en 1960 (Vrba et Zoporozic, 1994).

Les modalités et le temps de transfert des polluants sont très variables selon les types de polluants et selon les sols. Ils dépendent des caractéristiques des sols et de leur humidité, des réactions chimiques des molécules avec l'eau et le milieu ainsi que, de l'activité microbienne.

Le présent travail est structuré comme suit :

Le premier chapitre de ce mémoire consiste en une revue bibliographique dédiée aux généralités sur les pesticides et aux modes de transfert de ces polluants du sol vers le sous-sol. Quant au deuxième chapitre, il décrit les zones d'études et le déroulement de notre enquête. Dans le troisième chapitre, nous avons présenté et discuté les résultats obtenus. Le mémoire se termine par une conclusion générale.

Synthèse

bibliographique

I. Généralités sur les pesticides :

I.1. Définition :

L'étymologie du mot pesticide s'est construite à partir du suffixe "cide" qui signifie "tuer " et de la racine anglaise "pest" (animal, insecte ou plante nuisible) provenant du latin Pestis (peste) qui désignait le fléau en général (El Azzouzi, 2013).

La FAO définit, en 2018, le terme pesticide comme : « toute substance ou association de substances qui est destinée à repousser, détruire ou combattre les ravageurs, y compris les vecteurs de maladies humaines ou animales, les espèces indésirables de plantes ou d'animaux causant des dommages ou se montrant autrement nuisibles durant la production, la transformation, le stockage, le transport ou la commercialisation des denrées alimentaires, des produits agricoles, du bois et des produits ligneux, des aliments pour animaux, ou qui peut être administrée aux animaux pour combattre les insectes, les arachnides et autres endo ou ectoparasites ».

I.2. Composition d'un pesticide :

Les pesticides comprennent à la fois des ingrédients actifs et d'autres ingrédients qui sont inertes ou produits de formulation.

I.2.1. Ingrédients actifs :

Les ingrédients actifs sont les produits chimiques contenus dans un pesticide qui agissent pour lutter contre les ravageurs. Ils doivent être identifiés par leur nom sur l'étiquette du produit antiparasitaire avec son pourcentage en poids. Souvent, les ingrédients actifs constituent une petite partie du produit entier.

Il existe plusieurs catégories d'ingrédients actifs :

- Conventionnels : qui sont tous des ingrédients autres que les pesticides biologiques et les pesticides antimicrobiens.
- Antimicrobiens : qui sont des substances ou des mélanges de substances utilisés pour détruire ou supprimer la croissance de micro-organisme nocifs.
- Les bios pesticides : qui sont des types d'ingrédients dérivés de certains matériaux naturels (EPA, 2019).

I.2.2. Ingrédients inertes (de formulation) :

Il s'agit de composants d'un pesticide qui y sont ajouté intentionnellement et qui ne sont pas des ingrédients actifs. Ils améliorent les propriétés physiques du pesticide tels que le Kérosène, l'éthanol, la gélatine, l'huile de soja, etc. (EPA, 2019)

Contrairement aux ingrédients actifs, les produits de formulation (adjuvants) ne sont pas inscrits sur l'étiquette du pesticide.

I.3. Types de pesticides :

I.3.1. Produits phytosanitaires : ils désignent les produits chimiques ou substances toxiques destinés à :

- Protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action ;
- Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (ex : régulateur de croissances) ;
- Détruire les végétaux indésirables ou les parties des végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux (Calvet, 2005).

I.3.2. Biocides : ce sont des substances actives et des préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur. Elles sont destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toutes autres manières, par une action chimique ou biologique (Calvet, 2005).

I.4. Classification des pesticides :

Les pesticides sont classés par grandes familles selon un double classement :

I.4.1. Classement par cible :

Les trois familles les plus utilisées sont :

- **Insecticides :**

Ils sont destinés à lutter contre les insectes. Ils interviennent en tuant ou en empêchant la reproduction des insectes, ce sont souvent les plus toxiques.

Selon Batch (2011), ce sont des substances actives ayant la propriété de tuer les insectes, leurs larves et/ou leurs œufs.

- **Fongicides :**

Ils sont destinés à éliminer les moisissures et parasites des plantes (champignons). Les fongicides les plus anciens sont le soufre, le cuivre et ses dérivés organiques comme la bouillie bordelaise (mélange de sulfate de cuivre et d'hydroxyde de calcium) (Foubert, 2012).

- **Herbicides :**

Ils sont destinés à lutter contre certains végétaux « mauvaise herbes, plantes indésirables ». L'herbicide le plus connu et le plus utilisé actuellement dans le monde est le

glyphosate (Roundup) qui inhibe la synthèse des acides aminés dans les plantes jugées « indésirables » pour les cultures (Foubert, 2012).

Sont distingués, en outre :

- ✓ **Les rodenticides** (contre les rongeurs) ;
- ✓ **Les acaricides** (contre les acariens) ;
- ✓ **Les molluscicides** (contre les escargots et les limaces) ;
- ✓ **Les nématocides** (contre les nématodes) ;
- ✓ **Les corvifuges** (contre les corbeaux).

I.4.2. Classement par groupe chimique :

Il existe près de 10 000 formulations commerciales composées de la matière active et d'adjuvants et qui se présentent sous différentes formes (liquide, solides : granulés, poudre...) (Aubertot et al., 2005). Il existe près de 100 familles chimiques de pesticides, voici quelques-uns :

- **Les organochlorés :**

Ils sont parmi les plus anciens et les plus persistants tels que, le DDT. Ils sont surtout utilisés comme insecticides en agriculture et dans les métiers de bois, comme les aldrine, les dieldrine, les endrine et le lindane qui a été abondamment utilisé en France par les agriculteurs jusqu'en 1998 où il a été interdit en raison de sa toxicité et de son accumulation dans l'organisme (EPA, 2019).

- **Les organophosphorés :**

Ils sont également utilisés comme insecticides, ils contrôlent les organismes vivants en agissant sur les systèmes nerveux. Ils sont moins persistants et sont représentés par, le fenthion, le malathion, etc. (EPA, 2019).

- **Les carbamates :**

Ils sont issus de l'acide carbamique et, comprennent les insecticides, les fongicides, les herbicides, comme les carbaryl, les carbofuran, les thiodicarbe, etc. (EPA, 2019).

- **Les pyréthroides de synthèse :**

Ils perturbent la transmission des impulsions nerveuses et, sont stables sous le rayonnement solaire et sont représentés par, les cyhalothrines, les cyperméthrines, les deltaméthrines, etc. (EPA, 2019).

Les principaux autres groupes chimiques sont représentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Principales familles chimiques des pesticides (El Bakouri, 2006).

	Insecticides	Fongicides	Herbicides
Minéraux	<ul style="list-style-type: none"> • Composé arsenicaux • Soufre • Composés fluorés • Dérivé de mercure • Dérivé de sélénium • Composé de base de silice, quartz, manganèse • Huile de pétrole 	<ul style="list-style-type: none"> • Sels de NH₄ de Ca, de Fe de Mg, K, Na • Sous forme de sulfates, de nitrates • Chlorures, Chlorates... 	<ul style="list-style-type: none"> • Sel de cuivre • A base de soufre • Composés arsenicaux • Huiles minérales
Organique	<ul style="list-style-type: none"> • Organochlorés • Organophosphorés • Carbamates 	<ul style="list-style-type: none"> • Phytohormones ; • Dérivés de l'urée • Carbamates • Triazines et Diazine • Dérivés de pyrimidines • Dérivés de dicarboximides • Dérivés de thiadiazine et thiadiazoles 	<ul style="list-style-type: none"> • Carbamate et dithiocarbamates • Dérivés des benzène • Dérivés des quinones • Amides • Benzonitriles • Toluidines • Organophosphorés
Divers	<ul style="list-style-type: none"> • Pyrethrine de synthèse • Produits bactériens • Répulsif 	<ul style="list-style-type: none"> • Dicamba • Pichlorama • Paraquat fait partie des Bipyridilium. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carboxines • Chloropicrine • Doguanides • Formol

II. Devenir des pesticides dans l'environnement :

En vue de protéger les cultures contre des parasites ou le développement d'adventices indésirables, des pesticides sont appliqués sur les parcelles agricoles, le plus souvent, sous la forme de liquides pulvérisés sur les plantes et/ou sur le sol. Il existe d'autres cas où les produits phytosanitaires sont incorporés au sol, injectés ou disposés sous forme de granulés (Hayo et al., 1997).

Dès qu'ils ont atteint le sol ou la plante, les pesticides commencent à se dissiper selon deux processus majeurs : la dégradation et la dispersion. Les mécanismes qui interviennent dans ces phénomènes de dispersion sont complexes et pour certains mal connus car difficiles à mesurer. Ils dépendent d'après Weber (1991) in El Bakouri (2006) principalement de plusieurs facteurs tels que :

- Les propriétés physico-chimiques des substances actives : solubilité dans l'eau, la polarité, la taille de la molécule, l'ionisation, la volatilité, la persistance dans le milieu, etc.

- Leur formulation, leur mode d'application ;
- Les caractéristiques du sol : structure, type et quantité d'argile, pourcentage de matière organique, pH, taux d'humidité, etc.
- Les conditions météorologiques générales pendant et après l'application : intensité et fréquence des pluies, la température du sol, etc.

Les substances actives non dégradées ou leurs éventuels métabolites peuvent être absorbés par les plantes ou les microorganismes, se retrouver piégés par rétention, se volatiliser, ou atteindre les eaux de surface soit par ruissellement et/ou par lessivage (Van der Werf, 1997), la Figure 1 représenter ci-dessous, résume ces différents mécanismes.

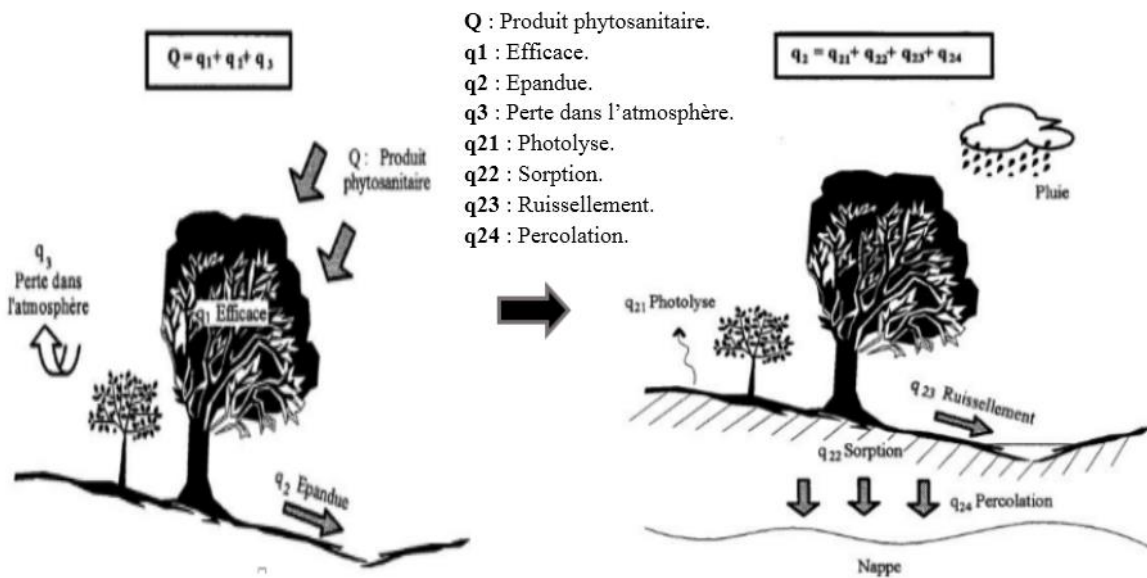


Figure 1 : Principaux mécanismes gouvernant le transfert des produits phytosanitaires.

II.1. Comportement des pesticides dans le sol :

Le comportement des pesticides dans les sols est gouverné par une variété de processus dynamiques physiques, chimiques et biologiques complexes. Différents grands phénomènes sont à prendre en compte comme les processus de transformation et dégradation des molécules, la mobilité et le phénomène de bioaccumulation, ce dernier étant négligeable face aux processus de dégradation (Arias-Estévez et al., 2008).

II.2. Mécanismes de transfert des pesticides :

II.2.1. Dégradation :

Qu'elle soit abiotique (hydrolyse, phytolyse) ou biotique (dégradation microbienne), la dégradation est un mécanisme dont l'importance va varier selon la molécule, le type de sol et les conditions climatiques.

Le type et le contenu du sol vont influencer de manière notable la transformation des pesticides (Hussain et al., 2013). La présence de matière organique permet de servir de support aux microorganismes qui vont dégrader les pesticides (Kah et al., 2007, Rodríguez Cruz et al., 2008, Horemans et al., 2013). En dépit de ce constat, les apports en amendements organiques semblent avoir une action contrastée sur la dissipation (Rodríguez Cruz et al., 2008, Sopena & Bending, 2013, Larsbo et al., 2013). La teneur en argile va, aussi, diminuer la disponibilité des pesticides (Jacobsen et al., 2008). Le pH peut jouer sur la répartition de la biomasse microbienne et donc sur la dégradation. Il peut également modifier la spéciation de la molécule, ses propriétés d'adsorption en relation avec la dégradation (El Sebai et al., 2007). L'activité des microorganismes est également conditionnée par les facteurs tels que la température et l'humidité du sol. La dégradation semble plus sensible au contenu en eau qu'à la température (Alletto et al., 2006, Bouseba et al., 2009).

II.2.1.1. Dégradation abiotique :

Elle se fait sous l'effet de la lumière (photodégradation) ou dans l'eau (par des réactions d'hydrolyse).

II.2.1.1.1. Photodégradation :

Les réactions photochimiques (induites par le rayonnement UV ou visible) impliquent deux types de processus : la photolyse directe et la photolyse indirecte.

Dans le cas de la photolyse directe, le pesticide absorbe de l'énergie lumineuse, passe à l'état excité et peut subir une transformation si l'énergie absorbée est suffisante (Gavrilescu, 2005).

Dans la photolyse indirecte, le pesticide à l'état fondamental réagit avec d'autres espèces produites photochimiquement et susceptibles de transférer de l'énergie, un électron ou un hydrogène ou de conduire à la formation d'entités réactives (Burrows et al., 2002; Katagi, 2004).

II.2.1.1.2. Hydrolyse aqueuse :

L'hydrolyse aqueuse se déroule dans la phase aqueuse du sol (dans les premiers centimètres du sol). Elle est en concurrence avec les dégradations biotiques, mais en profondeur, elle est la plus prépondérante (Aissaoui, 2012). Une baisse de pH entraîne un accroissement de l'hydrolyse (Armstrong et al., 1967).

II.2.1.2. Dégradation biotique :

C'est une transformation structurelle de la molécule (pesticide) par les microorganismes du sol de toutes sortes (actinomycètes, bactéries, champignons) qui sont peu spécifiques vis-à-vis des molécules chimiques dégradées (Grébil et al., 2001).

Parmi les différents mécanismes de transformation, on distingue la dégradation métabolique et la dégradation co-métabolique (Soulas, 1985 ; Van Eerd et al., 2003 ; Lucas et al., 2008).

La dégradation métabolique concerne les organismes qui ont le matériel enzymatique nécessaire pour utiliser la matière active comme source de carbone et/ou d'azote entraînant la dégradation totale du pesticide. Dans le cas de la dégradation co-métabolique, les microorganismes utilisent un autre substrat dans le milieu pour dégrader la molécule. Ce processus génère une dégradation partielle du pesticide et entraîne la formation de métabolites (Soulas, 1985). Indépendamment des processus impliqués dans la transformation des pesticides, ils vont être influencés par différents facteurs associés aux propriétés de la molécule, aux populations de microorganismes et aux conditions du milieu (Arias-Estevéz et al., 2008 ; Navarro et al., 2013).

La dégradation des substances est caractérisée par leur demi-vie (DT_{50}) qui désigne le temps nécessaire (en jours) pour que 50% de masse de substances disparaissent du sol ou de l'eau à la suite des processus de dégradation. Les plus faibles valeurs de DT_{50} (< 20 jours) indiquent des substances facilement dégradables alors que les valeurs les plus élevées (> 180 jours) caractérisent des temps de dégradation très long, synonymes de composés stables, persistants dans l'environnement (FAO, 2000).

II.2.2. Volatilisation :

La volatilisation est l'un des principaux processus par lequel les pesticides sont exportés en dehors de la zone cible. Le passage des produits phytosanitaires du sol vers l'atmosphère peut se produire lors de leur application par pulvérisation dans le cas où le composé est très volatil. Ce qui forme des aérosols qui vont être transportés dans l'atmosphère (Aissaoui, 2012).

La volatilisation des produits phytosanitaires dépend principalement des propriétés physico-chimiques du composé mais elle peut être influencée par les conditions météorologiques (température, humidité et ensoleillement) et la nature de la surface traitée (présence de végétation ou sol nu) (Marinoviche et al., 1996).

II.2.3. Mobilité :

La mobilité d'un pesticide dépend de sa solubilité dans l'eau, de sa charge, de sa polarité, de sa taille et des propriétés physico-chimiques qui contrôlent la sorption. Lorsqu'un pesticide se retrouve dans le sol, une partie interagit avec les particules de sol, en particulier les matières organiques, selon un processus appelé adsorption, et une partie reste sous forme dissoute. Pour la plupart des molécules, l'adsorption sera d'autant plus importante que le sol sera riche en matières organiques. L'adsorption est généralement caractérisée de manière empirique par le

K_d , coefficient de partage ou de distribution entre le sol (phase solide) et l'eau (phase aqueuse) de la molécule (Close, 1993).

II.2.4. Bioaccumulation :

Ce phénomène désigne la tendance d'un composé à s'accumuler dans les organismes vivants. L'indicateur utilisé est le coefficient de partage K_{ow} entre l'octanol et l'eau. Les composés à forte valeur de K_{ow} sont facilement solubles dans l'octanol et moins dans l'eau, s'accumulent dans les organismes et donc tout au long des chaînes alimentaire.

II.2.4. Transfert des pesticides du sol vers le sous-sol :

Le transfert des pesticides s'effectue principalement vers d'autres systèmes, vers les eaux de surface (eaux de ruissèlement) et vers la profondeur (les nappes).

On parle de ruissellement quand l'intensité de la pluie est supérieure à la capacité d'infiltration, ou bien lorsque la capacité du sol à stocker l'eau est dépassée (Grébil et *al.* 2001).

Le transfert par ruissellement va dépendre à la fois de l'état hydrique du sol et de ses propriétés hydrauliques, de l'intensité de la pluie et des caractéristiques des matières actives (Gouy et Belamie, 1993 ; Gril et *al.*, 1999 ; Dur et *al.*, 1998).

Le transfert vers les eaux souterraines est le passage des produits phytosanitaires de la zone non saturée, comprenant le sol, à la zone saturée ou aquifère. Nous parlons de lixiviation lorsque les molécules sont en solution et de lessivage lorsqu'elles sont associées à la phase solide (Munnia, 1999).

De nombreux indicateurs de « mobilité vers les eaux souterraines » existent et ont pour objectif de traduire de manière synthétique le risque de déplacement des substances phytosanitaires vers les eaux souterraines. L'objectif de ces indicateurs est d'identifier les substances les plus susceptibles de se retrouver dans les eaux souterraines et d'être à l'origine d'un problème de contamination. Généralement, les propriétés du milieu n'entrent pas directement dans la conception de l'indicateur, seules les propriétés physico-chimiques des pesticides, sont prises en compte.

Parmi les indicateurs basés uniquement sur les propriétés des produits phytosanitaires, le plus courant est l'indice GUS ou indice d'ubiquité de Gustafson (1989) – Groundwater Ubiquity Score – qui relie le potentiel d'adsorption et le potentiel de dégradation pour caractériser le potentiel de « mobilité », c'est-à-dire sa capacité à rejoindre les eaux souterraines (Khan et Liang, 1989). L'idée est de distinguer les produits phytosanitaires « lessivables » susceptibles de rejoindre les eaux souterraines, de ceux qui ne le sont pas, les « non-lessivables ».

Des modèles calculent des indices potentiels de contamination des eaux souterraines par une substance phytosanitaire spécifique en se basant sur les propriétés de ces substances et celles du sol.

III. Effet des pesticides sur la santé humaine :

La plupart des pesticides, qu'ils soient naturels ou de synthèse, sont des produits biologiquement actifs et donc toxique pour l'homme. Ces produits se transforment en différents métabolites susceptibles d'engendrer des répercussions sur l'organisme humain (De Jaeger et *al.*, 2012).

III.1. Exposition de l'Homme aux pesticides :

L'exposition de l'Homme aux pesticides s'effectue à travers le sol, l'eau, l'air ainsi que les aliments (Atmo, 2008). Des risques d'exposition professionnelle directe ont lieu lors de phases telles que la préparation et l'application du produit, le nettoyage des pulvérisateurs, les interventions dues à tout dysfonctionnement du pulvérisateur (buses bouchées, rupture de tuyaux...). Une exposition indirecte est également possible lors de contact avec un élément pollué (matériel, végétal, EPI), ou dans un environnement ayant été traité quelques heures auparavant, ou simultanément dans une parcelle avoisinante.

III.2. Toxicité des pesticides

Le risque d'intoxication pour l'homme résulte à la fois du danger lié à la toxicité de la substance active (toxicité aiguë et chronique), et de l'exposition au pesticide (dose journalière absorbée, quantité de résidus présents) (Batch, 2011).

III.2.1. Toxicité aiguë

Généralement, elle se manifeste immédiatement ou peu de temps après une exposition de courte durée à des quantités importantes de pesticides. Les différents travaux réalisés sur les effets aigus des pesticides retiennent principalement : les brûlures chimiques au niveau des yeux, les lésions cutanées, les effets neurologiques, les troubles hépatiques.

III.2.2. Toxicité chronique

Elle résulte de l'accumulation et la sommation des effets, après des expositions répétées dans le temps. Les substances toxiques ingérées ne sont pas éliminées mais sont accumulées dans l'organisme jusqu'à une dose à partir de laquelle des troubles vont apparaître (El bakouri, 2000). Les principaux signes et symptômes possibles d'une intoxication chronique sont : fatigue, maux de tête, manque d'appétit, perte de poids. D'autres effets comme le cancer, les maladies neurologiques, les troubles de reproduction, les mal-formations, la

perturbation des systèmes endocriniens et les effets sur le système immunitaire peuvent apparaître (Weinberg, 2009).

Matériel

Et

Méthodes

Notre travail est constitué de trois étapes, la première est une enquête de terrain, la deuxième est une caractérisation des sols menés, en partie, au laboratoire PSEMRVC et à l'INRF de BAIENEM. La troisième étape consiste à évaluer le risque de pollution par modèle mathématique.

II.1. Situation géographique des régions d'étude :

Nous nous sommes intéressées à quatre stations de la wilaya de Tizi-Ouzou qui sont Boubakour à Oued falli, Ighil-azeggagh à Draa Ben Khedda et les deux stations El fiyadh et Djnah el faroudj à Draa El Mizane.

La raison principale de choix de ces régions revient au faite qu'elles se retrouvent près de nos villages.

II.1.1. Oued falli (Boubakour) :

Oued falli est situé à l'entrée Ouest de la ville de Tizi-Ouzou et, est limitée au Nord, par la route nationale (RN12), au Sud par la Rcade Sud, à l'Ouest par Oued Sebt et à l'Est par Boukhalfa (Figure 2). Le site où l'étude été faite est appelé Boubakour. Les coordonnées géographiques de ce lieu sont : latitude nord $36^{\circ}43' 0,84792''$ et longitude est $4^{\circ}1'38,07048''$.

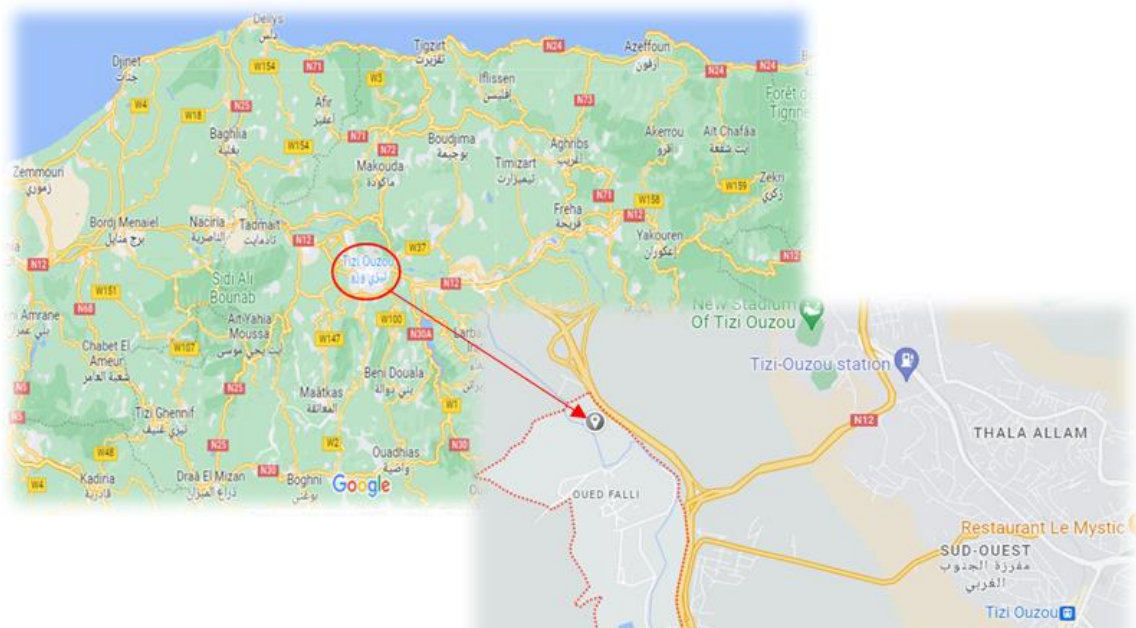


Figure 2 : Localisation de la zone d'Oued Falli (Google Maps, 2023).

II.1.2. Ighil-Azeggagh :

Ighil-Azeggagh est située dans la commune de Draa Ben Khedda au bord de la route Ighil-Azeggagh / Ait Saada, Marius (Figure 3). Elle est à une distance de 3 Km du centre-ville de Draa Ben Khedda. Cette zone appartient au Domaine SMAIL. Ses coordonnées géographiques sont : latitude nord $36^{\circ} 43' 53,25096''$ et longitude est $3^{\circ} 57' 23,89284''$.



Figure 3 : Localisation de la zone d'Ighil-Azeggagh (Google Maps, 2023).

II.1.3. El fiyadh et Djenah El Faroudj :

Ces deux sites se situent dans la commune de Draa El Mizane et sont d'une distance respective de 1,5 et 2 km de centre-ville de DEM. Ils sont limités comme suit :

- Au Nord par le barrage de DEM ;
- Au Sud par la ville de DEM ;
- A l'Est par Ain Zaouia ;
- A l'Ouest par Boufhima.

Les coordonnées géographiques d'El fiyadh sont : latitude nord $36^{\circ} 33' 3,48804''$ et longitude est $3^{\circ} 50'0,21516''$, celles de Djenah El Faroudj sont : latitude nord $36^{\circ} 33' 11,47644''$ et longitude est $3^{\circ} 49'46,27308''$.

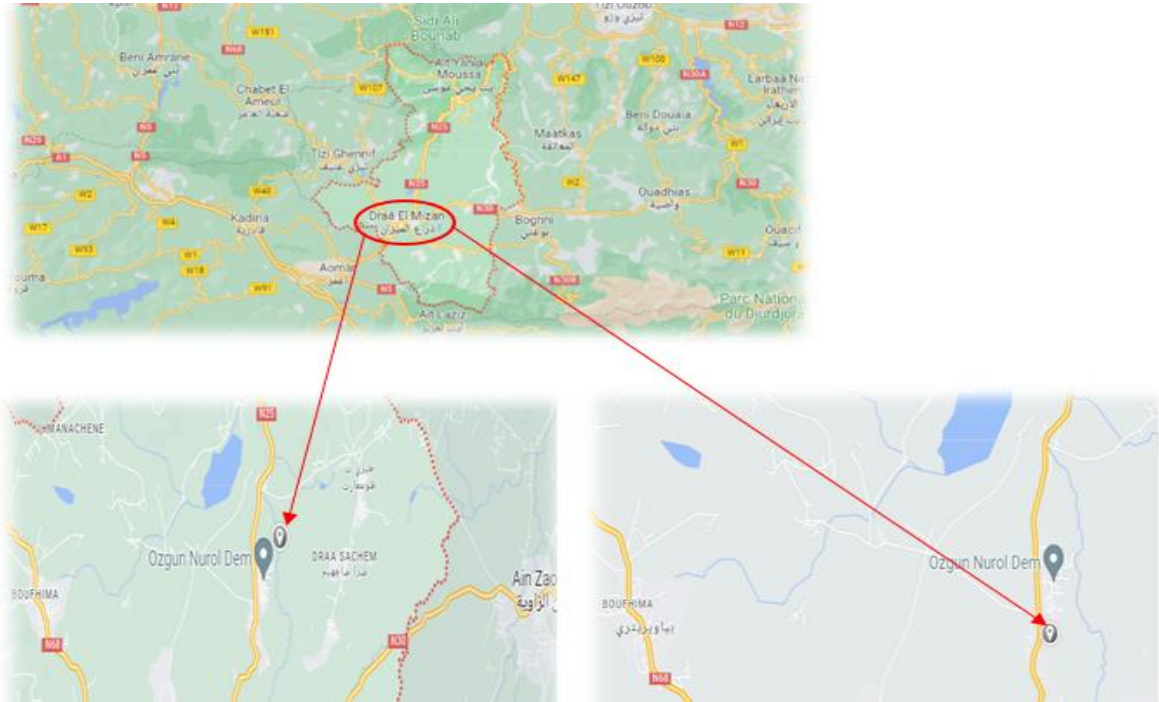


Figure 4 : Localisation des deux sites El fiadh et Djnah el faroudj (Google Maps, 2023).

II.2. Méthodologie de travail :

Les trois étapes du travail ont été conduites comme suit :

II.2.1. Enquête de terrain :

Notre enquête a été réalisée dans diverses parcelles de différentes cultures dans la wilaya de Tizi-Ouzou. En nous basant sur un questionnaire composé de 15 questions (annexe 1), nous avons pu récolter des informations sur les cultures pratiquées, leurs âges, les maladies et les ravageurs qui attaquent ces cultures, les pesticides utilisés ainsi que leurs doses, le respect ou le non-respect des doses homologuées, les mesures de protection prises, etc. Notre étude s'est réalisée du mois de Mars au mois de Mai 2023, Nous avons effectué cinq sorties où nous avons pu être en contact avec 10 agriculteurs.

II.3. Caractérisation des sols :

II.3.1. Echantillonnage :

La méthode d'échantillonnage en diagonale a été adoptée dans le cadre de notre étude. L'échantillonnage a été effectué dans chaque parcelle où les échantillons ont été prélevés à 10cm de profondeur sur 5 points le long d'une diagonale fictive sur la parcelle. À chaque point, les sols prélevés ont été mélangés afin de constituer un échantillon composite.

Les échantillons sont mis dans des sacs en plastique fermés, étiquetés et sont transférés au laboratoire où ils seront préparés pour l'analyse. La figure 4 représente ci-dessous explique le dispositif de prélèvement.

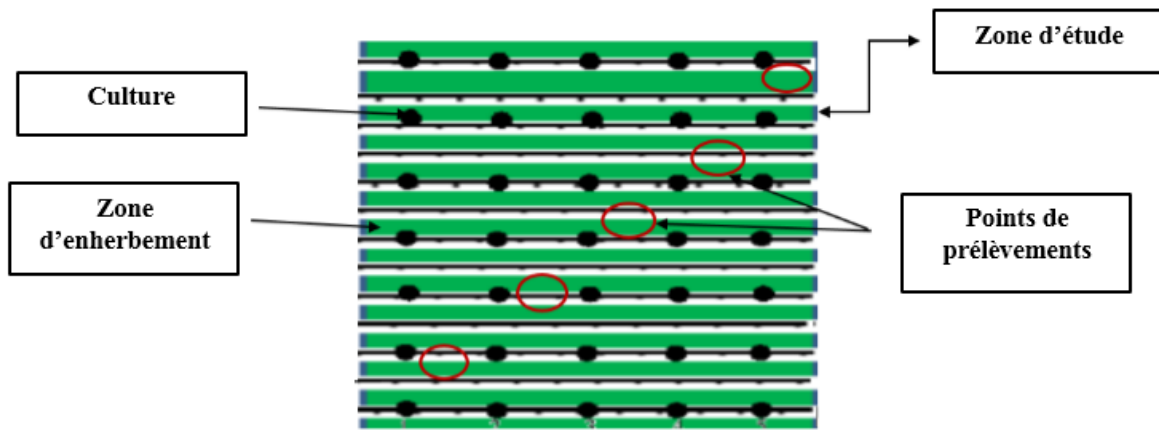


Figure 5 : Dispositif de prélèvement du sol sur une parcelle agricole.

II.3.2. Sol :

Pour l'étude analytique des sols, les échantillons ont été séchés à la température ambiante de laboratoire, nous avons séparé les mottes puis nous avons broyé et tamisé le reste du sol à l'aide d'un tamis à mailles de 2 mm de diamètre (Figure 5). La série d'analyses physico-chimiques est réalisée sur la terre fine obtenue de chaque échantillon.

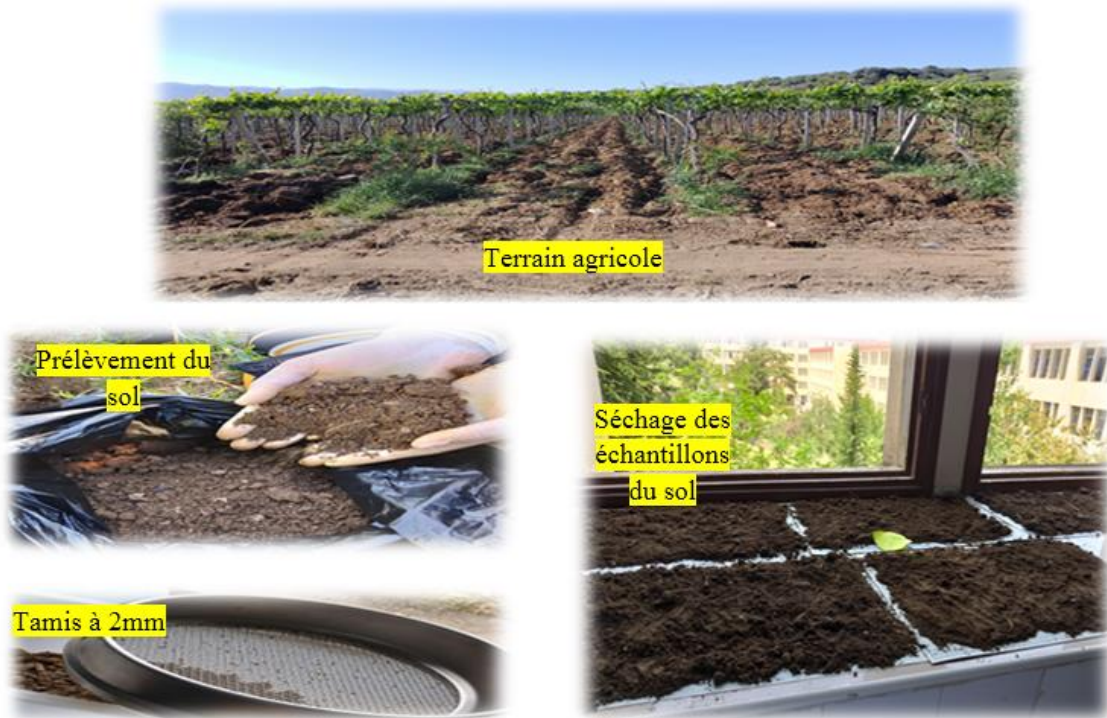


Figure 6 : Etapes de la préparation des échantillons de sol.

II.3.3. Analyses physico-chimiques :

Les analyses de laboratoire permettent de déterminer les propriétés chimiques et physiques afin de caractériser les sols étudiés.

II.3.3.1. Détermination du potentiel d'Hydrogène du sol (pH) :

Le pH d'une solution dépend de la concentration relative des ions H^+ et OH^- ; si les ions H^+ sont majoritaires, la solution sera acide et lorsque ce sont les ions OH^- qui l'emportent, la solution sera basique.

Le pH du sol a été déterminé sur une suspension aqueuse où le rapport sol/eau est de 2/5. Peser 5g de sol, les introduire dans un bécher, ajouter 12,5ml d'eau distillée.

L'agitation du mélange est réalisée pendant une minute à l'aide d'une baguette en verre. Elle est suivie d'une décantation pendant 2 heures. A l'aide d'un pH-mètre **HI 2210**, la lecture a été effectuée (Figure 6).

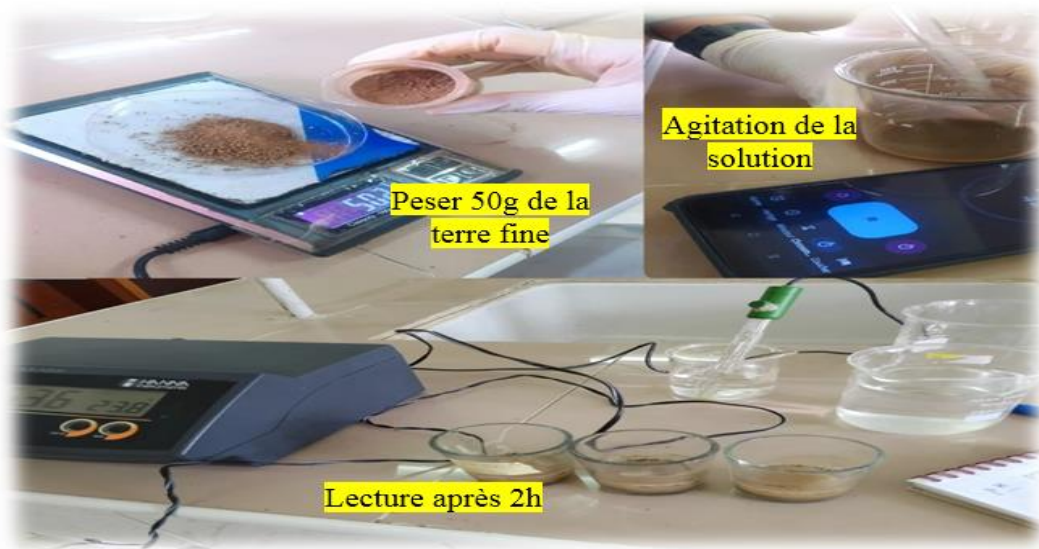


Figure 7 : Etapes suivies pour déterminer le pH.

II.3.3.2. Mesure de la capacité au champ :

Elle a été faite sur les mottes de terre qui n'ont pas été affrêtées. Ces mottes placées dans des morceaux de tissus à maille (Figure 8). Ensuite, elles sont plongées dans l'eau afin d'atteindre la saturation puis elles sont laissées égoutter. Une fois que l'écoulement de l'eau s'arrête, les mottes sont pesées pour obtenir le poids humide. Après séchages des mottes à l'étuve à 105 °C pendant 24, elles sont pesées à nouveau. La capacité au champ (CC) est calculée selon la formule suivante :

$$CC = \frac{\text{poids du sol humide} - \text{poids du sol sec}}{\text{poids du sol sec}} \times 100$$

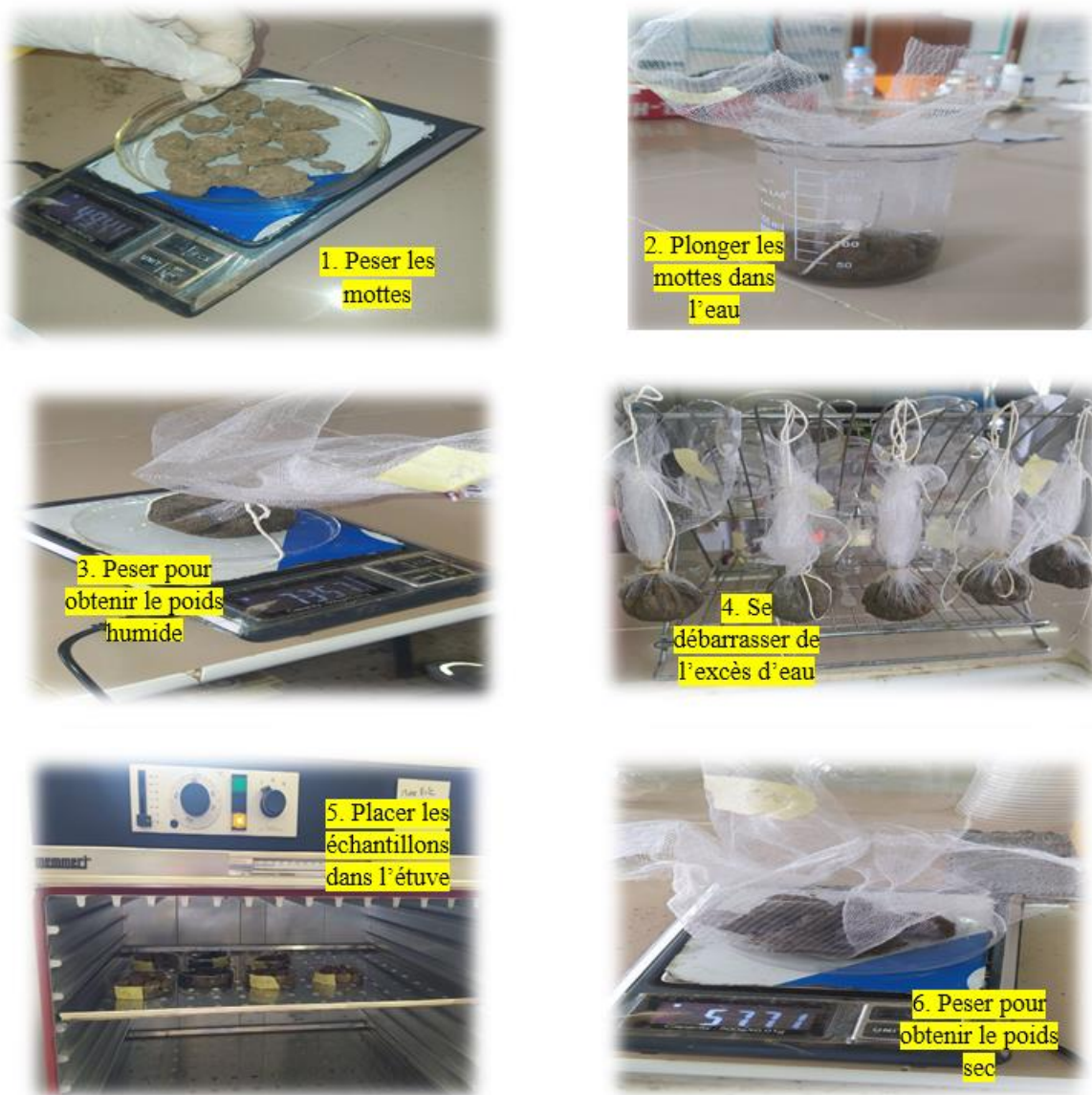


Figure 8 : Etapes suivies pour mesurer la capacité au champ.

II.3.3.3. Mesure de la conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce sol.

Cette analyse a été effectuée à l'INRF de BAINEM avec un rapport sol/solution de 1/5. Après agitation du mélange pendant une minute et un repos de 30 minutes, la valeur de la conductivité a été lue sur l'écran du conductimètre **WTWD1820** (Figure 9) ; la température de l'extrait a été prise en vue d'une correction de la conductivité. La valeur de la conductivité est calculée comme suit :

$$CE \text{ (ds/m)} = (\text{valeur lue}) \times (\text{constante de la cellule}) \times (\text{le chiffre de correction})$$

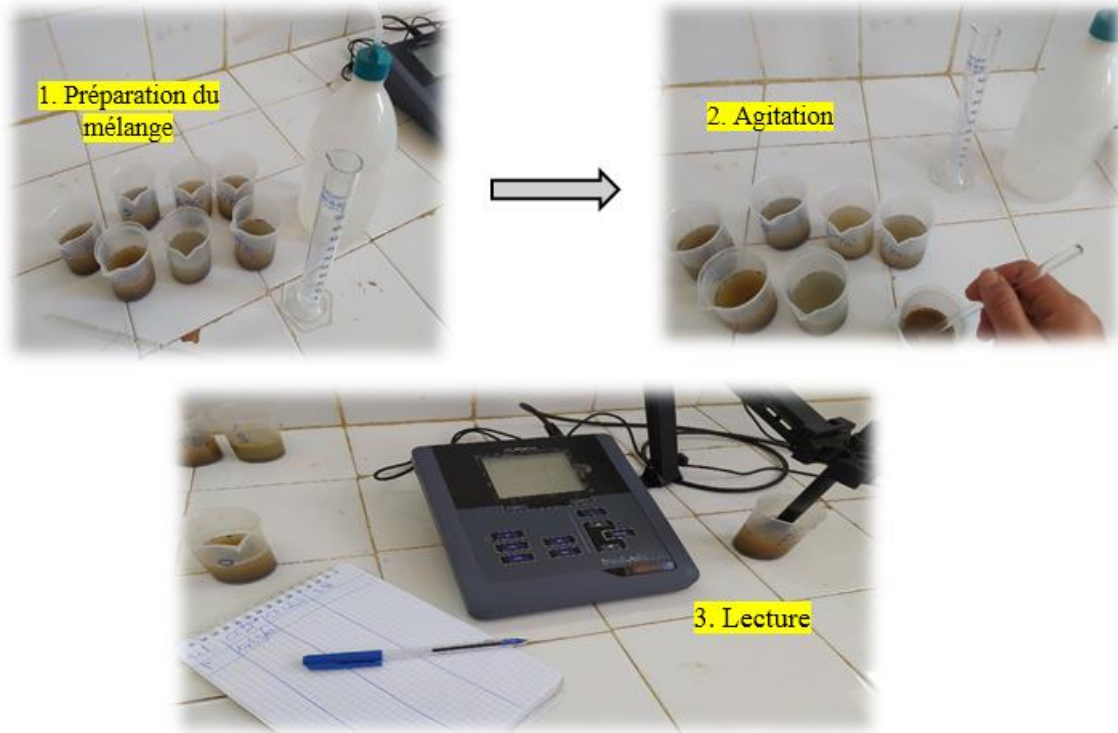


Figure 9 : Etapes suivies pour mesurer la conductivité électrique.

II.3.3.4. Dosage du carbone organique total :

Le COT est déterminé par la méthode Anne. Elle consiste à mettre 1g du sol dans un erlenmeyer, additionné de 10 ml de dichromate de potassium (KCr_2O_7) et 15 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) pur. Après ébullition de 45min sur une plaque chauffante, puis refroidissement. Le contenu a été transvasé dans une fiole de 100 ml, de l'eau distillé est ajoutée jusqu'au trait de jauge. Une aliquote de 20 ml a été prélevée à laquelle, on ajoute 2 à 3 gouttes de diphénylamine et une pincée de NAF. Nous avons titré la solution avec le sel de Mohr jusqu'au virage de la solution qui passe de la couleur violette à la couleur verte. La figure 10 illustre ces différentes étapes. La quantité de sel de Mohr utilisée est X.

Nous avons réalisé un témoin dans les mêmes conditions que l'échantillon, mais sans sol. Soit Y la quantité de sel de Mohr utilisée pour le titrage du témoin (INRF, 2023).

Le taux de COT est calculé par la formule :

$$C = (Y-X) \times 0,615 \text{ mg} \times (100/20) \times (100/P) \times (1/1000)$$

- Y : La quantité de sel de Mohr utilisée pour titrer le témoin.
- X : La quantité de sel de Mohr utilisée pour l'échantillon à doser.
- 0,615 : Facteur d'équivalence entre le sel de Mohr et le carbone.
- 100/20 : On a utilisé 20 ml à partir de 100 ml.
- P : Poids du sol.
- 1/1000 : Facteur de conversion de mg en g.

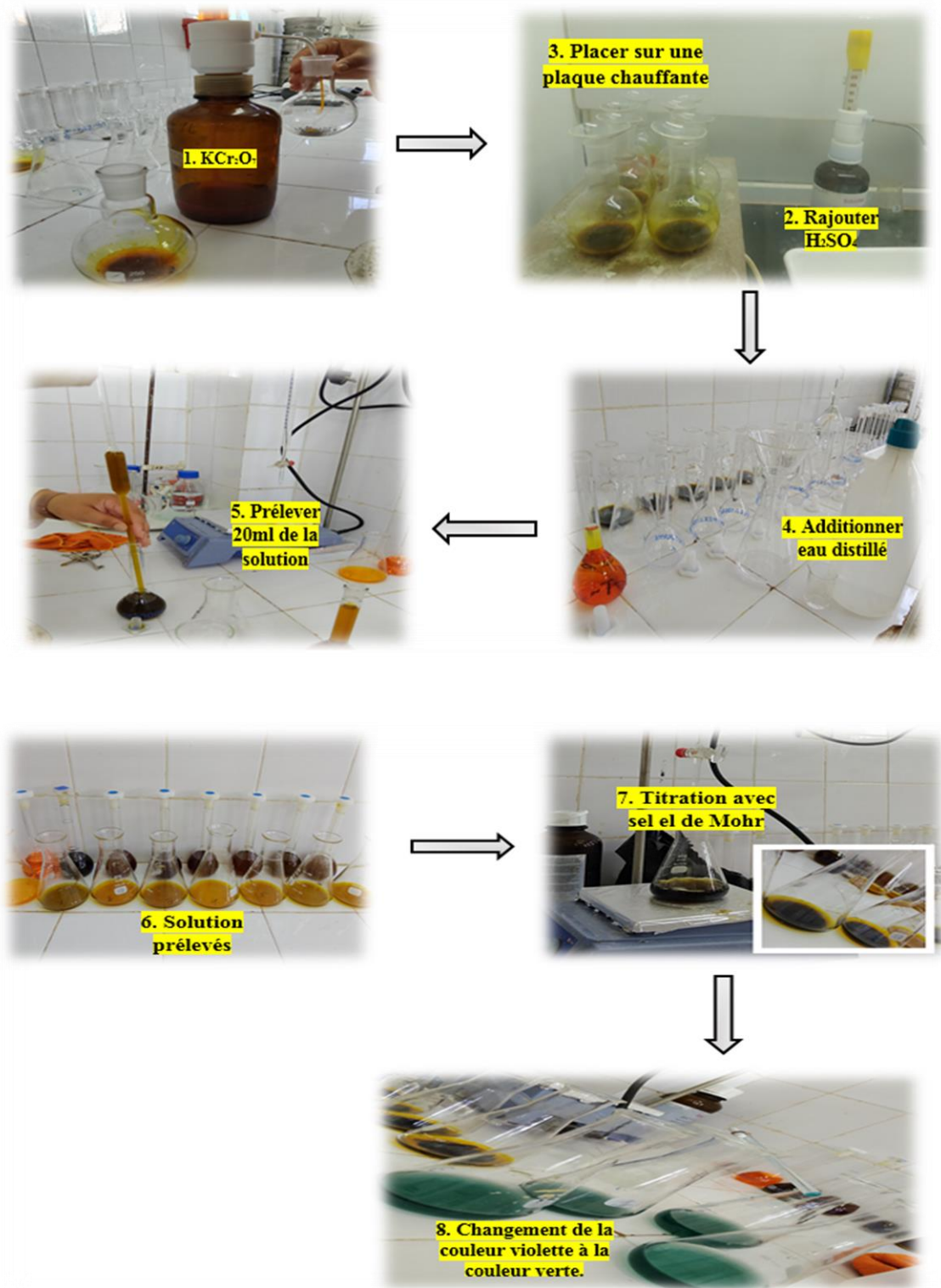


Figure 10 : Procédure suivis pour le dosage du carbone organique.

II.3.3.5. Analyse granulométrique :

L'analyse granulométrique s'effectue sur 10g de terre fine. Elle a pour but de déterminer le pourcentage des différentes fractions des particules minérales (argiles, limons, sables) constituant les agrégats, tout en permettant l'évaluation de la stabilité structurale du sol.

Cette analyse a été réalisée par la méthode internationale, modifiée, par l'emploi de la pipette de ROBINSON. Elle consiste, premièrement, à détruire la matière organique par une attaque à l'eau oxygénée (H_2O_2), puis à disperser les particules par une dispersante énergétique qui est l'Héxamétaphosphate de sodium et par agitation mécanique et, enfin, à effectuer des prélèvements en respectant le temps de sédimentation.

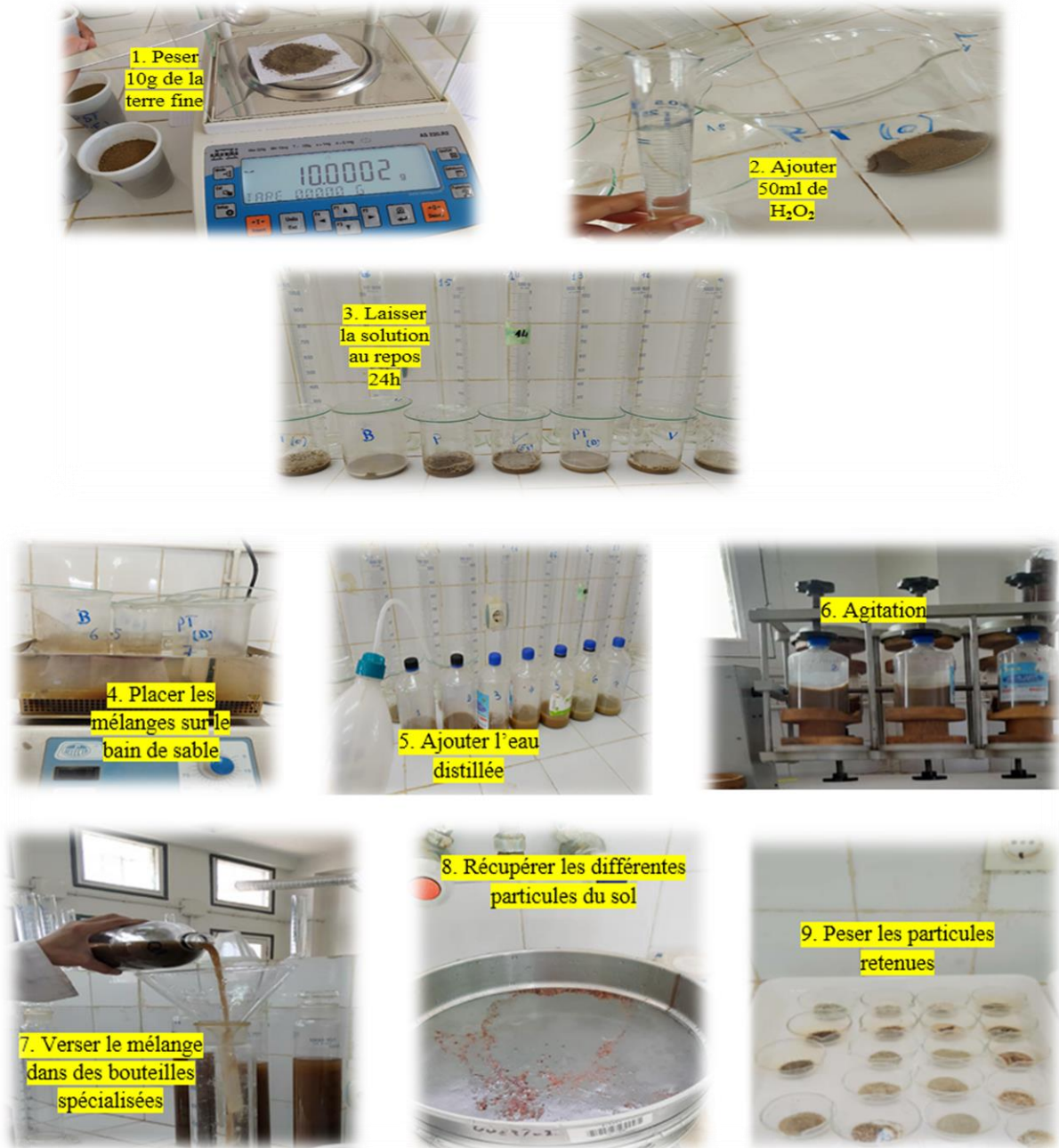


Figure 11 : Etapes suivies pour l'analyse granulométrique.

II.4. Analyses mathématiques :

Après avoir trouvé les matières actives ainsi que leurs caractéristiques des différents pesticides utilisés, les données sont traitées à l'aide de calcul de l'indice GUS.

Résultats

Et

Discussion

La récolte d'informations relatives à cette étude a été réalisée à travers des enquêtes été réalisées entre le mois de Mars et le mois de Mai 2023 durant laquelle 10 agriculteurs ont été soumis au questionnaire adopté afin d'évaluer le risque de contamination par les pesticides (herbicide, insecticide et fongicide).

III.1. Résultats :

III.1.1. Collecte des données :

Dans ce mémoire, l'enquête par questionnaire a été notre principale méthode pour recueillir les informations. Elle nous a permis de bâtir une base de données sur l'utilisation des pesticides par les agriculteurs.

L'enquête que nous avons menée dans les trois régions (Oued Falli, DBK et DEM) a révélé les résultats représentés dans le tableau 02 :

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau 2 : Résultats de l'enquête de terrain.

Cultures	PDT1	ORG	VGN	POR	BL	PDT2
Questions	Pomme de terre (Oued Falli)	Oranger (Oued Falli)	Vigne (Ighil-Azzegagh)	Poirier (Ighil-Azzegagh)	Blé (El fiyadh)	Pomme de terre (Djnah El Feroudj)
Date de l'enquête	12/03/2023 et 23/05/2023.		13/03/2023.	24/04/2023.	04/04/2023.	
Age de la culture	7 ans.	40 ans.	12 ans.	25 ans.	27 ans.	10 ans.
Superficie	02 hectares.		05 hectares.	02 hectares.	07 hectares.	03 hectares.
Arrosage	Présence d'une source d'eau (des puits avec une profondeur de 10 mètres), chaque parcelle possède une source.		Utilisation du système goutte à goutte.		Utilisation d'une pompe émis du barrage de DEM.	
Suivi de formation sur les produits phytosanitaires	Non				Oui	
Maladies et ravageurs	Mildiou	Attaquer par plusieurs insectes (mouche blanche, akouz) et les escargots.	Attaquer par feu bactérie essentiellement durant la période 2016/2017 et Mildiou. L'oïdium.	Tavelure. Cochenille. Piquage (intérieur et extérieur)	Rouille. Attaquer par les vers blancs.	Mildiou
Pesticides utilisés	Cymbal. Toutia.	Decis. Akorus. Karate Zeon.	La bouillie bordelaise Decis L'huile blanche Domark Fusilade Max Tiller	Karate Dursbon /Medban Score Akofos	Previcur Remiltine Flex Decis Amistra xtra Edialux Cet.	

Chapitre III : Résultats et discussion

			Karate.			
Dosage des produits	75 grs dans 300l (Cymbal) 5 à 6 kg/ ha (Toutia).	350 grs dans 300l (Bio-Grand). 125ml/ha (Decis). 150 ml/350 litres (Akorus). 35 ml/hl (Karate Zeon).	2,5 à 5 kg/ha (La bouillie bordelaise). 100ml/ha (Decis). 0,5 à 2l/ha avec un délai d'attente de 14jours (L'huile blanche). 350 grs dans 300l (Domark). Lorsque toutes les feuilles ont émergé la dose est de 32ml/16l. Mais lorsque les repousses ont 10 à 20cm de hauteur la dose est de 65 à 90ml/ 16l (Fusilade Max). 2,5 à 6,5 l/ha (Tiller). 140 ml/hl avec un délai d'attente de 14jours (Karate).	0,2 à 0,3l/ha (Karate). 175ml/hl, avec un délai d'attente de 7 jours (Dursbon /Medban). 2 à 3 l/ha ou 25 ml/hl (Score). 150ml/hl avec un délai d'attente de 21 jours (Akofos).	0,5 l/hectare (s'il n'est pas touché par la maladie). 1,5 l/hectare (s'il est touché) (Remiltine Flex, Amistra xtra et Edialux Cet).	1l/1 hectare. 1kg/ 1 hectare (produit poudre). 2 à 3 l/hl avec un délai d'attente de 21 jours (Previcur). 150ml/ha (Decis).
Période de traitement	Dès le début du printemps.	Fin Mai et en mois de Septembre.	Premier traitement (en hiver) : utilisation des engrais de fond (20/25). Deuxième traitement (en	Premier traitement en hiver, après la taille. Puis ils le refont après 15 jours. Deuxième traitement : fin mars.	Premier traitement fin Janvier. Deuxième traitement fin Mars début Avril.	Application du traitement chaque semaine pendant 3 mois.

Chapitre III : Résultats et discussion

			printemps) : utilisation des engrais en étapes : -Démarrage 12.12.18. -Croissance 3*15. -A base potassium (agrandissement du fruit).			
Date de la récolte	Après 03 mois.	Début en automne et s'étend sur 6 mois.	Du fin Aout jusqu'au mois d'octobre.	25 juin (Poirier prématurés)	Du 15 juin au 15 juillet (c'est la semence) Fin novembre ou début septembre (la récolte).	02 février Fin mai (la récolte).
Type de pulvérisateur	Manuel.		Moderne en utilisant des tracteurs menés de citernes en plastique où se trouve une quantité de bouillie (eau+ pesticides).			
Mesure de protection lors de traitement phytosanitaire	Utilisation de quelques mesures préventives essentiellement : Combinaison, cottes à bretelles. Gants anti-coupures. Bottes de sécurité Masques. Lunettes.					

III.1.2. Caractérisation des sols :

Afin d'évaluer le transfert des pesticides du sol vers le sous-sol et estimer l'intensité d'utilisation des produits phytosanitaires sur ces cultures, une série de résultats est obtenus et représentés ci-dessous.

III.1.2.1. Détermination du potentiel d'Hydrogène du sol (pH) :

Les résultats des mesures du pH pour les échantillons de sol sont présentés par la figure 12.

Les valeurs du pH obtenues dans les différents sites durant tous les prélèvements s'échelonnent entre 6,48 et 7,96. En effet, plusieurs travaux ont montrés que le pH situé autour de la neutralité (entre 6 et 8) favorise généralement la biodégradation des pesticides (Liliana, 2008).

Selon les normes d'interprétations du pH du sol de Baize (2000), certaines parcelles (P1, P2 et P4) sont légèrement alcalines, d'autres (P3, P5, P6 et P7) présentent un pH neutre.

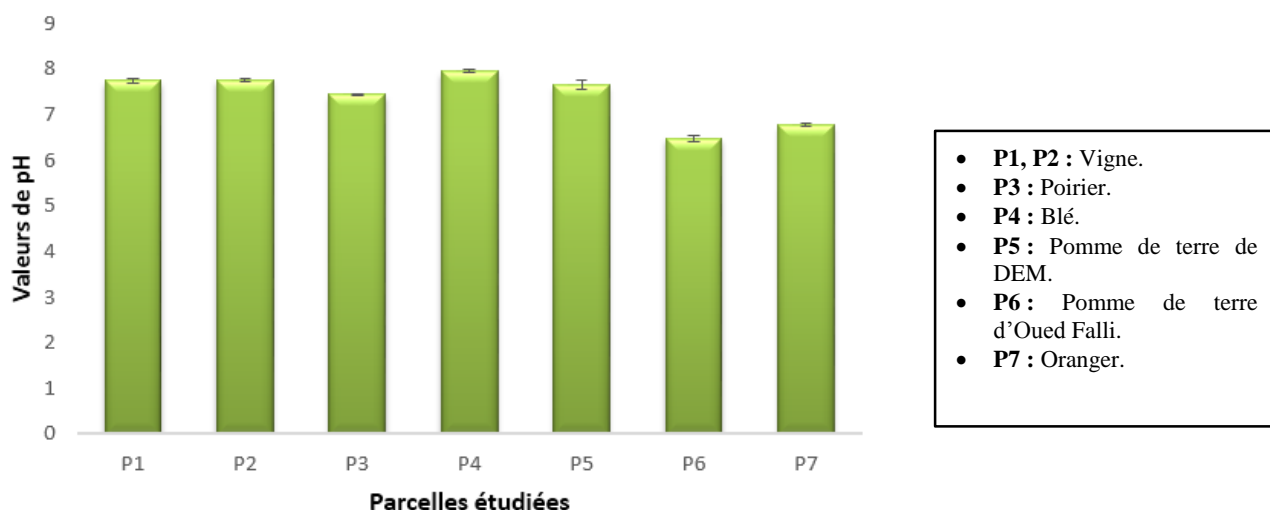


Figure 12 : Résultats du pH des sols des différents sites étudiés.

III.1.2.2. Mesure de la capacité au champ :

Les résultats de la mesure de la capacité au champ de nos échantillons de sols sont représentés sur la Figure 13.

D'après ces résultats, nous constatons que les valeurs de la capacité au champ varient d'un site à un autre (entre 31,96 et 70%).

La quantité totale d'eau retenue dépend essentiellement de la texture du sol (la quantité d'argile joue un rôle primordial, plus est en quantité plus le sol sera plus humide et retient plus d'eau) et de sa profondeur (plus la profondeur augmente, moins l'eau s'évapore).

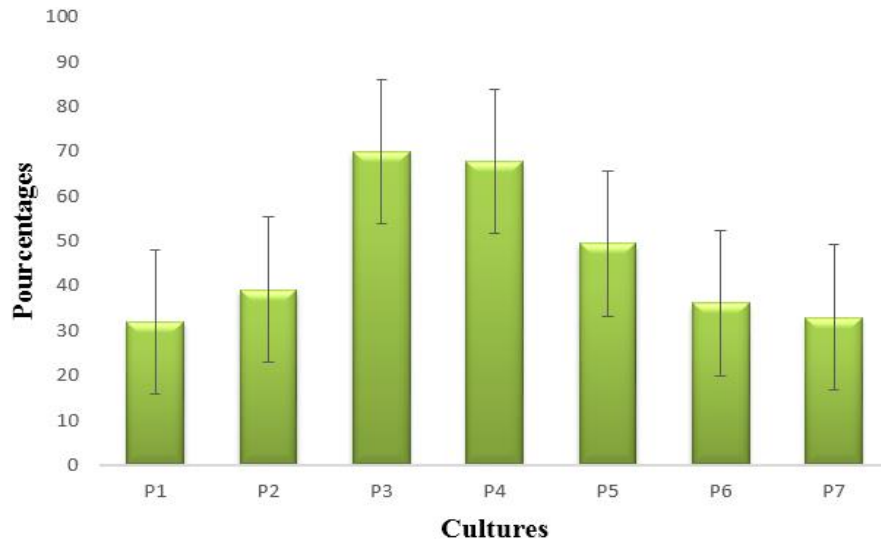


Figure 13 : Pourcentage de la rétention en eau des sols des différents sites étudiés.

III.1.2.3. Mesure de la conductivité électrique (CE) :

Les résultats de la mesure de la CE des échantillons de sol sont présentés dans le tableau 3. La conductivité électrique varie entre 0,13 et 0,41 mS/cm.

Tableau 3 : Résultats obtenus après le calcul de la CE des sites étudiés.

Cultures	CE (mS/cm)
ORG	0,28
PDT₁	0,24
PDT₂	0,41
BL	0,13
V₁	0,14
V₂	0,17
PR	0,30

Toutes les valeurs sont inférieures 0,6 S/m donc les parcelles étudiées sont considérées comme des parcelles non salées.

III.1.2.4. Dosage du carbone organique total :

Les teneurs en carbone organique de tous les échantillons de sol ont été résumées dans le tableau 4.

La teneur en matière organique totale du sol s'obtient généralement en dosant la teneur en carbone qui est un élément central de la fertilité des sols.

Tableau 4 : Résultats d'analyses de carbone organique total des sols des sites étudiés.

Cultures	Carbone	Normes
ORG	1,17	Moyennement pourvu en MO
PDT₁	2,55	Riche en MO
PDT₂	1,11	Moyennement pourvu en MO
BL	1,88	Riche en MO
V₁	1,57	Riche en MO
V₂	1,75	Riche en MO
PR	2,98	Riche en MO

En se référant au tableau 4, la matière organique varie d'une culture à une autre. Dans les deux sols ORG et PDT₂, elle est moyennement fournie, alors que le reste des cultures (PDT₁, BL, V₁, V₂ et PR) possède des sols riches en MO.

III.1.2.5. Analyses granulométriques :

Les résultats de la détermination de la granulométrie des échantillons des sols étudiés sont illustrés dans le tableau 5.

L'analyse granulométrique a pour but de connaître la répartition quantitative pour chaque classe dimensionnelle des particules élémentaires constituant l'échantillon.

Tableau 5 : Résultats de l'analyse granulométrique des sols des sites étudiés.

Cultures	A	L	S
ORG	24,30	23,28	52,43
PDT₁	20,90	15,75	63,36
PDT₂	24,80	43,65	31,55
BL	21,80	65,84	12,36
V₁	24,55	9,94	65,52
V₂	30,70	29,79	39,51
PR	27,65	14,96	57,39

Nous constatons dans les sept sites analysés (P1, P2, P3, P4, P5, P6 et P7), l'existence de 4 types de texture en se basant sur les pourcentages représentés sur le tableau 5 :

- Une texture limono-argilo-sableuse dans les sols ORG, PDT₁, V₁ et PR.
- Une texture limono-argileuse dans le sol V₂.
- Une texture limoneuse dans les sols PDT₂ et BL.

La texture limono-argilo-sableuse domine dont les sables présentent un pourcentage supérieur à 50% et l'argile présente un pourcentage supérieur à 20%. Les sols à texture limoneuse possèdent un pourcentage important de limons qui est de 43,65 et 65,84 respectivement.

En effet, Clavet et al. (2005) ont montrés que les fractions de matière organique et d'argile sont les constituants principaux qui affectent le comportement des pesticides ; les pesticides carboniques sont mieux absorbés par les sols riches en minéraux argileux et les sols faibles en particules sableuses.

III.1.3. Evaluation du risque de pollution de la nappe phréatique :

D'après les résultats de l'enquête représentés dans le tableau 2, Decis, Dursban et l'huile blanche sont les pesticides les plus utilisés, cela est dû à l'apparition des mêmes maladies (maladies cryptogamiques essentiellement), dont la matière active diffère d'un produit à un autre.

Les matières actives recensées ainsi que leurs caractéristiques (Demi-vie et Koc) sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Caractéristiques des matières actives des différents pesticides.

Cultures	Pesticides utilisés	Matières actives	Demi-vie	Koc	GUS
Oranger (Oued Falli)	Decis	Delthaméthrine	7 à 9	26	De 2,18460096 à 2,46674232
	Akorus	Tébuconazole	770	992	2,89655975
	Karate	Lambda-Cyhalithrine	16 à 417	157000	De -3,1334198 à -1,44000667
Pomme de terre (Oued Falli)	Cymbal	Cymoxamil	5	100	1,39794001
	Toutia	Oxychlorure de cuivre			
	Previcur	Propamocarb Fosetyl&Al	10 à 70 <1j(12à(12à50h)	41 à 1317 311ml/g	De 0,88041423

Pomme de terre (Draa El Mizane)					à 4,40464783
	RemiltineFlex	Cymoxamil Mandipropamid	151 à 187	405à1294	De - 1,11350092 à 0,45372433
	Decis	Delthaméthrine	7 à 9	26	De 1,93507474 à 3,16364162
	Edialuxcet	Delthaméthrine	7 à 9	26	De 1,95995332 à 3,21689244
Blé (Draa El Mizane)	Amistraxtra	Crproconazole	3 à 4 mois	3091	De 1,06017659 à 3,75374566
Vigne (Draa Ben Khedda)	Bouillie bordelaise	Oxychlorure de Cu			
		Hydroxyde de Cu			
	Decis	Delthaméthrine	7 à 9	26	De 2,18460096 à 2,57396369
	Huile blanche	Huile minérale			
	Domark	Tetraconzole	770	5700	De 2,18460096 à 2,46674232
	Fusilade Max	Fluazibop-p-butyl	14 à 90	884 à 60 000	0,70466496
	Tiller	Glyphosate	0,8 à 151	157 000	De - 0,89186096 à 2,05888777
	Karate	Lambda-Cyhalothrine	16 à 417	38 000 à 45 000	De - 2,60583777 à

					- 0,17647537
Poirier (Draa Ben Khedda)	Dursbon	Chlorpyriphos-ethyl	35 jours	2785 à 3100	De - 1,51911191 à - 0,78654624
	Score	Difénoconazole	103 à 1600	2237 à 11034	De 0,78537215 à 0,85722767
	Karate	Lambda-Cyhalothrine	16 à 417	38 000 à 45 000	De - 0,08601453 à 2,08374822

Risque de pollution faible

Risque de pollution faible à moyennement élevé

Risque de pollution élevé

D'après les résultats des tableaux représentés ci-dessous, la demi-vie et le Koc dépendent des propriétés de sol (essentiellement la teneur en argile et en carbone).

III.2. Discussion :

Les résultats obtenus de l'analyse des paramètres physicochimiques des sols des sites d'étude montrent une forte variabilité des valeurs de ces paramètres d'un site à un autre. Ceci est expliqué par la différence de composition, la substance active du pesticide et la dose employée (Tahar et al., 2017).

Les trois zones d'étude (Oued Falli, DBK, DEM) sont caractérisées par des pratiques culturales variées à savoir les cultures maraîchères, l'arboriculture fruitière et viticulture.

Dans le but de protéger ces cultures vis-à-vis des bio-agresseurs qui sont en constante évolution et d'assurer le meilleur rendement, en quantité et en qualité, et répondre aux exigences du marché, les agriculteurs rencontrés dans les trois régions enquêtées font recours à l'utilisation d'une gamme assez large de produits phytosanitaires.

La position dominante des fongicides est accrue en Algérie ; près de 1600 tonnes sont utilisées en 2017 (FAOSTAT, 2019). D'après nos résultats, les fongicides sont les plus employés, cela est due à l'importance des maladies fongiques rencontrées. En effet, le taux le plus élevé est relevé contre les phytopathogènes essentiellement le mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*) dans les deux régions Oued Falli et DEM, le mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*) et l'oïdium (*Erysiphe necator*). Ce sont les trois maladies les plus

fréquentes. Le reste des fongicides a servi pour traiter d'autres champignons tels que la tavelure (*Venturia* sp).

Les insecticides sont moins utilisés par rapport aux fongicides. Leur utilisation est due à la présence des insectes ravageurs. D'après l'enquête, Decis, Dursban et l'huile blanche sont les insecticides les plus utilisés dont la matière active diffère d'un produit à un autre. Par contre, les herbicides sont très peu utilisés par rapport aux fongicides et aux insecticides, cela signifie que les agriculteurs préfèrent le désherbage manuel que l'utilisation des herbicides.

Le choix du pesticide et de la dose à appliquer nécessitent une connaissance fine des matières actives qui agissent efficacement sur telle ou telle autre maladie fongique ou insecte parasite. De ce fait, la dose d'application varie en fonction de la classe et de la nature de la matière active.

Les pyréthrinoïdes sont les pesticides les moins toxiques (Hansen et al., 2014) mais ils sont encore peu utilisés par les agriculteurs à cause de leur prix plus élevé par rapport aux autres groupes. Néanmoins, des auteurs rapportent une large utilisation de cette famille par les producteurs de tomate (Son et al., 2018) et les maraichers (Belhadi et al., 2016).

Par ailleurs, s'agissant du dosage des produits employés, quelques agriculteurs affirment qu'ils respectent les doses recommandées alors que d'autres appliquent souvent des surdosages. L'utilisation de ces produits en ne respectant pas les doses préconisées ainsi que les périodes d'utilisation entraîne la contamination des produits agricoles (Bai et al., 2006). Ces facteurs sont aggravés par le fait que près de 95% des agriculteurs n'ont reçu aucune formation sur les bonnes pratiques phytosanitaires et révèlent l'absence de professionnels dans le secteur de production (Anseur, 2009 ; Chedded, 2015). Parfois, le surdosage se fait de manière délibérée dans l'objectif de maximiser l'efficacité de ces produits.

Les agriculteurs traitent les cultures en hiver ou en printemps car le traitement appliqué en sortie d'hiver est essentiel pour assurer la préservation du potentiel de rendement de la parcelle. Ils déclarent ainsi que le traitement doit se faire la matinée ou la soirée puisqu'en général, il y'a moins de vent et que la bouillie aura moins tendance à s'évaporer.

La persistance d'un pesticide joue un rôle dans la détermination de la durée de l'intervalle pré-récolte. Il s'agit du nombre de jours qu'il faut attendre entre le dernier traitement au pesticide et la récolte. Le respect du délai d'attente (DAR) varie d'un producteur à un autre, il est plus lié à l'état sanitaire des fruits (absence de ravageurs) qu'aux recommandations d'emploi du produit phytosanitaire. Le non-respect des DAR constitue un facteur de risque pour la santé des consommateurs due à la présence des résidus de pesticides supérieurs aux normes acceptables dans les denrées alimentaires. En effet, d'après Mebdoua et al. 2017, plus de 57%

des fruits et légumes algériens contiennent des résidus de pesticides et près de 13% dépassent la limite maximale de résidu (LMR), exposant les consommateurs aux risques toxiques (Ramdani et al., 2009).

Le pulvérisateur manuel est utilisé par trois agriculteurs seulement pour le traitement de leurs cultures. Bonnefoy (2012) signale que lors de l'utilisation d'un pulvérisateur à dos, l'agriculteur est d'avantage contaminé avec une combinaison que sans en raison de la perméabilité de celle-ci. Il déclare encore que le choix de l'équipement de protection doit se faire en fonction du type de produit utilisé (liquide, aérosol, solide, poudre, type de substances actives), du niveau de risque et du type d'exposition (pulvérisation, dispersion).

Quelques agriculteurs utilisent toujours les équipements de protection, comme le port du masque, d'une tenue de protection (cottes à bretelles), des gants et des lunettes qui sont moins chères lors des traitements phytosanitaires. Ce constat démontre à quel point les agriculteurs enquêtés sont conscients que, globalement, les pesticides présentent un risque pour leur santé. D'après Van de Werf (1996), les risques existent surtout lors de la préparation de la bouillie mais aussi lors de son application sur les cultures. Ce risque est d'autant plus grand que l'utilisateur ne porte pas l'équipement de protection (Salameh et al., 2004).

Batch (2011) stipule qu'il est conseillé de choisir une combinaison à sa taille et de ne pas réutiliser les combinaisons jetables car cela comporte un risque pour la santé. Par contre, un faible taux d'agriculteurs n'utilise jamais ou rarement l'équipement de protection. Ce résultat est indépendant du niveau d'éducation et de l'ancienneté dans la profession agricole.

Conclusion

Dans le but d'évaluer l'impact des pesticides sur la source principale de l'eau potable, nous avons opté pour une enquête, réalisée dans deux régions de la Kabylie, à savoir Oued Falli, DBK et DEM, où nous avons recensé les différentes familles de pesticides utilisés ainsi que les caractéristiques des matières actives qui ont été utilisées afin d'estimer le risque de pollution en utilisant l'indice GUS.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- ✓ La parcelle 1 et 2 (vigne) présente un risque de pollution qui va de faible à élevé.
- ✓ La parcelle 3 (poirier) présente un risque de pollution qui va de faible à moyennement élevé.
- ✓ La parcelle 4 (blé) présente un risque de pollution qui va de faible à élevé.
- ✓ La parcelle 5 (Pomme de terre de DEM) présente un risque de pollution qui va de faible à élevé.
- ✓ La parcelle 6 (pomme de terre d'Oued Falli) présente un risque de pollution faible.
- ✓ La parcelle 7 (oranger) présente un risque de pollution qui va de faible à élevé.

Les pesticides sont conçus pour tuer les « organismes nuisibles », mais certains pesticides peuvent également avoir des effets néfastes sur la santé des humains. La probabilité de subir des effets néfastes sur la santé dépend du type de pesticide et des autres produits chimiques qu'il contient, de la quantité à laquelle vous êtes exposé, de la durée et de la fréquence de l'exposition.

Sur la base des résultats obtenus, il est recommandé de :

- ✓ Sensibiliser les agriculteurs sur la nécessité d'être informé sur l'utilisation des pesticides.
- ✓ Avoir recours à l'agriculture biologique qui utilise les fertilisants organiques, qui servent à optimiser les processus naturels dans le sol.
- ✓ Avoir recours à la rotation des cultures, qui permet de mieux garder l'équilibre chimique du sol, car une espèce plantée sur le même endroit peut épuiser le sol de tous les éléments nutritifs.
- ✓ On recommande aux opérateurs certifiés pour l'application de pesticides ou aux personnes qui utilisent des pesticides dans le cadre de leur travail d'obtenir un bilan de santé régulièrement. Ces personnes doivent informer leur médecin des pesticides qu'elles utilisent ou auxquels elles sont exposées.

Références

bibliographiques

- **ACTA (2002)**. Recueil des effets non intentionnels des produits phytosanitaires. 8ème édition, Paris, 492 p.
- **Aissaoui A. (2012)** : Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région de Oued Athmania (willaya de Mila) par les activités Agricoles. Mémoire de Magister UMTO 75 p.
- **Alletto, L., Benoit, P., Bergheaud, V., and Coquet, Y. (2012)**. Variability of retention process of isoxaflutole and its diketonitrile metabolite in soil under conventional and conservation tillage. *Pest Management Science*, 68(4), 610–617 p.
- **Anseur, O. (2009)**. Usages et besoins en information des agriculteurs en Algérie. Thèse de doctorat, université Lyon 2, France. 179 p.
- **Arias-Estévez, M., López-Periago, E., Martínez-Carballo, E., Simal-Gándara, J., Mejuto, J.C., García-Río, L., (2008)**. The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123, 247-260 p.
- **Armstrong, D.E., Chesters, G. and Harris, R.F., (1967)**. Atrazine hydrolysis in soil, *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.*, 31, 61-66 p.
- **Atmo P.C. (2008)** : Observatoire régionale de l'environnement Poitou Charente. les Pesticides quelques repères.
- **Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Voltz M. (2005)**. Pesticides, agriculture et environnement: réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective. INRA, CEMAGREF. 68 p.
- **Ayad Mokhtari N. (2012)**. Identification et dosage des Pesticides dans l'Agriculture et les problèmes d'Environnement liés (en ligne). Diplôme de MAGISTER, faculté de Chimie Organique, université d'Oran, Algérie, pp1.
- **Bai, Y., Zhou, L., and Li, J. (2006)**. Organochlorine pesticide (HCH and DDT) residues in dietary products from Shaanxi Province, People's Republic of China. *Bulletin of Environmental Contamination and toxicology*, 76(3), 422-428 p.
- **Batch D., (2011)**. L'impact des pesticides sur la santé humaine. Thèse de Doctorat. Université Henri Poincaré-Nancy1, 165 p.
- **Belhadi, Amine, and Touriki, F. E. (2016)**. A framework for effective implementation of lean production in small and medium-sized enterprises. *JOURNAL OF Industrial Engineering and Management*, 9(3), 786-810 p.

- **Bonnefoy N., (2012).** Rapport d'information fait au nom de la mission commune d'information sur les pesticides et leur impact sur la santé et l'environnement, 348 p.
- **Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M.P., Coquet Y. (2005).** Les Pesticides Dans Le Sol - Conséquences Agronomiques et Environnementales : Dégradation de Pesticide P : 255-261 p, Editions France Agricole.
- **Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M.P., Coquet Y., (2005).** Les pesticides dans le sol : Conséquences agronomiques et environnementales. Editions France agricole, 637 p.
- **Close, M.E., (1993).** Assessment of pesticide contamination of groundwater in New Zealand. 1 Ranking of regions for potential contamination. *New Zealand Journal of Marine Freshwater Research* 27, 257-266 p.
- **Chedded, M. A. (2015).** Analyse de l'impact des investissements agricoles réalisés dans le cadre du Plan National de Développement Agricole (PNDA) sur l'évolution des techniques de productions laitières, céréalières et oléicoles en Algérie : étude de cas dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat, université d'Avignon, France.
- **De Jaeger C., VoronskaE., FraouceneN., Cherin P. (2012) :** Exposition chronique aux pesticides, santé et longévité. Rôle de notre alimentation. 89 p.
- **El Azzouzi E., (2013).** Processus Physico-chimiques d'Elimination des pesticides dans l'environnement : Cas de l'Imazéthapyr. Thèse de Doctorat. Université Mohammed V –Agdal, Rabat, 108 p.
- **El Bakouri H., (2006).** Développement de nouvelles techniques de détermination des pesticides et contribution à la réduction de leur impact sur les eaux par utilisation des substances organiques naturelles (S.N.O). Thèse de doctorat. Université Mohammed V_Agdal, Rabat ,108 p.
- **EPA (2019).** Basic Information about Pesticide Ingredients, Related Topics: Ingredients Used in Pesticide Products. <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/basicinformation-about-pesticide-ingredients>. (Consulté le 30/04/2021).
- **El Sebai, T., Devers, M., Lagacherie, B., Rouard, N., Soulas,G., & Martin-Laurent, F. (2010).** Diuron mineralisation in a mediterranean vineyard soil : impact of moisture content and temperature. *Pest Management Science*, 66(9), 988–995 p.
- **FAO/WHO Commission du Codex Alimentarius. (1998).** Résidus des pesticides dans les denrées alimentaires. Roma.

- **FAO, (2000)**. Assessing soil contamination: a reference manual, Editorial Group FAO Information Division. ed, FAO Pesticide Disposal. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- **FAOSTAT, (2019)**. Use statistic. Availab online <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP> (accessed 23 october 2019).
- **Faubert A. (2012)**. Biodiversités : victimes silencieuses des pesticides, section française de l'organisation mondiale de protection de la nature WWF.80 p.
- **Grébil G., Novak S., Périn-Ganier C., Schiavon M. (2001)** : la dissipation des phytosanitaires appliqués au sol. 31-44 p.
- **Hansen, M. R. Jørs, F., Condarco, G., & Schlünssen, V. (2014)**. Is cumulated pyrethriod exposure associated with prediabetes? A cross-sectional study. Journal of Agromedicine, 19(4), 417-436 p.
- **Hayo M. G. van der Werf., (1997)**. Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement, août 1997, 18 p.
- **Hayo M.G. Van Der Werf.(1997)**. Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. Courrier de l'environnement. INRA, station d'agronomie, Colmar.22 p.
- **Hussain, S., Devers-Lamrani, M., Spor, A., Rouard, N., Por-cherot, M., Beguet, J., & Martin-Laurent, F. (2013)**. Mapping field spatial dis-tribution patterns of isoproturon-mineralizing activity over a three-year winterwheat/rape seed/barley rotation.Chemosphere, 90(10), 2499–2511 p.
- **Jacobsen, C. S., van der Keur, P., Iversen, B. V., Rosen-berg, P., Barlebo, H. C., Vosgerau, H., Torp, S., Juhler, R. K., Ernstsén, V.,Rasmussen, J., Brinch, U. C., & Jacobsen, O. H. (2008)**. Variation of MCPA,metribuzine, methyltriazine-amine and glyphosate degradation, sorption, mi-neralization and leaching in different soil horizons.Environmental pollution,156(3), 794–802 p.
- **Kah, M., Beulke, S., & Brown, C. D. (2007)**. Factors influencingdegradation of pesticides in soil.Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(11), 4487–4492 p.
- **Liliana J., (2007)**. Etude des risques liés à l'utilisation des pesticides organochlorés et impact sur l'environnement et la santé humaine. Thèse de Doctorat. Université Claude Bernard- Lyon1, 184 p.
- **Mamadou A., Mazih A. (2015)** : Évaluation des effets des pesticides utilisés en lutte chimique contre le Criquet pèlerin sur les fourmis au Niger. Journal of Applied Biosciences 88 :8144– 8153 p.

- **Marinovich M., Ghilardi F., Galli C.L.(1996)**. Effect of pesticide mixtures on in nervous cells: comparison with single pesticides. *Toxicology*. vol108 : 201-206 p.
- **Marliere F., (2000)**. Mesure des pesticides dans l'atmosphère, Institut National de L'Environnement Industriel et des Risques INERIS, 55 p.
- **Marouane B., (2014)**. Transfert Des Nitrates et des Pesticides Dans Les Sols de La Région du Gharb- Etude à L'échelle de La Parcelle, Thèse de Doctorat, Université Mohammed V.
- **Mebdoua, S., Lazali, M., Ounane, S. M., Tellah, S., Nabi, F., & Ounane, (G. 2017)**. Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from Algeria. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 10(2), 91-98 p.
- **Munnia A., Puntoni R., Merlo F., Parodi S., Peluso M. (1999)**. Exposure to agrochemical sand DNA adducts in western liguria, Italy. *Environnemental and molecule armutagenesis* vol34 :52-56 p.
- **Ramade F. (2005)**. éléments d'écologie. Ecologie appliquée. DUNOD, paris, 6ème édition, 84 p.
- **Ramdani, N., Tahri, N., & Belhadi, A. (2009)**. Pratiques phytosanitaires chez les serristes marachers des localites de tolga et de sidi-obka (wilaya de Biskra). *Journal Algérien Des Régions Arides*, 8(1), 73-80 p.
- **Rodríguez Cruz, M. S., Jones, J. E., & Bending,G. D. (2008)**. Study of the spatial variation of the biodegradation rate of theherbicide bentazone with soil depth using contrasting incubation methods.*Che-mosphere*, 73(8), 1211–1215 p.
- **Piche M., (2008)**. La dérive des pesticides : Prudence et solutions, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire au Québec, Agriculture, Pêcherie et Alimentation n°08-0075, 15 p.
- **Salameh, P. R., Baldi, I., Brochard, P., & Abi Saleh, B. (2004)**. Pesticides in Lebanon: knowledge, attitude, and practice, and practice study. *Environmental Research*, 94(1), 1-6 p.
- **Samuel O., ET Saint-Laurent L., (2001)**. Guide de prévention pour les utilisateurs de pesticides en agriculture maraîchère, l'Institut de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail du Québec IRSST, 89 p.
- **Son, D., Zerbo, F. K. B., Bonzi, S., Schiffers, B., Somda, I., Schiffers, B., & Legreve, A. (2018)**. Assessment of Tomato (*Solanum lycopersicum L.*) Producers' Exposure

Level of Pesticides, in Kouka and Toussiana (Burkina Faso). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2), 204 p.

- **Tahar W., Bordjiba O., Aimeur N., (2017).** Effet de l'hymexazole et de la prométhryne sur la qualité physicochimique et biologique des sols agricoles : 37-44 p.
- **Van de Werf, H. M. G. (1996).** Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, ecosystems & environment*, 60(2-3), 81-96 p.
- **Van Der Werf A. (1997)** : Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. *Courrier de l'environnement de l'INRA n°31*. 22p.
- **Vieville JJ. (1988).** Cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines aux polluants et conception assistée par ordinateur. *Projet de recherche présente pour l'option conception et gestion*.
- **Vrba J. and Zoporozić A, (1994),** guidbook on mapping groundwater vulnerability. In *international contributions to hydrogeology*, 16, I. A. Hydrogeologists (editeurs), 131p.
- **Weinberg. (2009)** :L'utilisation des pesticides dans l'agriculture périurbaine et son impact sur l'environnement. *Thèse de Doctorat. Université Cheikh Anta Diop de Dakar*. 54 p.

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire agriculteurs.

Questionnaire N° :

Lieu de l'enquête :

Date de l'enquête :

Avez-vous reçu une formation sur les produits phytosanitaires ?

Oui :.....

Non :.....

1. Quelles sont les cultures pratiquées ?

✓ Arbres fruitiers

✓ Agrume

✓ Viticulture

✓ Autres

2. Quel est l'âge de la culture ?

-

3. Quel est la superficie des parcelles cultivées ?

-

4. Par quoi vous effectuez l'arrosage ?

✓ Goute à goutte

✓ Puits

✓ Barrage

✓ Autre

5. Quelles sont les maladies et les ravageurs qui attaquent vos cultures ?

-

6. Quel est le type du pesticide le plus utilisé ?

✓ Insecticide

✓ Fongicide

✓ Acaricide

✓ Autre

7. Quelles sont les doses appliquées ?

-

8. Quand est-ce que appliquez-vous les différents traitements ?

-

9. Quelle est la date de la récolte ?

-

10. Quel est le type de pulvérisateur que vous utilisez ?

✓ Manuelle

✓ Tracteurs menés de citernes

11. Quelles sont les mesures de sécurité que vous utilisez ?

Combinaison, cottes à bretelles.

✓ Gants

✓ Combinaison

✓ Lunettes

✓ Autres

Résumé :

Les agriculteurs dans les trois régions d'Oued Falli, DBK et DEM, font face à différents ravageurs de culture, à savoir, les maladies fongiques, l'attaque par des insectes ainsi que différents types de carences. Pour lutter contre toutes ces menaces, ces derniers ont recours à l'utilisation d'une variété importante de produits chimiques.

Notre enquête, réalisée dans ces trois régions, a pour objet le recensement des différents types de pesticides utilisés, le mode de gestion des emballages générés par ces produits phytosanitaires ainsi que l'évaluation de l'effet de ces produits sur la principale source d'eau potable en utilisant l'indice mathématique qui est le GUS.

Les résultats obtenus ont fait ressortir l'utilisation de deux types de pesticides avec une très large application, à savoir les fongicides et les insecticides. Les données recueillies permettent d'évaluer, grâce à l'indicateur appelé Indicateur.

Abstract

Farmers in the three regions of Oued Falli, DBK and DEM, face different crop pests, namely, fungal diseases, insect attack as well as different types of deficiencies. To fight against all these threats, they resort to the use of a wide variety of chemicals.

Our survey, carried out in these three regions, aims to identify the different types of pesticides used, the method of management of the packaging generated by these phytosanitary products as well as the evaluation of the effect of these products on the main source of drinking water using the mathematical index which is the GUS.

The results obtained highlighted the use of two types of pesticides with a very wide application, namely fungicides and insecticides. The data collected makes it possible to evaluate, thanks to the indicator called Indicator.

Mots clés

Ravageurs de culture, maladies fongiques, produits phytosanitaires, d'eau, GUS.

Key words

Crop pests, fungal diseases, phytosanitary products, water, GUS.