

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE « MOULOD MAMMERI » DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences
agronomiques.

Option : sol, plante et environnement.

Thème

**" Contribution a la connaissance sur
l'utilisation des pesticides en viticulture
dans la région de Tizi-Ouzou"**

Présenté par : Mr. KACEL Omar

Mr. OUMEZZAOUCHE Said

Devant le jury composé de :

Président : Mr. MERROUKI. K, Maitre de conférences A, UMMTO

Examinatrice : Mme. ALKAMA N. Maitre de conférences A, UMMTO

Encadreur : Mr .CHERFOUH .R. maitre assistant A,UMMTO

Promotion :2016/2017

Remerciements

Il est d'usage de remercier en premier lieu leur encadrement de mémoire, nous remercions donc Mr CHERFOUH R. Maitre assistant a l'université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou et

Mr.MOUHOUS. Chef de département d'agronomie

Nous remercions également tous les membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail mais aussi pour leurs remarques pertinentes et constructives.

président du jury Mr. MERROUKI. K, Maitre de conférence A à l'UMMTO ,

l'examinatrice Mme. ALKAMA.N Maitre de conférences A à l'UMMTO

Bien sur, nous remercions tous les Enseignants notamment ceux du Département d'agronomie, Faculté des Sciences, Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation et l'aboutissement de ce travail, nous tenons à remercier plus particulièrement Mme MOULOUDJ Inspectrice phytosanitaire au niveau de la DSA de Tizi-Ouzou, ainsi que Mme KEBBIR responsable de la direction de l'INPV (section DBK).

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail :

- A nos familles et tous nos proches.
- A nos ami(e)s et a tous les camarades de notre promotion.
- A toutes les personnes qui ont contribuées a l'élaboration de ce travail.

Liste des abréviations

- ACTA** : Association de Coordination Technique Agricole
- AMM** : Autorisation de Mise sur le Marché
- BPA** : Bonnes Pratiques Agricoles
- DAR** : délai d'application avant récolte
- DDT** : Dichloro Diphényl Trichloroéthane
- DJA** : Dose Journalière Admissible
- DL50** : Dose Létale 50
- EAC** : Exploitation Agricole Collective
- EAI** : Exploitation Agricole Individuelle
- EAP** : Exploitation Agricole Privée
- EC** : Concentré Emulsionnable
- FAO** : Food and Agriculture Organization
- INPV** : institut national de la protection des végétaux
- I.N.R.A** : Institut National de La Recherche Agronomique
- LMR** : limite maximale de résidus
- MADR** : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
- OIV** : organisation mondiale de la vigne
- OMS** : organisation mondiale de la santé
- ONAPSA** : Office National d'Approvisionnement et Service Agricoles
- PAN** : Pesticide Action Network
- POPs** : Polluant Organique Persistant
- RGA** : Recensement Général Agricole
- SC** : Suspension Concentrée
- UIPP** : Union des Industries et de la Protection des Plantes
- WP** : Poudre Mouillable
- WG** : Granulés dispersa

Liste des tableaux

Tableau 1 : Superficie et production vitivinicole dans le monde pendant les années de 2000 jusqu'à 2012 (OIV, 2013)

Tableau 2. Historique de l'évolution des trois plus grandes classes de pesticides depuis 1900 à 2000.

Tableau 3 : Niveau d'études et de formation des viticultures

Tableau 4: Facteurs gouvernant le choix d'un produit.

Tableau 5 : informations sur le respect de la DAR

Tableau 6 : Moyens de protection utilisés lors de la préparation et de l'application des pesticides.

Tableau 7 : les produits phytosanitaires les plus utilisés en viticulture dans la région de tizi-ouzou

Liste des figures

Figure 1 : les besoins approximatifs de la vigne

Figure 2 : symptômes de Mildiou sur feuille et grappe de vigne

Figure 3 : symptômes de L'oïdium sur feuille et grappe de vigne

Figure 4: symptômes de la pourriture grise sur feuille et grappe de vigne

Figure 5: papillon au repos

Figure 6: larve et dégâts sur inflorescence

Figure 7: araignée rouge

Figure 8: estimation des rendements mondiaux moyens selon l'utilisation ou non de produits phytopharmaceutiques par rapport au rendement maximal

Figure 9 : evolution des valeurs des importations des pesticides en Algérie

Figure 10 : résumé des différentes voies et les mécanismes impliqués dans la dispersion des produits phytosanitaires dans l'environnement.

Figure11 : les zones prospectées au niveau de Tizi-Ouzou.

Figure 12 : informations sur le respect de la DAR

Figure 13 : Gestion des emballages vides des pesticides après usage

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	01
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	03
LA VITICULTURE.....	03
1) L'importance de la viticulture.....	03
2) L'étude de l'espèce.....	05
2-1) L'origine et diffusion de la vigne.....	05
2-2) La systématique de la vigne.....	05
2-3) Le cycle végétatif et reproducteur de la vigne.....	07
3) Les techniques culturales.....	07
3.1) les travaux du sol et la fertilisation.....	07
3-1-1) Les besoins annuels approximatifs.....	07
3-1-2) L'époque et mode d'apport.....	08
3-2) La plantation.....	09
3-3) La multiplication.....	09
3-4) Le désherbage.....	09
3-5) La taille.....	10
3.5.1) La taille de plantation.....	10
3.5.2) La taille de production.....	10
3.5.3) La taille en vert.....	10
3-6) L'irrigation.....	11
4- Les Principales maladies et ravageurs de la vigne.....	11
4.1- Les maladies cryptogamiques de la vigne.....	11
4.1.1- Le mildiou.....	11
4.1.2- L'oïdium.....	13
4.1.3- La pourriture grise.....	14
4.2- les ravageurs.....	16
4.2.1- phylloxéra.....	16
4.2.2- la pyrale (Sparganothispilleriana).....	16
4.2.3- Cochylis (Eupoeciliaambiguella).....	16
4.2.4- L'altise.....	17
4.2.5- Les araignées rouges (Panonychusulmi).....	17
4.2.6- Les araignées jaunes.....	18
2) LA PRESENTATION GENERALE DES PESTICIDES.....	19
2-1. Les définitions.....	19
22. La classification des pesticides.....	20
2.2-1. Le premier système de classification.....	20
2.2-2. Le deuxième système de classification.....	20
2.3. La composition des pesticides.....	23
2.4. Les avantages de l'utilisation des pesticides.....	24
2.5. L'importation des pesticides en Algérie.....	25
2.6. Législations et réglementations pour les pesticides.....	27

Sommaire

2.7. Le devenir et impact des pesticides dans l'environnement.....	28
2.7.1. Le devenir des pesticides dans le sol.....	29
2.7.1.1. La rétention des pesticides dans le sol.....	29
2.7.1.2. La dégradation des pesticides	30
2.7.1.3. Les transferts des produits phytosanitaires.....	31
2.7.1.4. L'impact des pesticides sur les organismes du sol.....	34
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODE	36
II.1. La description de l'étude	36
II.2. Les objectifs du questionnaire.....	36
II.3. La zone d'étude	37
II.4. Le déroulement de l'enquête.....	38
II.5. Le traitement et analyse des données.....	38
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	39
1) La présentation des résultats.....	39
2) Les paramètres pris en compte dans l'étude.....	39
2.1-La formation et le niveau d'étude.....	39
2.2-Les facteurs influençant le choix du produit.....	41
2.3-le respect du Délai Avant Récolte (DAR).....	42
2.4-Les moyens physiques de protection utilisés lors de la préparation et de l'application des pesticides.....	43
2.5-La gestion des emballages des pesticides après usage.....	45
2.6-La fréquence d'utilisation des pesticides.....	45
2.7-les ennemis de culture les plus rencontrés.....	45
2.8-les principaux produits utilisés.....	46
2.9-les risques probables de contamination des sols par les produits utilisés ; exemple du cuivre.....	47
2.9-1) La toxicité du cuivre pour les écosystèmes.....	47
2.9-1-1) La toxicité pour le sol.....	47
2.9-1-2) La toxicité pour la faune et la flore.....	48
CONCLUSION GENERALE.....	49
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	51
ANNEXES.....	55

Introduction générale

Introduction générale

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). Dès la fin de la seconde guerre mondiale, ces produits furent très employés dans le secteur agricole non seulement pour augmenter les rendements de productions mais également pour protéger les plantes tout au long de leur croissance vis-à-vis des organismes nuisibles aux animaux et végétaux, dont les dégâts peuvent parfois être très importants pour une exploitation agricole, une région ou un pays.

En Algérie, l'utilisation des pesticides à usage agricole est de plus en plus fréquente, et elle a accompagné l'augmentation des superficies des cultures à forte rentabilité (maraichères, industrielles et vignes). Ainsi, près de 400 substances actives de pesticides, dont environ 7000 spécialités, y sont commercialisées annuellement (Bouziani, 2007) et constituent des outils nécessaires, voire indispensables pour les agriculteurs, puisqu'ils assurent la rentabilité de leurs productions.

Cependant, Deviller et al. (2005) rappellent que ces produits demeurent toxiques et leur bon usage reste tributaire de la maîtrise des modes d'usage ainsi que les risques pour la santé humaine et les milieux naturels susceptibles d'être affectés. En outre, dans le cas spécifique de la vigne, le PAN (*Pesticide Action Network*) (2005), les pesticides sont utilisés dans les pays en développement en quantités excessives ou inadaptées et la récolte de la vigne est faite sans respect des délais de sécurité. Des résidus de produits peuvent donc être laissés sur les sols et les récoltes et être à l'origine de nuisance à la santé humaine et à l'environnement. Cissé et al. (2001) constatent qu'à l'heure actuelle, dans la plupart des pays développés, la présence de résidus de pesticides dans l'environnement et dans les aliments semble ne plus poser de problèmes graves en santé publique du fait de la prise de conscience des risques encourus, de la mise en place de dispositions législatives et réglementaires strictes pour une utilisation plus rationnelle des pesticides. Par contre, dans les pays en voie de développement, particulièrement en Afrique, beaucoup d'efforts restent à faire pour une meilleure gestion des pesticides. Dans ces pays, l'utilisation de pesticides engendre les risques les plus importants à la fois pour la santé humaine et pour l'environnement. Selon l'OMS (1991), bien que les pays d'Afriques importent moins de 10 % des pesticides utilisés dans le monde, mais ils totalisent malgré ça la moitié des empoisonnements accidentels et plus de 75 % des cas mortels. D'autres part, ACTA (2002) rapporte également qu'au cours des

Introduction générale

traitements répétitifs aux pesticides sur des générations d'organismes nuisibles, des proportions de plus en plus grandes d'individus dans la population, et éventuellement la totalité de la descendance montrent une résistance à ces produits.

En Algérie, le contrôle de résidus des pesticides reste encore non généralisé et mal conçu, alors que l'ensemble des pays importateurs de notre production adopte des législations très strictes dans ce domaine. De plus, le contrôle par les laboratoires de la qualité des produits alimentaires pour déterminer leur teneur en substances chimiques sont rares vu le manque d'équipements permettant le dosage, le contrôle et le suivi de la gestion de ces produits toxiques (Medjbour, 2013). C'est ainsi que la moitié des fruits vendus sur les étalages, contiendraient ces substances chimiques (Chelabi in Amine, 2009).

Le travail effectué dans le cadre de ce mémoire présente les résultats d'une enquête réalisée auprès de 30 viticulteurs dans sept communes de la région de tizi-ouzou (Tadmait, Draa Ben Khedda, Sidi Naaman, Tizi-Ouzou, Ait chafaa, Azeffoun, Timizart). L'enquête a été réalisée à l'aide d'un questionnaire qui vise à diagnostiquer les mécanismes décisionnels des agriculteurs en matière de la protection des cultures, de déterminer les données socio-économiques qui motivent l'utilisation des pesticides, ainsi que leur prise de conscience et leur perception par rapport aux risques ou aux effets secondaires liés à l'utilisation des pesticides, sur leur santé et celle des consommateurs et sur l'environnement.

Ce document se compose de 3 chapitres principaux. Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique portant des généralités sur la viticulture, les pesticides et leur devenir dans les différents compartiments de l'environnement. Dans le deuxième chapitre nous présentons les différents sites d'étude ainsi que les objectifs du questionnaire utilisé. Enfin, dans le troisième chapitre nous exposons les résultats obtenus et les discussions. Nous terminons ce document par une conclusion générale.

1- La viticulture

La viticulture représente la culture de la vigne sous toutes ses formes. La vigne est une plante sarmenteuse, vivace et qui peut demeurer en place plusieurs dizaines d'années, (40 à 60 ans en moyenne), dans les conditions normales de culture (P. Galet 1988). Elle appartient à la famille des Vitacées (Ampélidacées), elle est fréquemment cultivées dans les régions tropicales et subtropicales du globe, ainsi que sous les climats tempérés.

1.1.L'importance de la viticulture

a- dans le monde

La vigne est l'espèce végétale la plus cultivée dans le monde (MARCHIVE, 2006). Son importance économique considérable se situe au niveau de la production des fruits, le raisin commercialisé comme le raisin de table, le jus de fruit et surtout du vin.

Selon la publication d'OIV (2013), en 2012, le vignoble mondial a atteint une superficie totale de 7528000 ha, tandis que la production globale du raisin est de 691 Mqx. Cette production augmente, malgré le fait que la superficie mondiale plantée a continué de diminuer. Cette situation peut s'expliquer par une tendance à la hausse des rendements et par les conditions climatiques favorables.

La production mondiale du vin (hors jus et mouts) s'est chiffrée à 265 Mhl, donc on peut dire qu'elle a été faible, alors que les estimations de la consommation en vin est de 244.3 Mhl. Cela montre une inversion de la tendance à la baisse.

Tableau 1 : Superficie et production vitivinicole dans le monde de l'année 2000 jusqu'à 2012 (OIV, 2013)

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Superficie (Mha)	7,847	7,873	7,877	7,884	7,829	7,801	7,793	7,766	7,735	7,666	7,628	7,585	7,528
Production (Mqx)	647,6	610,5	614,6	631,1	681	673,6	669,7	655	673,6	681,7	679,5	691,7	691
Production de vin (Mhl)	280	266	257	264	296	273	282	266	269	271	265	265	265

Il existe également d'autres utilisations de produits issus de la culture de la vigne comme la production des dérivés de la vinification (mouts, alcool de distillation), des boissons à base de raisin, des dérivés alimentaires (huile de pépins de raisin) et des produits cosmétiques.

b- En Algérie :

A son tour, l'Algérie présente une richesse en ressources génétiques dans le domaine de la viticulture, elle est constituée de nombreuses variétés autochtones (*V. vinifera ssp. Vinifera*) grâce aux populations naturelles isolées de la vigne sauvage (les zones côtières, les zones de plaines, les zones de montagne, les zones steppiques et les zones sahariennes) (FOUDIL, 1989). El-Heit et al. (2010), signalent que sa culture existait depuis l'antiquité, mais avec la colonisation l'introduction des variétés européennes et les attaques phylloxériques ont causé une extinction progressive de nombreux cépages autochtones.

Pendant la colonisation, l'agriculture a été orientée beaucoup plus vers la culture des cépages allochtones introduits par les français, destinés presque entièrement à la production du vin avec 14 à 18 millions d'hectolitres par an, y consacrant 390 000ha (DUPARC, 2013).

A cette époque, l'Algérie était le quatrième producteur du vin après la France, l'Italie et l'Espagne.

Après l'indépendance, l'économie vinicole a été vite bouleversée par un arrachage massif dans les années 70, les terres libérées ont été utilisées pour les cultures maraichère, les fourrages et l'arboriculture (DIEMER, 2005). La situation dépressive de la vigne (surexploitation, l'âge avancé, l'arrachage et les difficultés de commercialisation) et les situations climatiques se sont traduites par une chute importante de la production (TAYEB, 1990).

D'après TAYEB(1990) et la publication d'INRA (2006), actuellement, les pouvoirs publics ont adoptés la politique de reconversion, de reconstitution du vignoble et de la production du raisin de table et du raisin sec pour satisfaire les besoin de la consommation intérieure. Un effort particulier est fait pour développer et étendre cette culture dans la partie nord du pays, même dans les oasis sahariennes avec le recours à l'irrigation. La superficie de vignoble algérien est estimé a 77 114 ha (OIV, 2015) ce que lui a permit d'être le 2^e plus gros producteur de vin en Afrique derrière l'Afrique du Sud

1.2- L'études de l'espèce

1.2-1) L'origine et diffusion de la vigne

Elle est cultivée depuis des temps immémoriaux en Europe, dans l'ouest de l'Asie (Moyen-Orient, Caucase) et le nord de l'Afrique. La vigne eurasienne est consommée depuis les temps préhistoriques ; des pépins de raisin ont été découverts dans les restes d'habitations lacustres de l'âge du bronze en Suisse et en Italie, et dans des tombes de l'Égypte antique. On admet que sa culture débuta, il ya quatre mille ans à partir des espèces sauvages du Proche-Orient (Caucase, Asie Mineure, Iran). La culture de la vigne, pratiquée en Palestine à l'époque biblique, fut introduite dans le reste du bassin méditerranéen par les marins phéniciens. Les Grecs cultivaient la vigne et cette plante fut plus tard adoptée par les Romains.

La vigne eurasienne est maintenant cultivée dans les régions suffisamment chaudes du monde entier, en particulier en Europe occidentale, dans les Balkans, en Californie. En Australie, en Afrique du Sud et dans certaines régions d'Amérique du Sud. Elle fut introduite en Amérique du Nord à l'époque coloniale, mais cette première tentative échoua en raison des attaques de parasites et des maladies des plantes (BERTSCHINGER.L, 2003). Pour l'Algérie spécialement et l'Afrique du Nord généralement (les pays du Maghreb), le raisin était consommé depuis la plus haute Antiquité, mais il s'agissait essentiellement de vignes sauvages dont les petites grappes, aux grains compacts et au goût âpre, étaient dégustées fraîches ou séchées au soleil. Les Romains ont apporté les premières techniques viticoles comme le montrent les nombreuses mosaïques d'époque représentant. Notamment, des scènes de vendanges.

1.2-2) La systématique de la vigne

La vigne appartient à la famille des Vitacées ou Ampélidacées dont les plantes ligneuses, à l'allure de lianes, sont réparties à l'état sauvage dans les cinq parties du monde.

Le genre *Vitis* se divise en 3 groupes qui rassemblent au total une soixantaine d'espèces.

Le groupe européen est composé essentiellement de l'espèce *Vitis vinifera* L, encore dénommée « vigne européenne ». Le groupe américain comprend une trentaine d'espèces sauvages parmi lesquelles *Vitis labrusca*, *Vitis riparia*, *Vitis rupestris*, *Vitis aestivalis*, *Vitis candicans* et *Vitis berlandieri*. Ces espèces, autrefois utilisées de manière sporadique par les colons, ont été domestiquées au début du XIXe siècle. Elles ont servi, après l'invasion du

phylloxéra, à l'élaboration, par croisement avec des vignes européennes, d'espèces hybrides résistantes qui sont à l'origine de la plupart des porte greffes actuels. (ALLOUANI. M, 2011)

Le groupe asiatique compte également une trentaine d'espèces.

L'espèce *Vitis vinifera L.* se distingue des autres espèces de *Vitis* par la qualité de ses baies qui fondent la réputation des meilleurs vins du monde.

Elle se décline elle-même en deux sous-espèces : l'une sauvage (*Vitis vinifera L. subsp. silvestris*), dont il ne subsiste plus que quelques représentants, la plupart de ces formes sauvages ayant été laminées lors de la crise phylloxérique, l'autre cultivée

(*Vitis vinifera L. subsp. sativa*). (ALLOUANI. M, 2011)

La systématique de la vigne

- Embranchement..... Phanérogames
- Sous- EmbranchementAngiospermes
- ClasseDicotylédones
- Sous-ClasseDialypétales
- OrdreRhamnales
- FamilleVitacées
- GenreVitis
- Sous-GenreEuvitis
- GroupeEuropéen
- EspèceVitis Vinifera

1-2-3) Le cycle végétatif et reproducteur de la vigne

En hiver, la vigne perd ses feuilles et rentre en dormance. L'élévation des températures au printemps s'accompagne du débourrement en février -mars, de la sortie des feuilles et d'une croissance rapide des pousses. La pleine floraison a lieu généralement six à huit semaines

après le Débourrement. Les grappes florales se forment sur des pousses de l'année, apparaissant sur les baguettes âgées d'un an du printemps précédent.

L'époque de la différenciation des bourgeons floraux varie en fonction des variétés et des conditions climatiques. Elle à lieu généralement entre avril et juin. Les cultivars de *Vitis vinifera* présentent dans leur majorité des fleurs parfaites ou hermaphrodites qui sont autopollinisés. La nouaison est suivie de la croissance des baies, de la véraison et de la maturité. En fonction des soins qui lui sont prodigués et des conditions climatiques, la vigne peut vivre plusieurs dizaines d'années. Le rendement en raisin est variable selon les variétés, les conditions agro-climatiques, les modes de conduites et les techniques culturales.

1-3- Les techniques culturales

1-3.1) Les travaux du sol et la fertilisation

Généralement, le vignoble est maintenu propre par 3 labours par an: en Janvier-Février au voisinage du débourrement, en Avril-Mai, un peu avant la floraison, et vers Juin, à la nouaison. Ces labours ont pour objectifs la destruction des mauvaises herbes, l'ameublissement et l'aération du sol. Le sol peut être aussi maintenu enherbé ou couvert par un mulch ou un paillage plastique pour lutter contre l'érosion et améliorer la structure. Son but est de constituer des réserves dans ce sol et de corriger les carences. Les prélèvements, ou les quantités d'éléments absorbés par la vigne dépendent de nombreux facteurs (âge, vigueur de la souche, cépage et porte-greffe, densité de plantation, richesse du sol, etc...). Les exportations par les récoltes, bois de taille, feuilles sont aussi variables. Le contrôle de la nutrition peut être effectué par l'analyse foliaire.

1-3-1-1) Les besoins annuels approximatifs en fertilisants

Les besoins de la vigne en fertilisants varient selon :

- Les exportations: vendanges, feuilles, sarments
- Le couple porte-greffe/cépage

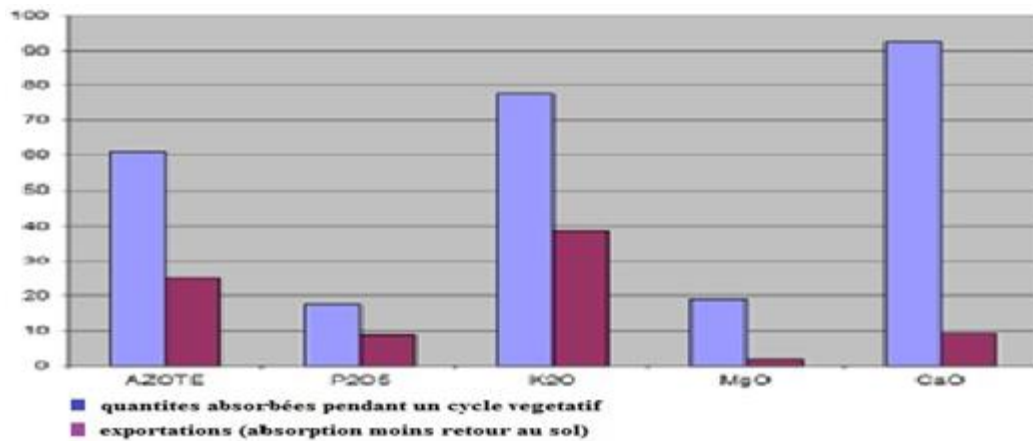


Figure n°1 : les besoins approximatifs de la vigne (champagnol 1984)

1-3-1-2) L'époque et mode d'apport de fertilisants

- ✓ **L'époque** : souvent, selon les régions, les éléments minéraux sont apportés

Immédiatement après la vendange, pour favoriser la constitution de réserves nutritives avant la chute des feuilles. Dans les régions les plus septentrionales, la récolte est plus tardive et la chute des feuilles est plus précoce. Les épandages d'engrais se font plutôt en fin d'hiver. Dans certaines régions, les dates d'épandage d'engrais sont fixées par la préfecture, après consultation des organisations professionnelles. Ces mesures sont prises pour limiter les déperditions (polluantes).

- ✓ **Le mode d'apport** : Les éléments majeurs s'épandent, en général, en surface, suivi ou non d'un enfouissement. Dans d'autres cas, ils sont enterrés directement à l'aide d'un semoir spécial, muni d'un soc enfouisseur, appelé « localisateur ». Cette technique est destinée à rapprocher l'engrais de la zone explorée par les racines, à le concentrer et aussi à limiter la concurrence des mauvaises herbes. Compte tenu des quantités (besoins) relativement faibles, les oligoéléments sont apportés soit au sol, dans les mêmes conditions que les éléments majeurs, soit en saison, par voie foliaire. Dans tous les cas, on doit s'assurer qu'ils resteront assimilables longtemps.

1-3-2) La plantation

La commande de plants devrait se faire l'hiver précédent la plantation et portera sur le cépage retenu et la quantité à planter. Les plants de vigne peuvent être livrés à racines nues ou en mottes. La période de plantation est de fin mai à la mi-juin. L'irrigation après une plantation est recommandée. Et, un suivi après la plantation (irrigation, désherbage, fertilisation, etc.) est la clé de succès d'un vignoble. La densité de plantation varie d'un cépage à un autre.

1-3-3) La multiplication

La multiplication de la vigne peut se réaliser par deux grands procédés :

- ✓ **par voie sexuée:** en partant de graines obtenues par hybridation ou par fécondation libre. Ces graines semées au début du printemps et lorsque les plantules auront deux feuilles épanouies, elles seront repiquées en pépinière à 15 cm ou 20 cm d'intervalle. Ce procédé n'est employé que par les hybrides qui recherchent des cépages nouveaux.
- ✓ **par voie végétative :** en partant de fractions de rameaux ou de sarments dont on essaie d'obtenir l'enracinement et le développement d'une tige, soit directement sans les détacher de la souche mère (marcottage et provignage), soit après séparation de la souche pour obtenir des boutures, plantées en pépinière ou mise en place au vignoble (bouturage). dans les régions phylloxérées, on doit recourir au greffage sur des boutures ou des plants racinés de sujets résistants. le greffage se fait par la greffe anglaise, greffe en fente, en écusson...

1-3-4. Le désherbage

a-Sur le rang

Le désherbage de la vigne est important surtout l'année d'implantation de la vigne. Sur le rang, un piochage est nécessaire autour des plants. Certains producteurs optent pour l'usage de plastique noir permanent (2 à 3 ans). Les années subséquentes, l'usage du Gramoxone et/ou du Round Up en jets dirigés sur la base des plants et sur les cotés du rang contrôlent très bien les mauvaises herbes. Il faut éviter les parties vertes du vignoble car très sensibles au Gramoxone et au Round Up.

b-Entre- rang

Le passage répété d'un sarcleur mécanique élimine les mauvaises herbes entre les rangs. Certains viticulteurs optent pour un couvre-sol permanent. Le couvre-sol permet d'éviter l'érosion sur les vignobles en pente, le transfert des nitrates vers la vigne et de réduire la percolation des pesticides.

1-3-5) La taille

La taille doit être réalisée chaque année pendant le repos végétatif: décembre-janvier-février. Elle permet d'assurer une édification ordonnée du végétal et de favoriser un bon partage des sucres en établissant un bon équilibre entre la fructification et la végétation.

1-3.5.1- La taille de plantation

À la plantation d'un jeune plant de vigne, ne laissez que les deux premiers bourgeons. Il est important de limiter le développement de deux bourgeons seulement pour avoir des pousses vigoureuses plutôt que plusieurs brindilles faibles.

Après le premier hiver, enlevez les gourmands à la base, ne conservez que la branche la plus forte et taillez-la à 2 bourgeons, pour avoir encore des nouvelles pousses vigoureuses. La taille peut se faire en avril ou mai avant le débourrement.

1-3.5.2-La taille de production :

Plusieurs techniques de taille de production sont possibles : Gobelet, Kniffen, Guyot, Royat, Geneva, etc.

Le choix d'une technique de taille de production est fonction de divers critères de production retenus, soit : le cépage, la rusticité, la fertilité des bourgeons à fruit, la charge retenue (qualité Vs quantité), la facilité et le coût de la taille. La taille se dit courte ou longue selon le nombre de bourgeons à fruits retenus sur les sarments.

La taille courte est généralement utilisée sur les cépages fertiles et/ ou non rustiques: Gobelet

Taille longue est utilisée pour les cépages peu fertiles : Guyot et Kniffen. En fin, l'initiation florale se fait durant les journées ensoleillées et chaudes précédant l'aoûtement.

1-3.5.3) La taille en vert

-La taille en vert durant les différents stades phénologiques est complémentaire à la taille de production, pour assurer un raisin de qualité, pour un bon contrôle sanitaire et pour réduire la vigueur de certains cépages.

- L'ébourgeonnage : bourgeons inutiles sur le vieux bois;

- L'épamprage : suppression des grappes miniatures;

- L'écimage et rognage : suppression des extrémités de rameaux sur la hauteur et les côtés avant que le bois durcit.

- Le rognage : mécanique, semi-mécanique et/ou manuel

- L'effeuillage pour améliorer la qualité du raisin et du vin

1-3-6) l'irrigation

L'irrigation doit être répartie dans le temps pour maintenir une humidité suffisante et constante dans le sol au niveau du système racinaire. Pour la vigne de table, il est conseillé de faire quatre arrosages: au débourrement, à la floraison, à la nouaison et à la véraison. L'aspersion est peu pratiquée car elle favorise le développement de maladies cryptogamiques (Mildiou, Botrytis) et l'éclatement des baies. Le système gravitaire tend à être abandonné dans la viticulture moderne (perte de grande quantité d'eau, lessivage de la fumure minérale). La goutte à goutte, malgré son coût d'installation, se développe dans plusieurs régions. Les goutteurs d'un débit de 2 à 4 l/h sont disposés tous les 1,25 à 1,50 m et assurent une alimentation régulière des souches. Les apports sont de 600- 1800 m³ à 2500-3000 m³/ha/an en juin-juillet et août.

1-4-Les Principales maladies et ravageurs de la vigne

La vigne est une culture sensible aux maladies. Toutefois, cette sensibilité varie en fonction des cépages. Généralement, lorsqu'aucun moyen de lutte n'est employé, les dégâts peuvent être considérables. Le mildiou, l'oïdium la pourriture grise sont les principales maladies de la vigne

1-4.1-Les maladies cryptogamiques de la vigne

1-4.1.1-Le Mildiou

Le champignon *Plasmopara viticola* est un parasite obligatoire qui ne peut se développer que sur les tissus vivants. Il est à reproduction sexuée et hiverne sous forme d'oospores (spore sexuée) dans les feuilles mortes. La proportion d'oospores qui sera mature au printemps dépend des conditions de l'automne. Plus l'automne est pluvieux, plus il y aura d'oospores matures le printemps suivant. Au printemps, la température minimale pour le développement du champignon est de 11 °C. À maturité, les oospores produiront de nouvelles spores (sporange). À ce stade, la pluie (présence d'eau libre) constitue le principal facteur de développement de la maladie. Lors de fortes pluies, les éclaboussures de terre et d'eau transporteront les spores sur les feuilles. *P.viticola* produit alors un autre type de spores (zoospores) qui infectent les tissus en croissance. Le jeune tissu est généralement plus sensible. Lorsque les feuilles sont complètement étalées, elles sont moins sensibles aux infections. Les baies sont sensibles seulement de la floraison à environ 4 semaines après la floraison. Par contre, puisqu' il y a continuellement du nouveau feuillage, il est important de bien protéger la vigne durant toute l'année.

Symptômes :

A - Feuilles : décolorations jaunâtres plus ou moins circulaires, on appelle ces symptômes des taches d'huile. Duvet blanc (fructification du champignon) surtout à la face inférieure des feuilles. Les taches brunissent avec le temps et les feuilles fortement atteintes peuvent tomber.

B-Tiges : apex en crochet avec duvet blanc sur la tige (fructification du champignon).

C-Inflorescences : les inflorescences sont particulièrement sensibles. Lors de forte infestation, elles peuvent jaunir, brunir, puis sécher complètement.

D-Baies : duvet blanc (fructification du champignon). Les baies atteintes tôt en saison deviennent bleues puis brunes et se dessèchent. Les baies des variétés de raisin rouge se colorent prématurément et celles de raisin blanc deviennent tachetées. Les baies infectées restent souvent dures alors que celles non infectées ramollissent durant la véraison.

Les premiers traitements sont effectués lorsque les premières tâches de mildiou sont observées dans le vignoble. Le dernier traitement se fera avec des produits de contact et appliqué sur le haut du feuillage afin de protéger celui-ci contre le mildiou tardif (dit :mosaïque).



Figure n° 2 : Symptômes de Mildiou sur feuille et grappe de vigne

1-4.1.2-L' oïdium

Erysiphe necator est un parasite obligatoire de la vigne; il ne peut se développer que sur les tissus vivants de la vigne. Sous nos conditions climatiques, *E. necator* hiverne sous forme de cléistothèces, organes contenant les ascospores (spores sexuées). Au printemps, les ascospores

mûrissent puis infectent les feuilles situées à proximité de l'écorce. Suite à ces infections, des taches recouvertes de spores asexuées, les conidies, se développent sur les feuilles. Les conidies de *E. necator* n'ont pas besoin d'eau libre sur la feuille pour l'infecter. Par contre, une humidité relative élevée favorise la germination des conidies et donc, les infections. Le blanc de la vigne est favorisé par un temps chaud (température optimale 25 °C) et sans pluie, l'eau inhibant la germination des conidies.

Symptômes

A- Feuilles : apparition d'un feutre blanc poudreux et peu épais généralement sur la face inférieure de la feuille. Lorsque la maladie progresse, le nombre de taches augmente; elles sont visibles sur les deux faces. Sur les feuilles sévèrement atteintes, il y a crispation du bord du limbe. En fin de saison, on peut observer la présence de petites pustules de couleur orangée à noire (cléistothèces) sur la partie supérieure du limbe.

B-Tiges : taches étoilées qui peuvent mesurer jusqu'à quelques centimètres et qui prennent une coloration brune à noire, suite à la dégénérescence progressive du champignon au cours de la saison. Les taches, au pourtour fibreux, demeurent visibles même suite à l'aoûtement des rameaux.

C-Inflorescences : le blanc prend habituellement l'aspect d'une poussière grise à blanchâtre. Lors d'infections sévères, les grappes peuvent tomber, particulièrement lors de la récolte mécanique.

D-Baies : les baies peuvent être atteintes, de la nouaison à la véraison (environ 4 semaines après la floraison). Elles prendront une coloration grise cendrée pour rapidement se recouvrir de spores, leur donnant une apparence farineuse. En fin de saison, des cléistothèces apparaissent aussi sur les baies. Les baies attaquées se dessèchent, peuvent craquer et tombent au sol. Les baies infectées vers la fin de la période de sensibilité sont généralement plus sujettes au craquement, ce qui les rend plus sensibles à la pourriture grise.



Figure n° 3 : Symptômes de L'oïdium sur feuille et grappe de vigne

1-4.1.3-La pourriture grise

Le champignon hiverne sous forme de sclérotés (masse compacte de mycélium) logés dans les débris de culture. Au printemps, des spores (conidies) se formeront sur les sclérotés et causeront des lésions sur les tissus. L'infection des feuilles est favorisée par la durée de mouillure et la présence de blessures. De nouvelles spores seront produites sur ces lésions.

Ces spores dispersées par le vent causeront plusieurs nouveaux cycles d'infection permettant au champignon de se maintenir dans le vignoble. Les baies peuvent être infectées peu après la floraison mais rester sans symptôme jusqu'à la véraison. Les baies sont plus sensibles lorsque leur contenu en sucre augmente et, à ce stade, *B. cinerea* peut les infecter en l'absence de blessures (porte d'entrée). Lorsque la population du champignon est faible, les dommages n'entraînent généralement pas de pertes économiques. Toutefois, plus la saison sera pluvieuse et chaude (optimale de 15 à 20 °C) et si la tordeuse de la vigne est présente, plus le risque de

développement d'une épidémie sévère sera élevé provoquant une diminution du rendement et de la qualité du raisin.

Symptômes

Le *Botrytis cinerea* est omniprésent dans la plupart des productions fruitières incluant les vignobles.

A- Feuilles : bien que les symptômes les plus évidents soient sur les baies, *B. cinerea* peut infecter les feuilles vertes et causer des taches nécrotiques brunes.

B-Inflorescences : les inflorescences peuvent également être infectées, ce qui causera soit des infections dites latentes, les symptômes n'apparaissant qu'au moment de la véraison, soit un dessèchement des inflorescences.

C-Baies : les baies infectées présentent un feutrage grisâtre formé des spores du champignon. à ce stade, le *B. cinerea* est capable d'infecter les baies directement et leur sensibilité augmente avec la maturation et leur taux de sucre.



Fig n° 4 : Symptômes de la pourriture grise sur feuille et grappe de vigne

1.4.2- les ravageurs

1.4.2.1-phyloxéra

Les ravages du phylloxéra ont été considérables, car aucun moyen de destruction ne s'est avéré totalement efficace, malgré une étude minutieuse de l'insecte; les insectes mâles et femelles s'accouplent à la fin de l'été. La femelle pond sur les souches oeuf unique, appelé oeuf d'hiver. Celui-ci éclot au printemps et donne naissance au phylloxéra aptère, ou sans ailes, qui descend sur les racines aux dépens desquelles il vit, d'où son autre nom phylloxéra radicole. Il se reproduit alors dans des proportions considérables, et ses innombrables colonies finissent par épuiser la vigne et par la tuer. A noter que le phylloxéra aptère est

toujours une femelle. En été, certains des phylloxéras aptères se transforment en nymphes, puis en phylloxéras ailés, qui à l'aide de leurs ailes étendues et du vent, propagent le mal au loin. Ils pondent à nouveau, mais donnent cette fois-ci naissance à des femelles et à des mâles, qui ne vivent que quelques jours et sont uniquement destinés à la reproduction, assurant la ponte de l'œuf d'hiver, qui recommence le cycle.

Parmi les divers traitements essayés avec plus ou moins de succès, il faut surtout noter l'emploi de sulfure de carbone, injecté dans le sol à l'aide d'un pal (le pal Vermorel), ou encore, là où cela était possible, le traitement par submersion, l'eau faisant périr le phylloxéra par asphyxie. Le progrès essentiel a été fait lorsqu'on s'est aperçu que les ravages de l'insecte étaient sans effet sur les vignes américaines. On a donc greffé les cépages sur des porte-greffes américains, et par la suite on n'a plus entendu parler du phylloxéra.

1.4.2.2-la pyrale (*Sparganothis pilleriana*)

La Pyrale est un papillon dont chenille peut causer de graves dégâts. Le papillon mesure 20 à 25 mm ailes déployées. Ses ailes antérieures, de couleur jaunes paille, présentent trois bandes transversales brun rougeâtre. La chenille qui peut atteindre 30 mm est de couleur grise, vert sal ou rougeâtre, avec une tête noire et brillante. Elle est très agile et se laisse choir au bout d'un fil lorsqu'on la dérange. La chenille de la Pyrale dévore débourement, les ébauches de feuilles qu'elle réunit entre elles par des fils soyeux. Elle peut s'attaquer ensuite aux jeunes grappes sur les quelles elle tisse des toiles.

1.4.2.3- Cochylis (*Eupoecilia ambiguella*)

L'adulte est un papillon de 7 à 8 mm d'envergure, ses ailes antérieures, sont de couleur jaune ocre, et sont traversées par une large bande transversale brunâtre. La chenille (10 mm de long), de couleur lie de vin avec une tête noire brillante, a des mouvements lents.

Au printemps, les chenilles de première génération perforent et dévorent les boutons floraux, qu'elles réunissent au préalable par des filaments soyeux formant des sortes de nids dans la grappe. Cette destruction des fleurs qui se traduit par de la coulure est d'autant plus importante que la floraison est longue. Parfois les chenilles pénètrent dans le pédoncule des jeunes grappes dont elles provoquent le dessèchement. En été, les dégâts des chenilles de deuxième génération apparaissent sur les grains de raisin encore vert, qui se dessèchent ou pourrissent en période humide.



Fig 5: Papillon au repos

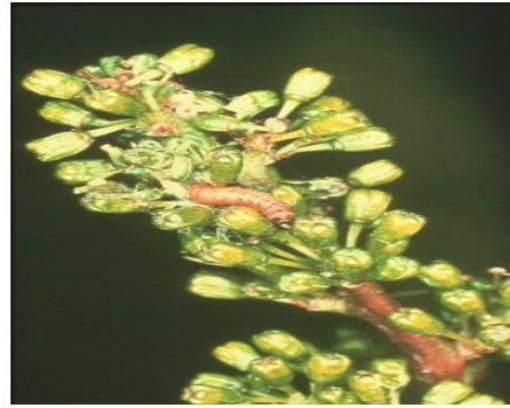


Fig6:Larve et dégâts sur inflorescence

1.4.2.4-L'altise

Elle se reconnaît facilement par sa façon de sauter qui lui vaut le surnom de puce de la vigne. Ses cuisses sont fortes lui permettant le saut. Son corps ovale, long de 4 à 5mm est bleu-vert métallisé. Les larves noires, à tête brillante atteignent 8mm d'évolution. Les œufs de l'Altise sont pondus sur les feuilles; les larves se développent jusqu'à la nymphose. L'adulte de l'Altise, après avoir passé l'hiver sur le sol, se dirige vers les jeunes pousses. Les dégâts causés par l'altise : la surface foliaire est diminuée; les ceps dépouillés de leurs feuilles en cas d'attaque grave, ne peuvent plus assurer une production normale. Les raisins ne murissent pas.

1.4.2.5- Les araignées rouges (*Panonycu sulmi*)

Les araignées rouges peuvent causer des dégâts importants sur la vigne, en particulier en début de saison, la reprise d'activité du ravageur coïncide avec le départ en végétation. A la fin de l'été, des dégâts redeviennent visibles, les feuilles prenant une teinte jaune sale; cet aspect plombé est dû aux pullulations de fin d'été, les nombreuses piqûres d'araignées vidant les cellules végétales, qui se remplissent d'air, et provoquant le flétrissement des feuilles.

La chute prématurée des feuilles nuit à la maturation des raisins et au bon aoûtement des sarments.

Remarque : les dégâts d'araignées rouges nuisent donc non seulement à la récolte de l'année, mais souvent aussi à l'année suivante.



Fig7: Araignée rouge

1.4.2.6- Les araignées jaunes:

Très répandues dans le vignoble, les femelles actives sont légèrement allongées, jaunes clair, avec quelques petits points noirs sur le côté. Les femelles hivernantes sont entièrement jaunes et les œufs sont ronds, lisses et incolores.

2. La présentation générale des pesticides

2.1. Les définitions

Le terme pesticide dérive du mot anglais « Pest » qui désigne tout animal ou plante (virus, bactérie, champignon, ver, mollusque, insecte, rongeur, oiseau et mammifère) susceptibles d'être nuisible pour l'homme et à son environnement et de « cide », du latin caedere signifiant frapper, abattre, tuer (Gatignol et Etienne, 2010).

Dans les textes relatifs à la réglementation européenne les pesticides sont aussi appelés « produits phytosanitaires, produits phytopharmaceutiques ou produits antiparasitaires à usage agricole ». Mais sur le plan international, le terme anglais « pesticide » est d'usage courant. Calvet et al. (2005) mentionnent que la Directive européenne 91/414/CEE considère les pesticides comme étant : « les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentes sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur et qui sont destinées 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 (par exemple, les régulateurs de croissance) ;
- Assurer la conservation des végétaux, pour autant que les substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission concernant les agents conservateurs ;
- Détruire les végétaux indésirables, ou ;
- Détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux ».

Une autre définition selon ACTA (2005) qualifie le produit phytopharmaceutique, comme « la substance active et les préparations commerciales constituées d'une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur ». La substance active, selon la même source, anciennement dénommée matière active, est celle qui détruit ou empêche l'ennemi de la culture de s'installer, à laquelle sont associés dans la préparation un certain nombre de formulant (adjuvants, solvants, anti mousses, ...) qui la rendent utilisable par l'agriculteur.

Les pesticides peuvent également être utilisés pour la régulation de la croissance des plantes et la conservation des récoltes. Ils permettent l'amélioration de la quantité et la qualité des denrées alimentaires (Garrido Frenich et al., 2004, in El-Mrabet, 2009). Néanmoins, ils restent des produits toxiques et présentent donc des dangers potentiels pour l'homme, les animaux et l'environnement (LNE, 2008).

2.2. La classification des pesticides

Les pesticides commercialisés actuellement comprennent une multitude de structures chimiques et de groupes fonctionnels, ce qui rend leur classification assez complexe. La plupart des auteurs classent les pesticides selon deux systèmes de classification, soit en fonction de la nature chimique de la substance active qui les composent, soit selon les organismes vivants visés (annexe1).

Le premier système de classification tient compte de la nature chimique de la substance active qui compose majoritairement les produits phytosanitaires. Selon Calvet et al. (2005), Celle-ci est donnée par sa composition élémentaire, sa composition fonctionnelle et par sa structure, c'est-à-dire par l'arrangement dans l'espace des atomes qui constituent la molécule. Cette classification chimique permet ainsi une meilleure compréhension des propriétés des pesticides et donc de leur devenir dans les milieux naturels. Parmi les principaux groupes chimiques on peut citer :

- Les organochlorés ;
- Les organophosphorés ;
- Les carbamates ;
- Les pyréthriinoïdes ;
- Les triazines ;
- Les urées substituées.

Le deuxième système de classification repose sur le type de parasites à contrôler. Il existe principalement trois grandes catégories de pesticides selon la nature des cibles visées : les herbicides, les fongicides et les insecticides.

a.les herbicides : représentent les pesticides les plus utilisés dans le monde, toutes cultures confondues. Ils sont destinés à éliminer les végétaux rentrant en concurrence avec les plantes à protéger en ralentissant leur croissance. Au cours des dernières années, les herbicides ont largement remplacé les méthodes mécaniques pour le contrôle des adventices. Leur utilisation a permis de réduire l'augmentation des coûts et de diminuer l'intensité des labours. Suivant leur mode d'action, leur dose et leur période d'utilisation, ces composés peuvent être sélectifs ou non sélectifs en possédant différents modes d'actions sur les plantes, ils peuvent être :

- Perturbateurs de la régulation de l'auxine AIA (principale hormone agissant sur l'augmentation de la taille des cellules (2,4-D, les acides pyridines,...) ;
- Perturbateurs de la photosynthèse (les triazines, les urées substituées,...) ;
- Inhibiteurs de la division cellulaire (les carbamates, les dinitroanilines,...) ;
- Inhibiteurs de la synthèse des lipides (les cyclohexanediones, les propionates,...) ;
- Inhibiteurs de la synthèse de cellulose (les benzamides, les nitriles,...) ;
- Inhibiteurs de la synthèse des acides aminés. (les acides phosphoniques, les aminophosphanates,...) ;
- Inhibiteurs de la synthèse des caroténoïdes (les isoxazolidinones,...).

b. Les fongicides : permettent quant à eux de combattre la prolifération des maladies des plantes provoquées par des champignons ou encore des bactéries. Ils peuvent agir différemment sur les plantes comme étant :

- Des fongicides affectant les processus respiratoires (dithiocarbamates, cuivre, soufre,...) ;
- Des inhibiteurs de la division cellulaire (benzimidazoles,...) ;
- Des inhibiteurs de la biosynthèse des stérols (IBS) (imidazoles, amides,...) ;
- Fongicides affectant la biosynthèse des acides aminés ou des protéines (les anilinopyrimidines) ;
- Fongicides agissant sur le métabolisme des glucides et des polyols (les dicarboximides, les phénylpyrroles).

c. Les insecticides : forment le groupe de pesticides qui représente le plus de risques pour l'homme (Mortensen, 1986, in El-Bakouri, 2006). Ils sont utilisés pour la protection des plantes contre les insectes. Ils interviennent en les éliminant ou en empêchant leur reproduction. Différents types existent :

- Insecticides agissant sur le système nerveux (avermectines, organophosphorés,...).
- Insecticides agissant sur la respiration cellulaire (phénoxy-pyrazoles, roténone,...).
- Insecticides de type régulateurs de croissance (benzhydrazides, thiadiazines,...).

Par ailleurs ces produits peuvent être soit systémiques, en pénétrant et en se déplaçant dans la plante par les vaisseaux, ou soit des produits de contact que une fois appliqués ils forment à la surface de la plante une barrière protectrice. Leur effet peut être préventif lorsque leur action se situe avant la pénétration du parasite dans les tissus de la plante ou curatif.

Outre, ces trois grandes familles de pesticides citées ci-dessus, il existe d'autres catégories telles que :

- Les acaricides, contre les acariens.
- Les nématicides, contre les vers du groupe des nématodes.
- Les rodenticides, contre les rongeurs.

- Les taupicides, contre les taupes.
- Les molluscicides, contre les mollusques et les limaces.
- Les corvicides et corvifuges, contre les corbeaux et les autres oiseaux ravageurs des cultures.

Tableau 2. Historique de l'évolution des trois plus grandes classes de pesticides depuis 1900 à 2000.

	HERBICIDES	FONGICIDES	INSECTICIDES
Avant 1900	Sulfate de cuivre Sulfate de fer	Soufre Sels de cuivre	Nicotine
1900-1920	Acide sulfurique		Sels d'arsenic
1920-1940	Colorants nitrés		
1940-1950	Phytohormones...		Organochlorés Organophosphorés
1950-1960	Triazines, urées substituées, carbamates	Dithiocarbamates Phtalimides	Carbamates
1960-1970	Dipyridyles, Toluidines...	Benzimidazoles	
1970-1980	Amino-phosphonates Propionates	Triazoles Dicarboximides Phosphites Morpholines Phénylamides	Pyréthrinoïdes Benzoyl-urées (régulateurs de croissance)
1980-1990	Sulfanyl urées...	Diéthofencarbe	Imidaclopride
1990-2000	Isoxaflutole Carfentrazone	Strobilurines SDN	Fipronil

Source: J. MY, UIPP, PHYTOMA, Août-sept. 95 (in Severin, 2002)

2.3. La composition des pesticides

Un pesticide comprend une ou des substances actives (ou matières actives) et des matières additives. Les substances actives ne sont pas utilisées telles quelles mais elles sont « formulées ». Selon Fournier et al. (2002), la formulation des pesticides vise à assurer une efficacité optimale à la substance active et à en faciliter l'application pour l'agriculteur. Le

produit commercial est donc un mélange de plusieurs composants : il contient la substance active associée à divers formulants : les diluants (solvants, charges), les additifs (matière colorante ou odorante) et les adjuvants (produits destinés à améliorer la performance de la substance active) qui peuvent eux-mêmes présenter une certaine toxicité pour la plante traitée et l'utilisateur (Fournier et al., 2002). Les formulations sont soit liquides (ex : concentrés solubles (SL) ou concentrés émulsionnables (EC), ou suspensions concentrées (SC)) ou solides (exemple : en poudre mouillable (WP) ou en granulés dispersables (WG).

Les adjuvants quant ils sont ajoutés directement dans la cuve du pulvérisateur juste avant la pulvérisation, sont qualifiés d'adjuvants extemporanés. Ces adjuvants sont utilisés pour améliorer la qualité de la bouillie, sa stabilité, la qualité de la pulvérisation et le devenir du produit phytosanitaire quand il a atteint la cible. Selon Arvalis (2012), on distingue les huiles adjuvants (végétales ou minérales) les adjuvants mouillants et adhésifs et les humectants composés de sels minéraux (azote, sulfates,...).

2.4. Les avantages de l'utilisation des pesticides

Selon les publications de l'UIPP (2010), les produits phytopharmaceutiques (ou pesticides) figurent parmi les solutions techniques employées dans l'agriculture, pour protéger les cultures vis-à-vis des bioagresseurs (ravageurs, maladies, adventices,...) pouvant causer des dégâts et des pertes de rendements importants. Ils constituent de ce fait, un outil incontournable pour assurer les besoins alimentaires d'une population mondiale de plus en plus croissante.

On estime les pertes mondiales dues aux ennemis des cultures (insectes, nématodes, maladies et adventices) à 300 milliards \$ US par année, soit, entre 30 et 40 % de son potentiel de production en nourriture humaine, animale et en fibres (Thomas, 1999, in Fleury, 2003).

La FAO (Organisation Mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture) a réalisé des estimations de l'impact de l'absence de traitements phytopharmaceutiques sur différentes productions (UIPP, 2011). La **figure8 (ci-dessous)**

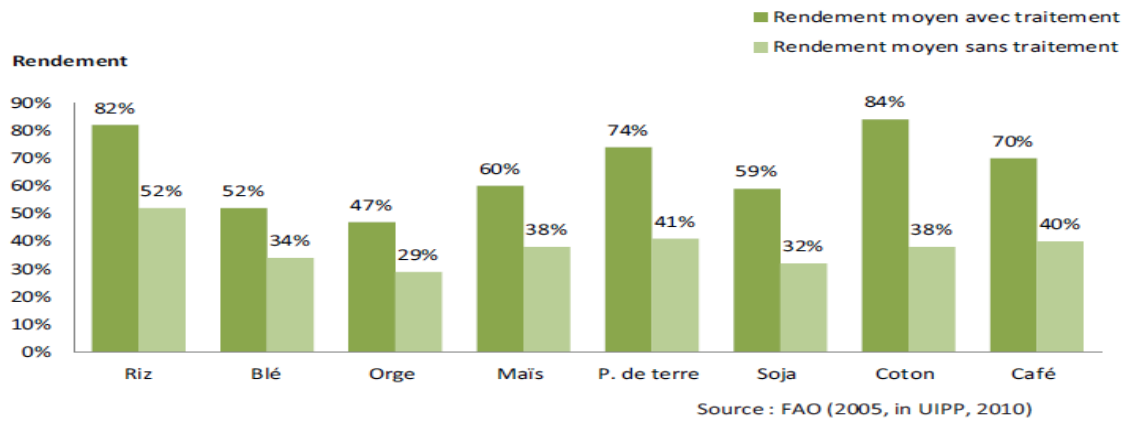


Figure 8 : Estimation des rendements mondiaux moyens selon l'utilisation ou non de produits phytopharmaceutiques par rapport au rendement maximal

Selon la même source, la perte potentielle de la récolte de blé sans protection phytopharmaceutique en France a été estimée comme suit :

- La nuisibilité des maladies des céréales provoque en moyenne 24 % de perte,
- Les insectes nuisibles entraînent en moyenne 14 % de perte,
- La concurrence avec les mauvaises herbes cause une perte moyenne de 7 %.

En dehors de l'agriculture, les pesticides contribuent également dans des aspects sanitaires en luttant contre les insectes vecteurs de maladies : paludisme, malaria, typhus, et autres épidémies. Certains champignons pathogènes produisent des mycotoxines qui peuvent parfois être un réel danger pour l'homme (et notamment pour les animaux d'élevage). Un exemple bien connu est celui des alcaloïdes produits par l'ergot des céréales (*Claviceps purpurea*) qui peut générer des troubles neurologiques graves (Calvet et al., 2005).

De plus, les pesticides sont utilisés pour l'entretien de plusieurs espaces, tels que les voies routières, les aérodromes, les voies ferrées et les aires industrielles qui font l'objet de désherbages (Calvet et al., 2005).

2.5. L'importation des pesticides en Algérie

Selon Moussaoui et Tchoulak (2005), jusqu'à l'année 1996, le monopole de fabrication et d'importation a été assurée par des entités autonomes de gestion des pesticides : MOUBYDAL (ex : ASMIDAL), qui passait par un réseau de distribution : l'Office National d'Approvisionnement et Service Agricoles (ONAPSA). Sur la période 1990-1996, les importations représentaient 30% à 40% de la consommation nationale de pesticides correspondant aux fongicides et aux insecticides et 100 % pour les autres gammes de produits (herbicides, nématicides et divers). Après l'année 1996, il y a eu l'ouverture du marché national aux importations de pesticides qui ont fortement concurrencé la production nationale

assurée exclusivement par MOUBYDAL (Entreprise autonome de gestion et de commercialisation des pesticides). Cette dernière a enregistré une baisse très conséquente. Les importations transitant par le port d'Alger pour la période 1997 jusqu'à 2007 ont recensé près de 40 opérateurs privés (INPV, 2008). Devant cette diversité de fournisseurs, un renforcement du contrôle et du respect de la réglementation en la matière prend toute son importance. Les pesticides importés sont de provenances diverses, mais on peut noter que l'essentiel vient des pays de l'Union Européenne (Allemagne, France, Grande-Bretagne, Hollande, Suisse), des pays asiatiques (Chine, Japon) et des pays arabes (Arabie Saoudite, Jordanie, Emirats, Liban). L'évolution des valeurs de l'importation des pesticides en Algérie est illustrée dans la figure 9.

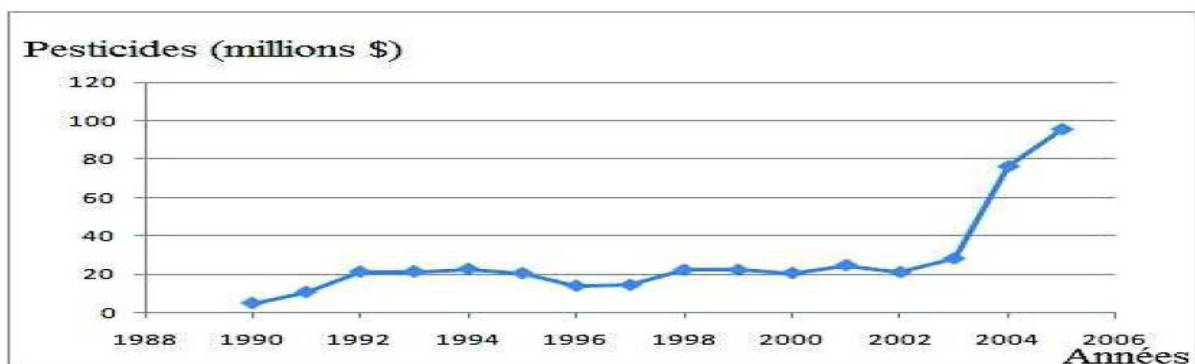


Figure 9 : Evolution des valeurs des importations des pesticides en Algérie

Source : FAO, 2010, in Mokhtari (2011)

D'après la **figure 9**, les valeurs d'importation des pesticides ont connu une légère augmentation de 1990 à 1992. Nous assistons ensuite à une stagnation de ces dernières entre 1993 et 2002. A partir de cette année, on remarque une évolution exponentielle des importations. Cela est dû probablement, d'une part, à l'utilisation croissante des pesticides par les agriculteurs face aux divers ravages des bioagresseurs et d'autre part, l'intérêt que porte les fournisseurs pour le marché algérien des pesticides.

Des données plus récentes du service statistique de la douane algérienne (2010), montrent que l'Algérie a importé 67 millions USD de pesticides en 2009 contre 49,4 millions USD en 2007 (Ayad-Mokhtari, 2012).

2.6. Les législations et réglementations pour les pesticides

Selon le bulletin d'informations phytosanitaires publié par l'INPV en 2012, le contrôle des pesticides n'était pas encore réglementé de 1962 à 1987 par conséquent, aucune

autorisation n'était exigée quant à la commercialisation et l'utilisation des pesticides à usage agricole. Ce n'est qu'en 1987 que la loi phytosanitaire n°87-17 du 1er Août 1987 a conféré la mission de contrôle des produits phytosanitaires à l'ensemble des aspects liés à la commercialisation et au stockage, élargissant la prise en charge aux inspecteurs phytosanitaires des postes frontaliers. L'homologation étant sous l'égide de la commission nationale des produits phytosanitaires à usage agricole. Dans ce système, l'INPV a joué jusqu'à la fin de l'année 1999 un rôle prépondérant en assurant le secrétariat technique permanent qui est chargé de la gestion, depuis la réception des dossiers jusqu'à l'élaboration des certificats d'homologation et de l'édition de l'Index phytosanitaire. En 2000, avec la création au sein du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) d'une direction centrale de la protection des végétaux et des contrôles techniques, le décret exécutif n°2000-234 du 14 Août 2000, a déchargé l'INPV de cette prérogative de puissance publique, confiée à la DPVCT (Direction de la Protection des Végétaux et des Contrôles Techniques). Les produits soumis à l'homologation sont depuis, suivis par un comité d'évaluation biologique, composé par des expérimentateurs issus des instituts techniques relevant du MADR dont la principale tâche est de tester ces molécules dans les conditions réelles de terrain.

L'homologation a donc pour but d'évaluer par les services concernés, les propriétés, les performances, les dangers et les utilisations envisagées d'un produit afin de s'assurer que son utilisation n'entraîne pas de risque déraisonnable pour la santé et l'environnement. Elle est considérée comme une garantie officielle de l'Etat qui n'est accordée que pour une spécialité donnée, contre les parasites déterminés, selon une dose et un mode d'emploi bien définis (Mokhtari, 2012).

Et voici ci-dessous quelques textes réglementaires récents de référence qui sont en relation avec l'utilisation des pesticides (MADR, 2011) :

Décret exécutif n° 99-156 du 7 Rabie Ethani 1420 correspondant au 20 Juillet 1999 modifiant et complétant le décret exécutif n° 95- 405 du 02 Décembre 1995 relatif au contrôle des produits phytosanitaires à usage agricole. JORA N° 49 du 15-07-1999.

Arrêté ministériel n° 079 du 7 Dhou El Hidja 1420 correspondant au 13 mars 2000 définissant le contenu des mentions et indications d'emballage et d'étiquetage des produits phytosanitaires à usage agricole, p.20. JORA N° 28 du 17-05-2000.

Arrêté interministériel du 14 Chaoual 1423 correspondant au 18 décembre 2002 modifiant et complétant la liste des points d'entrée au territoire national relatifs au contrôle phytosanitaire aux postes frontières, p. 17. JORA N°06 DU 29.01.2003.

2.7. Le devenir et impact des pesticides dans l'environnement

Comme nous l'avons déjà cité dans l'introduction, les pesticides contribuent certes dans l'augmentation et la protection des récoltes vis-à-vis des bioagresseurs, cependant, selon Calvet et al. (2005), leur emploi s'accompagne par un certain nombre de risques à l'égard de la composition chimique de l'air des eaux et des sols (trois principaux compartiments de l'environnement), ainsi que sur la biodiversité, qui se traduisent par des pollutions dont les conséquences toxicologiques (pour l'homme) et écologiques (pour les organismes vivants autres que l'homme) peuvent être préjudiciables à la qualité de l'environnement.

En effet, la part de produits phytosanitaires appliquée sur les surfaces agricoles qui entre en contact avec les organismes indésirables cibles est minime, elle est évaluée à moins de 0,3 % (Pimentel, 1995). La quasi-totalité du produit restant est donc diffusé dans les trois compartiments de l'environnement et éventuellement peut se retrouver sur les végétaux à l'état de traces (Severin, 2002). Ainsi, durant l'application et suivant le stade de développement du couvert végétal, 10 à 70 % des produits peuvent être perdus au sol (Jensen, 2003, in Alix, 2005 ; Aubertot et al., 2011) et 30 à 50 % des produits peuvent être perdus dans l'air sous forme de gouttelettes ou de gaz (Van Der Berg, 1999, in Alix, 2005). Lors d'une fumigation du sol, 20 à 30 % de pertes dans l'air peuvent se produire selon le bon respect ou non des règles d'application (Aubertot et al., 2011). 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, ionisation, volatilité, 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.

2.7.1. Le devenir des pesticides dans le sol

En raison de leur persistance dans les milieux naturels, l'utilisation des produits phytosanitaires pose des problèmes d'ordre agronomique et environnemental. Calvet et Charnay (2002) considèrent que cette persistance est le résultat de tout un ensemble de processus physiques, chimiques et biologiques qui se déroulent simultanément ou successivement dans le sol, le lieu où les pesticides subissent l'essentiel de la dégradation grâce à l'activité de la microflore qui détermine ainsi qualitativement et quantitativement les niveaux des résidus. C'est aussi dans le sol qu'a lieu la rétention de ces substances et une grande partie de leur transport vers les eaux superficielles et souterraines. Dès lors, les sols constituent un compartiment clé dans le devenir des pesticides dans l'environnement, car ce sont les récepteurs finaux des produits appliqués en agriculture.

Un autre aspect concernant les pesticides est leurs effets sur les organismes vivants du sol qui ne sont pas les cibles visées par les traitements. L'exposition de ces organismes aux pesticides dépendra de la structure et le type de sol, des conditions d'humidité (un sol saturé d'humidité est une source d'exposition aux pesticides similaire à un milieu liquide ; un sol sec se rapproche d'une surface d'un substrat entouré par l'air), de la température et du pH. L'intégration de tous ces facteurs influencera en même temps l'importance de leur contamination par les produits phytosanitaires (ACTA, 2002).

D'une façon générale, le devenir des pesticides dans le sol met en jeu trois grands processus : la rétention, la dégradation et les transferts (Tekaradellas et al., 1997, in Calvet et Charnay, 2002).

2.7.1.1. La rétention ou la persistance des pesticides dans le sol

La rétention est l'un des premiers phénomènes auxquels sont soumis les pesticides arrivant dans un sol. Elle a une influence prépondérante sur le devenir des pesticides, en particulier sur leur mobilité ainsi que sur leur biodisponibilité dans le sol (Chassin et Calvet, 1985, in Madrigal-Monarrez, 2004).

La rétention est le passage des molécules sur la phase solide du sol à partir, soit de la phase gazeuse, soit de la phase liquide (solution du sol) (Calvet et Charnay, 2002). C'est un processus qui immobilise plus au moins longtemps les molécules de pesticides ou de leurs produits de transformation, qu'elles soient dissoutes ou à l'état gazeux ; c'est pourquoi certains auteurs parlent aussi d'immobilisation. Autrement dit, la rétention des pesticides dans le sol réduit leur mobilité et diminue ainsi, au moins temporairement, leur transfert vers l'air

ou l'eau (Aubertot et al., 2011). Elle est principalement due au phénomène d'adsorption (Barriuso et al., 2000 ; Calvet et Charnay, 2002). Le passage inverse est la libération (ou la mobilisation) qui est essentiellement le résultat du phénomène de la désorption qui décrit en fait, la libération dans la phase fluide (liquide ou gazeuse) du sol, des molécules préalablement adsorbées (Jamet, 1979, in Guimont, 2005).

Ainsi, les sols peuvent se comporter initialement comme des systèmes capable de retenir les pesticides et ensuite comme des réservoirs temporaires qui délivrent ces produits chimiques dans la solution du sol lorsque la concentration de celles-ci diminue par prélèvement, dégradation ou transfert (Ding et al., 2002, in Al-Rajab, 2007).

2.7.1.2. La dégradation des pesticides

La dégradation des pesticides est un des processus clés de leur devenir dans le sol au cours du temps et joue un rôle majeur dans leur dissipation et leur élimination des milieux naturels (Calvet et al., 2005). Cette dégradation est le résultat de diverses transformations chimiques qui modifient la composition et la structure des molécules apportées au sol (Calvet et Charnay, 2002 ; Calvet et al., 2005). Ces modifications peuvent être limitées à l'élimination d'un groupe fonctionnel, conduire à divers produits de transformation (Métabolites) et aller jusqu'à la complète dégradation avec la production de molécules minérale : on parle de la minéralisation du pesticide, que l'on peut définir comme la conversion complète d'une molécule organique stable en forme inorganique avec toutefois des étapes intermédiaires (Barriuso et al., 2000, in Boivin, 2003 ; Grebil et al., 2001 ; Calvet et al., 2005).

Cependant, dans les processus de dégradation on distingue :

- La dégradation abiotique ou non biologique.
- La dégradation biologique ou biodégradation.

a. La dégradation abiotique

Les transformations abiotiques sont dues à des réactions de photo dégradations des molécules à la surface du sol et sur les parties aériennes des végétaux, sous l'effet des rayons solaires et les transformations chimiques dans la solution du sol et sur les surfaces des constituants de la phase solide du sol (Calvet et al., 2005). Cependant ce type de dégradation ne contribue pas de manière significative à la dissipation des pesticides (Parochetti, 1978, in Al-Rajab, 2007).

b. La dégradation biotique (biologique)

Pour la plupart des auteurs, la dégradation des pesticides dans les sols est réalisée essentiellement par voie microbienne (Severin, 2002). La grande diversité métabolique des microorganismes du sol (bactéries, champignons, algues et protozoaires), leur capacité d'adaptation et de mutation leur permettent de se développer dans des conditions variées et d'être de puissants agents de dégradation des pesticides (Calvet et Charnay, 2002 ; Calvet et al., 2005). Le stade ultime de cette dégradation étant la minéralisation complète des molécules. Les métabolites qui se forment au cours des étapes intermédiaires de la dégradation doivent également être identifiés car ils peuvent être toxiques (Calvet et al., 2005).

La dégradation des produits phytosanitaires dans le sol par les microorganismes est liée à leur activité enzymatique, du niveau de matière organique, de la température et de l'humidité du milieu (Severin, 2002).

2.7.1.3. Les transferts des produits phytosanitaires

Les pesticides qui parviennent au contact du sol lors des traitements, ne restent pas immobiles mais se déplacent sous l'effet de plusieurs phénomènes de transport. Ces transferts se produisent dans l'atmosphère, à la surface du sol et dans le sol lui-même, avec des vitesses très variables et selon les propriétés propres des pesticides ainsi que la structure du sol et son régime hydrodynamique (Calvet et Charnay, 2002 ; Calvet et al., 2005). Une molécule se répartit dans le sol entre ses trois phases (**figure 10**) en fonction du coefficient de distribution. Cette distribution détermine la nature des phénomènes de transport et des voies de transfert.

a. Le transfert dans l'atmosphère

Le transfert des molécules dans l'atmosphère se produit en partie au moment de l'application et dépend alors des techniques et des formulations utilisées ainsi que des conditions climatiques. Il peut aussi résulter de la volatilisation qui concerne en premier lieu les substances qui restent à la surface du sol et des couverts végétaux, mais peut également concerner des substances dans le sol lorsqu'elles sont très volatiles (Calvet et Charnay, 2002). Toute fois, Au niveau du feuillage des végétaux, les émissions par volatilisation sont en général plus importantes que celles observées lors d'une application au sol. En présence d'un couvert végétal, dans les 24 heures suivant l'application, l'émission peut être de 5 à 13 fois plus importante selon les pesticides (Corpen, 2007). D'après Taylor et Spencer (1990), in El-Bakouri (2006), les pertes dues à la volatilisation dépassent souvent en importance celles dues

à la dégradation chimique, au ruissellement et à la lixiviation. Selon Paterson et al. (1990), in Boivin (2003), le transport aérien de molécules de pesticides consécutif à leur volatilisation est la voie principale de transferts vers les plantes et donc vers les animaux et l'homme.

Les substances volatiles sont évidemment beaucoup plus sujettes à ces transferts. En pratique, il faut donc utiliser des formulations qui limitent les pertes par volatilisation et les incorporer au sol dès leur application (exemple de l'herbicide : la trifluraline) (Grebil et al., 2001 ; Calvet et Charnay, 2002). Leur importance varie aussi en fonction du milieu et principalement de la température, de l'humidité du sol et du renouvellement de l'air au dessus du sol. Les pertes par volatilisation ont très souvent été négligées alors qu'elles peuvent parfois être très importantes, jusqu'à 60 à 70 % des quantités épandues (Calvet et Charnay, 2002).

Les fumigants constituent une catégorie particulière de substances dont les transferts en phase gazeuse sont importants du fait de leur état gazeux (Calvet et Charnay, 2002). Cette caractéristique et leur toxicité expliquent qu'ils ne soient appliqués que par des méthodes appropriées afin de limiter les pertes vers l'atmosphère telles que : injection dans le sol en profondeur, utilisation d'un film plastique en surface, compaction du sol, augmentation du contenu en eau du sol, etc. (Van den Berg et al., 1999, in Alix, 2005 ; Corpen, 2007).

b. Le transfert à la surface du sol

Il s'agit, soit de l'entraînement d'un pesticide en solution par ruissellement, soit de l'entraînement de molécules à la phase solide par transport particulaire ou érosion (Calvet et Charnay, 2002). Selon les mêmes auteurs, Les facteurs les plus déterminants et qui ont une influence directe pour ces transferts sont liés au milieu, tels que la pente du terrain, présence et nature du couvert végétal, caractéristiques des précipitations (intensité, durée de la période entre le traitement et la pluie provoquant le ruissèlement), façons culturales, stabilité structurale du sol et durée de présence des substances à la surface du sol. Selon Colin (2000), plusieurs auteurs, l'intervalle de temps entre l'application et la pluie est considéré comme un facteur aggravant les plus fortes concentrations dans les eaux superficielles.

Les transferts à la surface du sol peuvent contribuer de façon notable à la contamination des eaux de surface et des sédiments. Leur importance est très variable, mais excède rarement quelques pour cents de la dose appliquée. Ils sont considérablement réduits en présence d'un couvert végétal, ce qui souligne l'intérêt de l'implantation de surfaces enherbées judicieusement placées dans un bassin versant pour limiter les transferts par ruissèlement et érosion (Calvet et Charnay, 2002).

c. Le transfert dans le sol

Les molécules de pesticides sont entraînées dans le sol par l'infiltration des eaux de pluie ou d'irrigation, puis ils s'y déplacent selon les modalités de la circulation de l'eau. Lorsque les molécules sont en solution, on parle de **lixiviation**. Si les molécules sont associées à la phase solide, on parle de **lessivage**. Ces transferts sont dus à des phénomènes élémentaires de transport : diffusion moléculaire, convection, dispersion hydrodynamique (Calvet et Charnay, 2002).

Cependant, dans la majorité des cas, les sols sont les plus souvent des milieux hétérogènes dont l'espace poral présente des pores de grandes dimensions. Ces pores sont soit d'origine physique (fissures), soit d'origine biologique (galeries de vers de terre, traces de racines,...). Leur présence permet à l'eau de s'infiltrer rapidement et ainsi d'entraîner des substances dissoutes et des particules en suspension à des profondeurs bien plus grandes que celles qui sont observées dans les milieux homogènes (Hayo et Van der Werf, 1997). Ces transferts rapides ou « préférentiels » sont particulièrement préoccupants dans le cas des pesticides. En effet, ce passage rapide des solutés peut induire une réduction de l'intervention des processus de rétention et de dégradation et les molécules de pesticides peuvent atteindre rapidement les couches profondes (Millet et al., 1997, in Grebil et al., 2001). Le sol dans ce cas n'assurant plus son rôle de filtre, les risques de contamination des eaux est probablement très important (Aderhold et Nordmeyer, 1995, in Grebil et al., 2001).

En conclusion, les transferts des substances phytopharmaceutiques dans le sol ont plusieurs conséquences :

- Les unes sont d'ordre agronomique et sont reliées à la répartition de la substance active dans le profil pédologique, qui détermine sa localisation par rapport aux organismes vivants. Cela est surtout important dans le cas des herbicides absorbés par les racines.
- Les autres d'ordre environnemental car les transferts contribuent à la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines de manière d'autant plus forte qu'ils sont importants.

2.7.1.4. L'impact des pesticides sur les organismes du sol

L'exposition des organismes du sol est inévitable dans les parcelles cultivées soumises à des traitements phytosanitaires. Cette exposition concerne les produits appliqués en traitement du sol (i.e. incorporés), mais aussi les produits appliqués en pré-émergence (pulvérisés vers un sol nu), en post émergence ou en traitement foliaire (pulvérisés directement sur la végétation). Les produits appliqués sous forme granulés et en traitement de semences peuvent aussi être à l'origine d'effets non-intentionnels, des impacts sur des invertébrés du sol ayant par exemple été mis en évidence avec des semences traitées (Larink & Sommer, 2002, in Alix et al., 2005).

De nombreuses observations montrent que les produits phytosanitaires peuvent avoir des effets néfastes plus ou moins marqués sur ces organismes. Ces effets peuvent être le résultat d'une exposition à de fortes concentrations et/ou à des contacts prolongés avec la substance à de faibles concentrations (Calvet et Charnay, 2002 ; Alix et al., 2005). A titre d'exemples, les insecticides organochlorés sont particulièrement dommageables pour la microflore tellurique. Ils affectent significativement plusieurs groupes au sein des bactéries et des champignons hétérotrophes mais ils affectent également les bactéries nitrifiantes (Ahmed et al., 1998, in Bruel et Garnier, 2008). Les fongicides appartenant à la famille des Benzimidazoles, et ceux à base de cuivre (Bouillie bordelaise), peuvent induire des modifications de comportement chez les vers de terre (acteurs majeurs dans la structuration des sols) avec des différences selon les espèces et le stade biologique (Filser et al., 1995, in Bruel et Garnier, 2008). Les modifications de comportement, mesurées par l'abondance de vers retrouvés à différentes profondeurs de sol, traduisent des réactions de fuite des parcelles traitées en réponse à l'exposition aux pesticides. Quant aux effets des herbicides, Alix et al. (2005) ont montré d'après certains auteurs, un déclin au sein des populations des vers présentes dans des parcelles traitées à l'atrazine, en raison d'un couvert végétal diminué par le désherbage chimique.

Rappelons toutefois, que la toxicité des pesticides vis-à-vis des organismes du sol varie avec la dose, la formulation, le type de traitement, le type de sol, les techniques de travail du sol, les conditions climatiques et bien sûr de l'espèce elle-même (Severin, 2002).

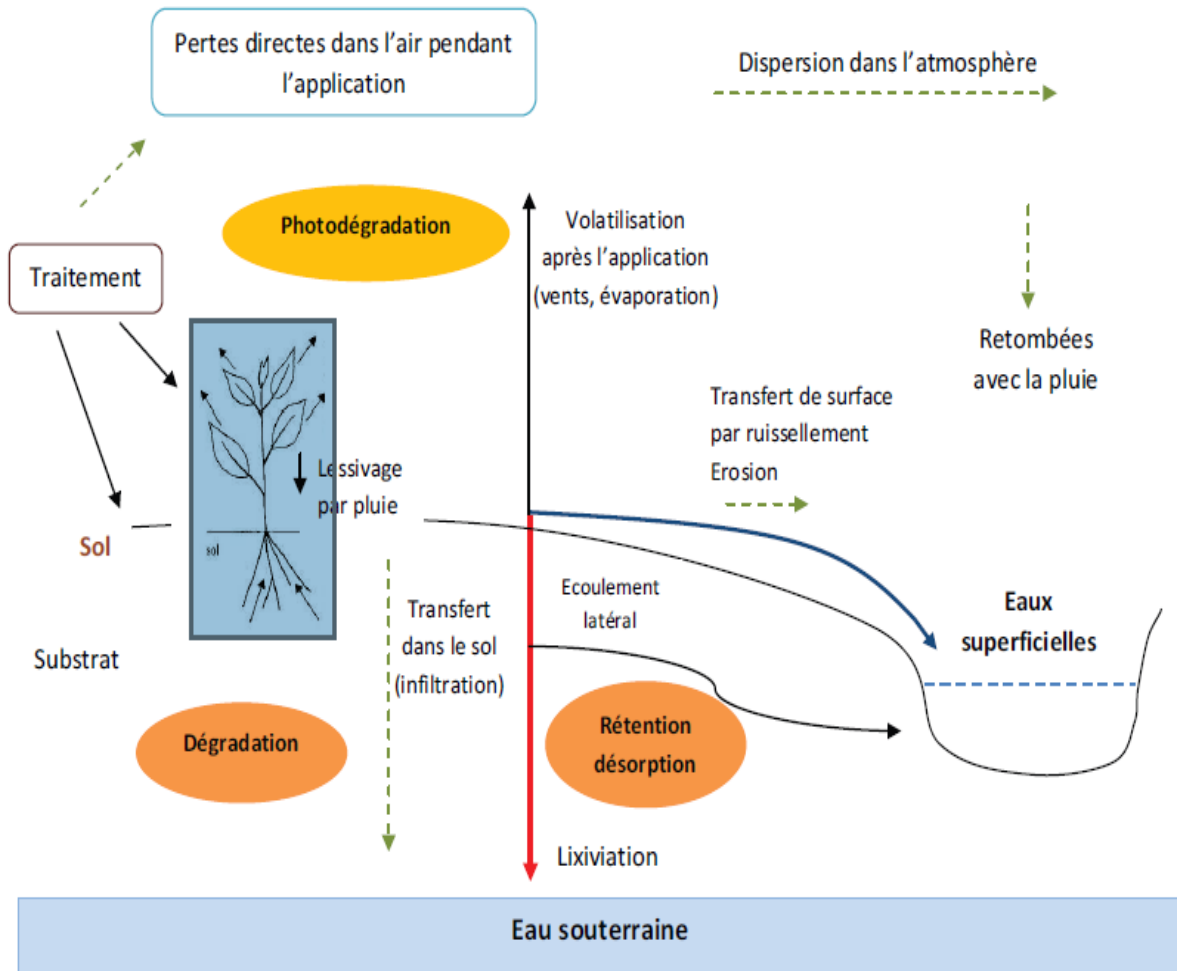


figure 10 : résumé des différentes voies et les mécanismes impliqués dans la dispersion des produits phytosanitaires dans l'environnement.

II.1. La description de l'étude

L'objet de notre étude est de mener une enquête auprès de trente (30) viticulteurs au niveau de sept communes de la région de Tizi-Ouzou (Tadmait, Sidi Naamane, Draa Ben Khedda, Timizart, Tizi-Ouzou, Ath Chafaa, Azeffoun). Cette enquête réalisée sur la base d'entretiens à travers un questionnaire adapté, s'articule autour de deux principaux axes :

- le premier étudie le comportement des viticulteurs quand ils sont confrontés à un choix de traitement phytosanitaire en mettant en évidence les éléments qui interviennent dans leurs prises de décision ;
- le second, tente d'évaluer la connaissance ainsi que la prise de conscience des agriculteurs par rapport aux risques ou aux effets adverses des pesticides sur la santé humaine et sur l'environnement.

Le contenu de cette enquête découle des éléments de notre problématique, des questions et des points de réflexion résultant de nos lectures, en s'inspirant des questionnaires conçus pour des études similaires. Les entretiens ont été menés en Kabyle, mais le questionnaire a été écrit en français et comprend des questions ouvertes ou fermées (Annexe 2).

II.2. Les objectifs de l'étude

Les objectifs de notre étude peuvent être résumés par les points suivants :

- Identifier les facteurs généraux qui prédisposent à une conscience environnementale accrue (structure de l'exploitation, âge des viticulteurs, perception de l'environnement, formation, région) et, éventuellement, repérer les facteurs qui peuvent intervenir dans le processus du choix d'un traitement. Dans ce contexte, on peut définir si :

La classe de grandeur des exploitations influence ou pas les pratiques phytosanitaires.

une classe d'âge ou de niveau intellectuel des producteurs est plus attractive aux problèmes de santé et environnementaux.

La formation serait un des éléments clés dans le processus de prise de décision en matière phytosanitaire.

- Identifier les principales formulations de pesticides utilisées par les producteurs

dans les différentes communes étudiées ; Repérer les sources d'informations des producteurs en matière de pesticides et leurs besoins pour un meilleur encadrement en matière de protection phytosanitaire ;

- Dégager, à travers le langage de l'agriculteur, les principales informations en relation avec l'environnement et les relier ensuite à la mise en œuvre de pratiques phytosanitaires respectueuses de l'environnement ;
- Evaluer la prise de conscience par les producteurs des risques liés à l'utilisation des pesticides sur la santé humaine ;
- Déterminer sur le plan pratique, les facteurs influençant le choix du produit.

II.3. La zone d'étude

La présente enquête a couvert 30 viticulteurs représentant sept communes dans la Wilaya de Tizi-Ouzou (Tadmait, Sidi-Naamane, Draa Ben Khedda, Timizart, Tizi-Ouzou, Ath Chafaa , Azeffoun), Le choix des viticulteurs est constitué par les principales exploitations existantes pour chaque site .

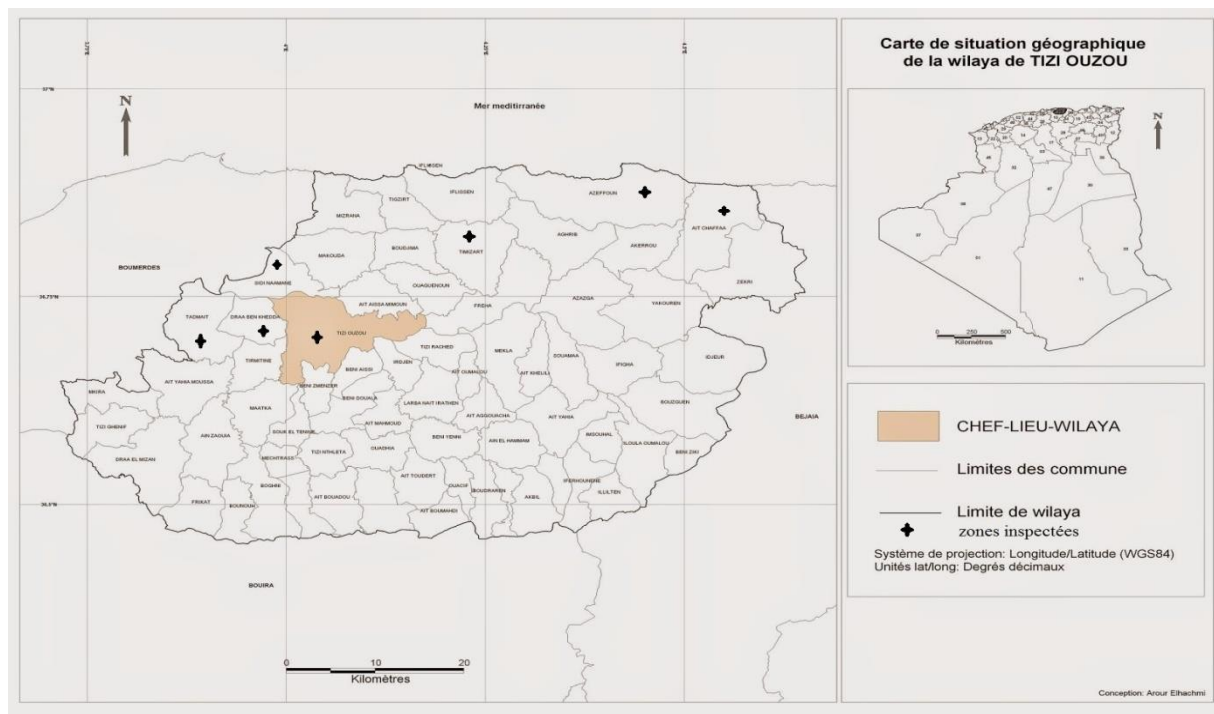


Figure11 : les zones prospectées au niveau de Tizi-Ouzou

Les enquêtes menées sur le terrain réalisées entre février et juin 2017 ont concerné la viticulture. Le choix des différents sites était motivé non seulement par des raisons d'accessibilité, mais également sur la base de leur localisation géographique, du nombre de viticulteur par site, de la taille et de la superficie exploitée.

II.4. Le déroulement de l'enquête

Notre enquête a été conduite au champ, selon la technique de face à face (ce qui a évité les non réponses et les incompréhensions du message connues dans ces cas). Pour chaque entretien, une durée de 30 à 50 minutes a été consacrée, ceci dépendait de la collaboration des viticulteurs interrogés. De plus, dans chaque exploitation, on s'adresse toujours au propriétaire ou à défaut à son employé qui accepterait de répondre au questionnaire. Certaines réponses ont fait l'objet de vérification par l'observation directe sur l'exploitation.

II.5. Le traitement et l'analyse des données

Les données collectées ont été dépouillées sous **SPSS** « Statistical Package for the Social Sciences ».et leur traitement a été effectué en fonction des variables notées sur le terrain. Les paramètres statistiques (les moyennes et les pourcentages) ont été calculés et utilisés pour la construction d'histogrammes de distribution pour chacune des variables étudiées.

1) La présentation de l'étude

La récolte des informations relatives à cette étude a été réalisée à travers des enquêtes de terrain réparties sur la période de 05 février au 20 juin 2017. L'échantillon global étudié est composé de 30 agriculteurs, qui ont été soumis au questionnaire adopté.

2) Les paramètres pris en compte dans l'étude

2.1 Le Niveau d'étude et la formation

Indépendamment de la région prospectée et de la spéculation, près de la moitié des agriculteurs 43% ont un niveau d'étude secondaire, 16,7% un niveau primaire et 20% aucun niveau d'instruction. Toutefois, on a noté aussi dans cette enquête que 20% des agriculteurs ont un diplôme de l'enseignement supérieur. On peut conclure d'après ces résultats que le faible niveau d'instruction englobant "aucun niveau et le niveau primaire" demeure important avec une proportion de 36,7%. Ce niveau bas n'aide pas les agriculteurs à suivre les renseignements en rapport et limite l'accès aux différentes sources d'informations et constitue un handicap à la bonne utilisation des pesticides. Notre enquête va dans le sens de cette affirmation, dans la mesure où seulement 20% viticulteurs possédant un diplôme supérieur intègrent l'agriculture comme métier, ce qui révèle l'absence d'une masse critique de professionnels formée au niveau du secteur.

Tableau 3 : Niveau d'études des viticultures

Niveau d'études	Fréquence	Pourcentage
Aucun	6	20,0
Primaire	5	16,7
Secondaire	13	43,3
supérieur (bac et plus)	6	20,0
Total	30	100,0

2.2-Les facteurs influençant le choix du produit phytosanitaire

Plusieurs paramètres en relation avec le produit phytosanitaire vont orienter le choix de l'agriculteur avant d'effectuer un traitement. Le tableau 4 reprend l'ensemble des facteurs qui peuvent déterminer ce choix, ils sont en nombre de huit paramètres.

Tableau 4: Facteurs gouvernant le choix d'un produit.

Facteurs	Fréquence	Pourcentage (%)	Pourcentage validé	Pourcentage Cumulatif
Prix d'achat	14	46,7	46,7	46,7
Toxicité pour l'utilisateur	1	3,3	3,3	50,0
Impact sur l'environnement	1	3,3	3,3	53,3
Possibilité d'association	2	6,7	6,7	60,0
Spectre d'action	5	16,7	16,7	76,7
Délai avant récolte	2	6,7	6,7	83,3
Durée d'action	4	13,3	13,3	96,7
Phyto-toxicité	1	3,3	3,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

De façon générale, les agriculteurs affirment que le choix d'un pesticide est parfois délicat d'autant plus qu'il existe sur le marché des appellations multiples pour des produits dont le principe actif ou le mode d'action est le même. Il ressort des résultats présentés dans le **tableau 4** que pour presque la moitié des producteurs, le principal critère qui détermine le choix du produit est sans aucun doute le prix d'achat. Le spectre d'action et la durée d'action semblent relativement importants lors du choix du produit, avec respectivement (16,70%) et (13,3%). Quant au délai imposé entre l'application et la récolte, seuls (6,70%) des agriculteurs tiennent compte.

D'une manière générale, on peut conclure que les caractéristiques du produit prises en compte par l'agriculteur sont d'ordre pratique et financier. Les agriculteurs n'accordent pas d'importance aux effets à long terme du produit sur l'environnement, sur la santé du manipulateur et celle du consommateur.

2.3. Le Délai Avant Récolte (DAR),

Sur les emballages des produits phytosanitaires, il est mentionné un délai réglementaire de sécurité nommé le Délai Avant Récolte (DAR), exprimé en jours et exprimant le nombre de jours devant séparer le moment du traitement et celui de la récolte. Ce délai doit être respecté pour ne pas dépasser les Limites Maximales de Résidus (LMR).

D'après les résultats de notre enquête, (90%) des producteurs déclarent savoir qu'il faut respecter un délai entre la dernière application de produit et la récolte. Malheureusement, beaucoup d'entre eux ne respecte jamais ce délai parce qu'ils sont toujours exposés aux opportunités idéales de ventes de la récolte et généralement aux prix instables des fruits au niveau du marché de gros. Un comportement très fréquent des agriculteurs et qui consiste en réponse-aux prix du marché élevé se précipitent pour vendre le plus vite sa récolte, même s'il a fait un traitement la veille ou quelques jours avant. Par ailleurs, 10% des agriculteurs ignorent complètement l'existence d'un tel délai.

La **figure 12** montre que 67% des producteurs ont appliqué un délai de sécurité de seulement 2 à 5 jours entre la dernière application de pesticides et la récolte ; 6,7% d'entre eux ont respecté un délai d'une semaine et seulement 3,3% des producteurs ont respecté un délai de 2 semaines avant récolte. Aucun producteur n'observe un délai au-delà de 2 semaines. Il est à rappeler que le délai de sécurité des produits phytosanitaires est variable en fonction du produit appliqué.

Durées	Fréquence	Pourcentage
1j	4	13,3
2j	9	30,0
3j	4	13,3
4j	2	6,7
5j	5	16,7
7j	2	6,7
14j	1	3,3
ignore	3	10,0
Total	30	100,0

Tableau 5 : informations sur le respect de la DAR

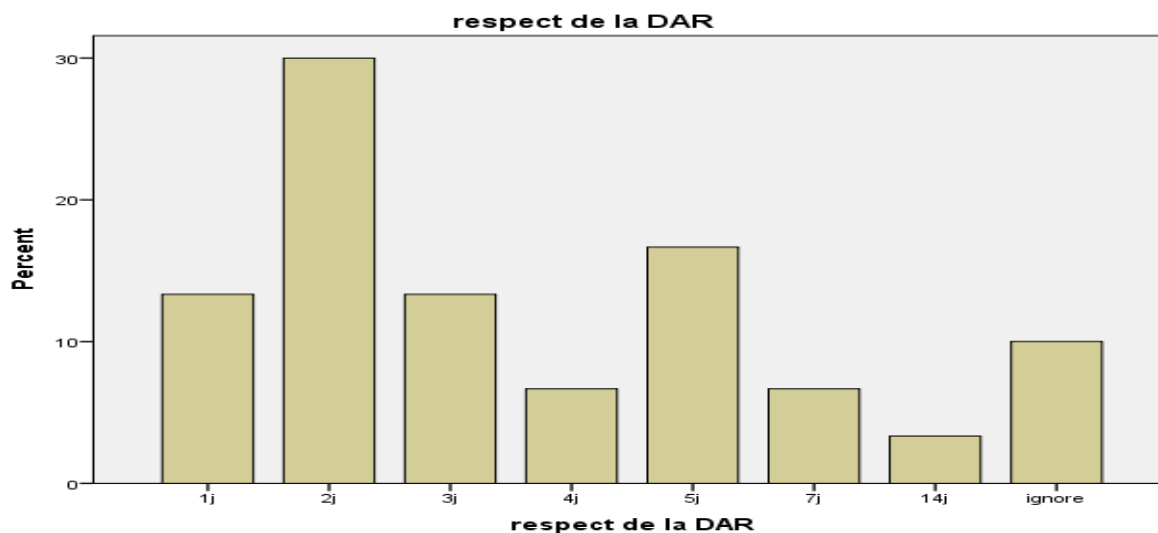


Figure 12 : informations sur le respect de la DAR

Ainsi, Le non respect des délais avant récolte, constitue donc un facteur de risque pour la santé des consommateurs, suite à la présence des résidus de pesticides à des quantités supérieures à ce qu'elles devront être dans le cas où un DAR est observé.

2.4. Les moyens physiques de protection utilisés lors de la préparation et de l'application des pesticides

Il ressort des résultats présentés dans le **tableau 6** qu'une majorité des agriculteurs ne se protège pas pendant les opérations de préparation et de l'application des pesticides. Bien que la majorité des agriculteurs reconnaissent le danger des pesticides par rapport à leur santé, très peu d'entre eux possèdent des équipements de protection. Cette attitude pourrait s'expliquer par le fait que les mesures de protection et d'hygiène sont souvent négligées par les producteurs et une faible considération des risques possibles déjà constatée dans l'analyse du DAR. Ils sont très peu convaincus des risques directs qu'ils encourent dans l'utilisation des produits phytosanitaires.

Les principales raisons avancées pour justifier cette non-protection sont :

- l'absence de risque pour l'applicateur,
- la gêne de changer de vêtements après l'application,
- le port d'équipement de protection jugé non indispensable,
- la gêne occasionnée par le port des équipements de protection.

Ces comportements augmentent les risques d'intoxication et exposent les producteurs et leur entourage à diverses pathologies.

Par ailleurs, on a pu constater durant notre enquête que 30% des viticulteurs ne portaient que des gants et masque, 20% ne portaient aucune protection, 20% utilisaient une protection complète avec combinaison, masque et bottes et gants. Sur l'échantillon des agriculteurs questionnés, une proportion de 93% n'applique pas de protection limitant l'inhalation de l'air chargé de produit chimique, qui représente un facteur important de toxicité pour l'agent effectuant le traitement.

Tableau 6 : Moyens de protection utilisés lors de la préparation et de l'application des pesticides.

Moyens utilisés	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage validé	Pourcentage cumulatif
Combinaison, Bottes, Masque, Gants	6	20,0	20,0	20,0
Combinaison	1	3,3	3,3	23,3
Combinaison, Bottes	2	6,7	6,7	30,0
Combinaison, bottes, Masque	2	6,7	6,7	36,7
Gants et Masque	9	30,0	30,0	66,7
Gants	2	6,7	6,7	73,3
Masque	2	6,7	6,7	80,0
Aucun	6	20,0	20,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

2.5-La gestion des emballages vides des pesticides après usage

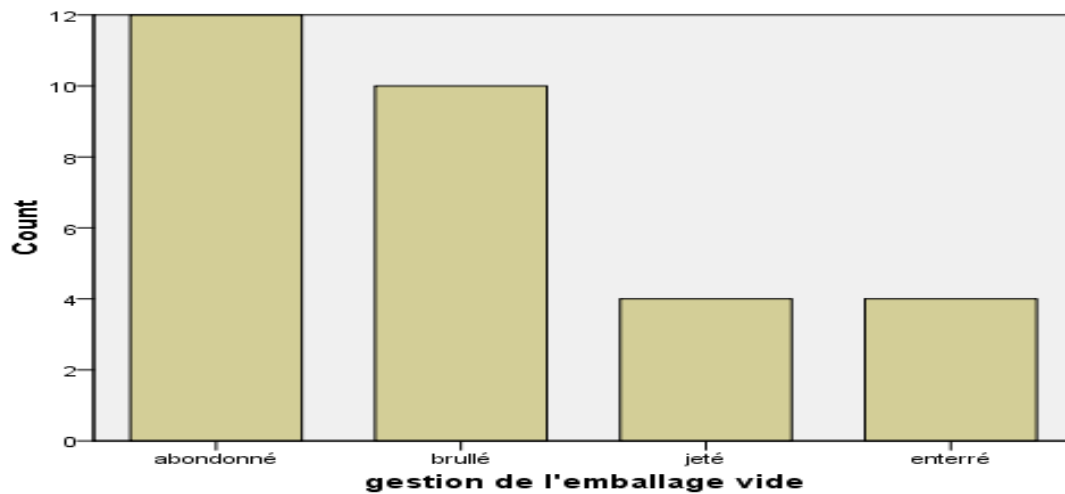


Figure 13 : Gestion des emballages vides des pesticides après usage

Plus de (40%) des producteurs abandonnent les emballages dans les champs (en bordures des périmètres), d'autres les jettent dans les décharges ou dans les Oueds (33%); (13%) les brûlent et (13%) les enfouissent. Cette forme d'élimination des emballages de produits phytosanitaires est due au fait que les viticulteurs sont très peu informés des risques écologiques encourus par la mauvaise gestion de ces emballages. Ces comportements des producteurs doivent être corrigés afin de prévenir une contamination des écosystèmes terrestres et aquatiques et de préserver l'état de santé de la population

2.6. La fréquence d'utilisation des pesticides

Il ressort des discussions avec les producteurs que la fréquence d'utilisation des pesticides est conditionnée plutôt par la disponibilité du produit que par le constat des attaques ou des symptômes. En période de forte attaque parasitaire, les traitements peuvent se faire jusqu'à trois fois dans la semaine selon les types de spéculations et l'intensification des organismes nuisibles (cas des maladies épidémiques, comme le mildiou). Différents pesticides sous différentes formes sont appliqués lors des traitements.

2.7. Les ennemis de cultures les plus rencontrés

Tous les producteurs interrogés ont signalé l'existence de plusieurs ennemis de la vigne. Il s'agit principalement des maladies fongiques, des attaques de différentes espèces d'insectes

ravageurs ainsi que des adventices. Il convient aussi de signaler que les cibles les plus fréquentes sont le mildiou, oïdium, la pourriture grise, le black rot et les adventices.

2.8. Les produits les plus utilisés

La totalité (100%) des producteurs interrogés dans la région étudiée ont mentionné leur utilisation des pesticides. Parmi la gamme des produits recensés, Il ressort qu'il y a une nette dominance des fongicides, suivis des insecticides. Les produits à large spectre d'action sont également bien sollicités, notamment les insecticides-Acaricides (IA). Différents types de formulations sont également utilisées. Les formulations concentrées émulsifiables (EC) qui sont les plus dominantes, suivies des suspensions liquides (SL), des poudres mouillables (WP) et enfin des formulations granulées.

Ces produits sont utilisés soit seuls ou en mélange avec d'autres produits. Toute fois, certains applicateurs procèdent à des mélanges incompatibles dans le souci d'accroître l'efficacité des traitements et ne maîtrisent ni le dosage, ni la rémanence des produits.

En effet, d'après nos observations, pour la majorité des agriculteurs, les dosages indiqués sur les bouteilles par le fabricant ne sont jamais respectés. Ceci est dû essentiellement à plusieurs raisons :

- L'analphabétisme, qui implique les difficultés de lecture des modalités d'utilisation ;
- L'inadéquation ou non disponibilité des instruments appropriés pour réaliser un dosage précis ;
- L'agriculteur n'est pas convaincu lorsqu'il s'agit d'appliquer de petites doses.

Certains agriculteurs lors de la préparation de la solution, utilisent soit le bouchon du contenant du produit, ou de petits verres pour mesurer la quantité du produit à mélanger. Il arrive même parfois que tout le contenu de la bouteille est versé dans la cuve, même s'il s'agit de doubler la dose, ce genre de comportement a été surtout observé lors d'une forte infestation des bioagresseurs. Cette situation peut augmenter le risque de présence des résidus de traitement sur les fruits et légumes en quantité supérieure.

Certains d'entre eux se plaignent du prix trop élevé pour certains produits ou de leur manque d'efficacité constaté, ce qui les oblige à faire plusieurs pulvérisations par plusieurs produits et donc à dépenser plus. Cependant, on sait a priori, que l'inefficacité des pesticides peut être liée à plusieurs paramètres notamment l'apparition du phénomène de résistance suite à des applications répétées par le même pesticide et sur la même parcelle. Les conditions d'application et surtout l'époque du traitement sont aussi incriminées.

Tableau 7 : les produits phytosanitaires les plus utilisés en viticulture dans la région de tizi-ouzou

Catégorie	Nom commercial	Matière active	La cible	Dose normalisée	Fréquence d'utilisation
Fongicide	-Mikal Flash	Fosétyl-aluminium	Mildiou Excoriose	3Kg/Ha	3 à 6 / an
	-Cuprophyto	Cuivre	Mildiou Black Rot	7 - 10 kg/ha	3 à 6 / an
Herbicide	-RUNDOP - TILLER 410	Glyphosate	Désherbant total	5,6 à 6,4 L/Ha 2,5 à 6,5 L/Ha	1 fois/an
Insecticide Insecticide	- DAMITOL	-FENPROPATHRINE	insectes	50ml/hl	2fois/an
	MORSPILAN 20SP	ACETAMIPRIDE	Mineuse / Aleurodes	20-30g/hl	2fois/ans
Acaricide	- VERTIN 1,8 % EC	ABAMECTINE	Acariens	75 ml/hl	1 a 2 fois/an
	DECIS 25 EC	DELTAMETHRINE	Noctuelles Défoliatrices/ Noctuelles du sol	0,5L/Ha	

2.9. Les risques probables de contamination des sols par les produits utilisés.

Exemple du cuivre

Si le cuivre est, à très faible dose, un oligo-élément indispensable à la vie, à des doses plus élevées, il présente une action toxique importante pour l'environnement. Car le principal problème, c'est que le cuivre est un produit non biodégradable : il s'accumule et finit par atteindre des teneurs toxiques, notamment dans les sols, mais aussi, après lessivage par l'eau de pluie et transport par l'eau de ruissellement, dans les eaux des rivières et les sédiments. On imagine sans peine que dans le cas des traitements massifs et répétés, durant des années, sur une même parcelle viticole, les pollutions locales puissent être importantes.

2.9-1) La toxicité du cuivre pour les écosystèmes

2.9-1-1) La toxicité pour le sol

Pour commencer, la bouillie bordelaise, ou plus précisément son cuivre, ne fait pas la différence entre un champignon nuisible et un champignon bénéfique. Le cuivre qui s'accumule dans le sol perturbe le développement des mycorhizes, ces champignons qui vivent en symbiose avec les racines et permettent aux plantes, entre autres, de mieux profiter

des nutriments du sol. Sans parler des autres champignons microscopiques qui participent à la fertilité du sol, en décomposant la matière organique lors du processus d'élaboration de l'humus, par exemple.

2.9-1-2) La toxicité pour la faune et la flore

Le cuivre est également toxique pour la faune : oiseaux, petits mammifères, insectes (dont les abeilles, qui viennent inévitablement se frotter au cuivre qui recouvre les plantes lorsqu'elles viennent butiner), mais aussi vers de terre et tous les organismes aquatiques (poissons, larves d'insectes, amphibiens) : nombreux sont les acteurs de la biodiversité à être concernés. Côté flore, les algues sont elles aussi touchées : en tant que maillon alimentaire de la chaîne alimentaire aquatique et pourvoyeur d'oxygène pour l'eau, elles sont indispensables à l'équilibre des écosystèmes d'eau douce.

CONCLUSION GENERALE

En conclusion, les résultats de notre enquête ont montré que les viticulteurs au niveau de la région de Tizi-ouzou sont généralement très peu informés sur la législation actuelle et sur les risques liés à l'utilisation des pesticides. Les viticulteurs semblent être préoccupés principalement par la garantie d'une récolte de qualité et en quantité. L'impact des pesticides sur leur santé lors des traitements, sur l'environnement et sur le consommateur avait moins d'intérêt. En d'autres termes, l'aspect socio-économique est plus important que l'aspect environnemental.

Il ressort à travers cette enquête, que les dangers des pesticides sont d'autant plus importants que les agriculteurs ont des comportements à haut risque, compte tenu de leur faible niveau d'information : absence d'équipements de protection lors des pulvérisations des cultures ; non-respect des doses et des consignes de traitements, non-respect des délais avant récolte. Ces comportements vont toucher toute la population depuis les agriculteurs applicateurs, jusqu'aux consommateurs qui sont exposés aux résidus de pesticides dans les fruits.

En ce qui concerne les effets néfastes sur l'environnement, et la faune utile, les résultats de l'enquête ont montré que les agriculteurs ne semblent pas accorder une grande importance par rapport aux risques encourus. La pulvérisation utilisée comme moyen d'épandage des pesticides contribue à la dissémination des produits dans l'atmosphère qui peuvent être transportés par le vent ou les précipitations vers d'autres régions. L'épandage de pesticides est également à l'origine de la pollution du sol et de la nappe phréatique. Une mauvaise gestion des emballages vides a été aussi constatée, qui sont pour la plupart soit abandonnés dans les bordures des champs (40 %) ou jetés dans les décharges ou les Oueds (33 %). Tous cela justifient une pollution environnementale qui a sûrement des répercussions sur la biodiversité (ex. mort des abeilles) et la santé des populations.

Ainsi, sur la base des résultats de cette enquête, il est absolument nécessaire que les pouvoirs publics se préoccupent de la commercialisation et de l'utilisation des produits phytosanitaires. Si l'on veut développer une agriculture durable respectueuse de l'environnement, il est urgent d'apporter aux agriculteurs des méthodes alternatives de protection des cultures moins dangereuses pour leur santé, pour celle des consommateurs et, ainsi, de leur permettre de limiter le recours aux pesticides.

Enfin, cette enquête se voulait une source importante d'information sur l'utilisation des pesticides par les agriculteurs algériens tout en évaluant leurs connaissances et leur prise de

conscience par rapport aux effets secondaires sur l'environnement et la santé. Comme perspectives, il serait intéressant d'approfondir et de compléter ce travail en étudiant le devenir de chaque catégorie de pesticides et de leurs métabolites sur les différents compartiments de l'environnement, étudier les phénomènes de bioaccumulation des pesticides dans les fruits et légumes et analyser les résidus, réaliser des études épidémiologiques en collaboration avec les instituts sanitaires spécialisés pour tenter de diagnostiquer les maladies en rapport avec l'emploi des pesticides.

Recommandations

Compte tenu des résultats obtenus, il conviendrait de:

- Veiller à la vulgarisation des techniques d'utilisation des pesticides ;
- Soutenir les techniques alternatives à l'utilisation intensive des pesticides

(Agriculture raisonnée, Agriculture Biologique). Ce qui permettrait de limiter les possibilités de contamination des denrées alimentaires par les résidus de pesticides ;

- Subventionner le secteur agricole et encourager les cultures économes en intrants ;
- Faire des contrôles systématiques non répressifs de la qualité des produits traités aux pesticides et vendus dans nos marchés.
- Sensibiliser davantage la population sur le bien fondé de laver et peler de façon systématique les fruits et légumes avant leur consommation.

Perspectives

Pour la complémentarité de ce travail, il est important de :

- Doser les résidus de pesticides dans le sol, doser les métabolites de pesticides dans l'eau et dans le sol.
- Effectuer des analyses des teneurs en résidus de pesticides sur d'autres cultures.
- Multiplier les sites d'études et élargir les analyses à d'autres pesticides.

Références bibliographiques

ACTA (2002). "Recueil des effets non intentionnels des produits phytosanitaires". 8^{ème} édition, Paris, 492 p.

ACTA (2005). Index Phytosanitaire ACTA 2005. 41^{ème}. *Association de Coordination Technique Agricole*. France, 820 p.

Albanis, T.A., Hela, D.G., Sakellarides, T.M., Konstantinou, I.K., 1998. Monitoring of pesticide residues and their metabolites in surface and underground waters of Imathia (N. Greece) by means of solid-phase extraction disks and gas chromatography. *Journal of Chromatography A* **823** : 59-71.

Allouani M. (2011). Contribution à l'étude des causes de la disparition du patrimoine Végétal local à travers LA VITICULTURE. thèse d'ingénieur, Université ABOU-BEKR BELKAID TLEMCEM, 10 p.

Alix A., Barriuso E., Bedos C., Bonicelli B., Caquet T., Dubus I., Gascuel C., Gril J.J. et Voltz M. (2005). Devenir et transfert des pesticides dans l'environnement et impacts biologiques. In Pesticides, agriculture et environnement : Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective ». Chapitre 3, 219 p.

Al-Rajab A. (2007). Impact sur l'environnement d'un herbicide non sélectif, le glyphosate. Approche modélisée en conditions contrôlées et naturelles. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine (INPL), 142 p.

Amine L. (2009). Danger sur la santé : Des pesticides dans vos assiettes, Le Quotidien d'Oran publié le 31/03/2009.

Arvalis (2012). 54 solutions concrètes pour réduire l'impact des produits phytosanitaires. Guide pratique, édition Est, Paris, 96 p.

Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S. et Voltz M. (2011). Pesticides, agriculture et environnement". Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et CEMAGREF, ed. Quæ, France, 134 p.

Ayad-Mokhtari N. (2012). Identification et dosage des pesticides dans l'agriculture et les problèmes de l'environnement liés. Mémoire de Magister, Laboratoire de Synthèse Organique Appliquée (LSOA), Université d'Oran, 86 p.

Barriuso E., Soulas G. et Schiavon M. (2000). Adsorption-désorption et dégradation des pesticides dans les sols. *J. Eur. Hydrol.* **1**: 49-56.

BERTSCHINGER L et all. (2003) :

Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière, Eidgenossische, Forschungsanstalt, Postfach, wadenswil.48p. (7, 16, 18,24).

Blaire A.M., Walker A. and Welch S.J. (1990). Measurement and prediction of isoproturon movement and persistence in three soils. *Crop Protection*, **9**: 289-294

Boivin A. (2003). Disponibilité spatio-temporelle et transfert des pesticides dans le sol. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine, 228 p.

Bouziani M. (2007). La pollution des eaux par les pesticides, une préoccupation pour les chercheurs algériens. *Journée scientifique de l'ACEDD*, Oran.

Bruel F., & Garnier E. (2008). Agriculture et biodiversité : rapport d'expertise de l'INRA. ESCo

« Agriculture et biodiversité » - Chapitre 1. Les effets de l'agriculture sur la biodiversité, 139 p.

Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M.P. et Coquet Y. (2005). Les pesticides dans le sol, conséquences agronomiques et environnementales. Edition France Agricole, Paris, 637 p.

Calvet R. & Charnay M.P. (2002). Le devenir dans le sol des produits phytopharmaceutiques In Pesticides et protection phytosanitaire dans une agriculture en mouvement. Edition ACTA, Paris, 805-833 pp.

Calvet R., Terce M. et Arvieu J.C. (1980). Mise au point bibliographique : Adsorption des pesticides par les sols et leurs constituants. I. Description du phénomène d'adsorption. *Annales Agronomiques*, **31**: 31-62.

CHAMPAGNOL F., 1984. Eléments de physiologie de la vigne et de la viticulture générale.

Cissé I., Fall S.T., Akinbamijo O., Diop Y., M.B., Adediran S.A. (2001). L'utilisation des pesticides et leurs incidences sur la contamination des nappes phréatiques et les risques sur la santé des populations dans la zone des Niayes au Sénégal. CRDI (Ottawa, Canada), 98 p.

Colin F. (2000). Approche spatiale de la pollution chronique des eaux de surface par les produits phytosanitaires. Cas de l'atrazine dans le bassin versant du Sousson (Gers, France). Thèse de Doctorat de l'ENGREF, Paris VI, Montpellier, 233 p.

CORPEN (2007). "Les produits phytosanitaires dans l'air : origine, surveillance et recommandations pratiques en agriculture". Comité d'Orientation pour des Pratique agricole respectueuse de l'environnement. Groupe Phyt'air, 121 p.

DIEMER H., 2005. Algérie terre promise. les vins d'Algérie en Bretagne : le vignoble Algérien des années « coloniales ». 1p.

DUPARC T., 2013. Le poids des données économiques dans l'Algérie de demain. Noir et Rouge ; n° 18. France.

El Bakouri H. (2006). Développement de nouvelles techniques de détermination des pesticides et contribution à la réduction de leur impact sur les eaux par l'utilisation des substances organiques naturelles. Thèse de Doctorat, Université Abdelmalak Essaadi, Facultés des sciences & techniques, Tanger, 200 p.

EL HEIT K.(2013) .Contribution a la caractérisation technologique et biochimique des cépages de *vitis vinifera ssp.vinifera* autochtones de l'Algérie.

El-Mrabet K. (2009). Développement d'une méthode d'analyse de résidus de pesticides par dilution isotopique associée à la chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem dans les matrices céréalières après extraction en solvant chaud pressurisé. Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 292 p.

Fleury M Sc. (2003). Les organismes génétiquement modifiés (OGM) et la résistance aux pesticides. Rapport présenté comme exigence partielle du doctorat en sciences de l'environnement, 50 p.

FODIL O., 1989. Les cépages autochtones en Algérie .Vol 13.

Fournier J., Vedove A.D. et Morin C. (2002). Formulation des produits phytosanitaires. In Pesticides et protection phytosanitaire dans une agriculture en mouvement. Edition ACTA, Paris, 473-495 pp.

GALET P. (1988). Cépages et vignobles du France tome I, les vignes américaines- 2^{ème} édition.

Gatignol C. et Etienne J.C. (2010). Pesticides et santé. Rapport de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 262 p.

Grébil, G., Novak S., Perrin-Ganier C. & Schiavon M. (2001). La dissipation des produits phytosanitaires appliqués au sol. ENSAIA/INRA, Laboratoire Sols et Environnement, Nancy, 197-216 pp.

Guimont S. (2005). Devenir des pesticides dans les sols en fonction de l'état d'humidité et du mode de circulation de l'eau dans le sol. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine, 341 p.

Hayo M. G. et Van der Werf H. (1997). Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. Courrier de l'environnement de l'INRA n°31, 22 p.

Irinislimane H. (2007). Etude de l'adsorption d'un pesticide sur des matériaux de récupération (sciure de bois et chutes de liège). Mémoire de Magister, Ecole Nationale Polytechnique (ENP), Alger, 59 p.

Lamara-Mahammed S. (2005). Dégradation du Trichloro-1,1,1 Bis-(P-Chlorophenyl)-2,2 Ethane (DDT) périmé par voie chimique. Mémoire de Magister, Ecole Nationale Polytechnique (ENP), Alger, 56 p.

LNE (2008). Les pesticides. Laboratoire national de météorologie d'essai, 15 p.

Madrigal-Monarez I. (2004). Rétention des pesticides dans les sols des dispositifs tampons, enherbés et boisés rôle des matières organiques. Thèse de Doctorat, Institut Agronomique Paris-Grignon, 218 p.

MARCHIVE C. (2006). Identification et caractérisation fonctionnelle d'un gène codant un facteur de transmission de type WRKY chez la vigne VvWRKY1. Implication dans les mécanismes de défense Thèse doctorale en sciences du vivant, sciences de l'environnement option , sciences des aliments Université Bordeaux 1.137pp

Medjdoub A. (2013). Evaluation des effets métaboliques d'un gavage par les pesticides (Mancozèbe, Métribuzine) chez le rat Wistar. Thèse de Doctorat, Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen.

Mehri M. (2008). Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faibles doses : caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique murin. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, 140 p.

Millet, M., Wortham, H., Sanusi, A. and Mirabel, P. (1997). Atmospheric Contamination by Pesticides: Determination in the Liquid, Gaseous and Particulate Phases. *Environmental Science and Pollution Research*, **4** (3): 172-180.

Ministère de l'agriculture et du développement rural (2011). Recueil des textes relatif à la protection des végétaux. Direction des affaires juridiques et de la réglementation, 9 p.

Moussaoui K.M. et Tchoulak Y. (2005). Enquête sur l'utilisation des pesticides en Algérie, Résultats et analyse. Ecole Nationale Polytechnique, Alger, Algérie, 11p.

Moussaoui O. (2010). Biodégradation des pesticides : étude comparative des activités bactériennes et fongiques. Mémoire de Magister, Ecole Nationale Polytechnique (ENP), Alger, 91 p.

OMS (1991). L'utilisation des pesticides en agriculture et ses conséquences sur la santé publique, Genève, 34 p.

Pesticide Action Network (2005). Etude d'impact socio-économique, sanitaire et environnemental de l'utilisation des POPs à Davié au Nord de Lomé (région Maritime), Togo, Rapport d'étude, Lomé, IPEP, PAN Togo, 37 p.

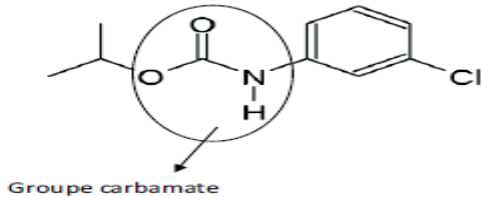
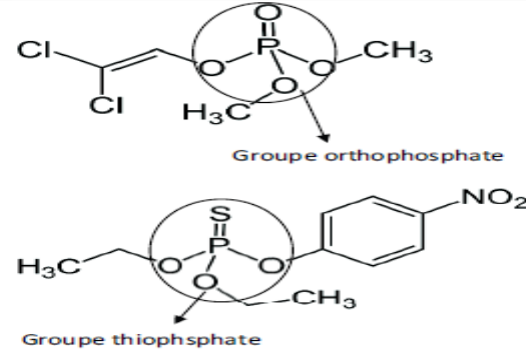
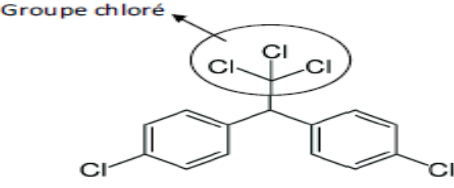
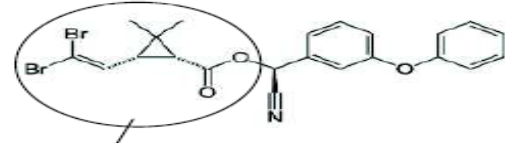
Pimentel D. (1995). Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, **8**: 17-29.

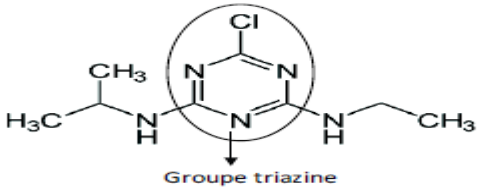
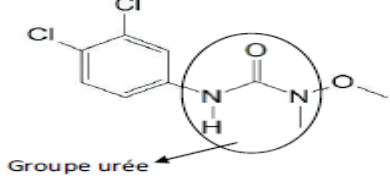
UIPP (2009). Les produits phytopharmaceutiques et l'environnement. Union des Industries de la Protection des Plantes, 11 p.

UIPP (2011). L'utilité des produits phytopharmaceutiques. Union des Industries de la Protection des Plantes 6 p.

ANNEXES.

Annexe 1 : principales familles chimiques des pesticides

Famille chimique	Formule développée	Nom chimique
Carbamates	 <p>Groupe carbamate</p>	Isopropyl 3-chlorobanilate ou Chlorprophame (herbicide)
Organophosphorés	 <p>Groupe orthophosphate</p> <p>Groupe thiophosphate</p>	2,2 dichlorovinyl-dimethyl phosphate ou dichlorvos (insecticide) <i>O-O</i> -diéthyl <i>O</i> -(4-nitrophényl) phosphorothioate ou parathion éthyle (insecticide)
Organochlorés	 <p>Groupe chloré</p>	1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl) éthane ou DDT (insecticide)
Pyréthrinoïdes	 <p>Groupe pyrèthre</p>	(<i>S</i>)- α -cyano-3-phénoxybenzyle(1 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-diméthylcyclopropane carboxylate ou deltaméthrine (insecticide)

Triazines		1-chloro-3-éthylamino-5-isopropylamino-2,4,6-triazine ou atrazine (herbicide)
Urées substituées		3-(3,4dichloro)-1-méthoxy-1-méthylurée ou linuron (herbicide)

Annexe 2 : fiche d'enquête sur l'utilisation des pesticides en viticulture

Questionnaire

A/ Informations sur l'agriculteur :

1/ Nom et prénom de l'agriculteur :

2/ Age :

3/ Le niveau d'étude :

4/ Formations accomplies dans le domaine :

5/ Participation aux séminaires ou autres activités de sensibilisation sur les produits

phytosanitaires, lesquelles et qui est ce qui les organisent?.....

.....

B/ Informations sur la parcelle :

1/ Localisation de la parcelle :

2/ Superficie de la parcelle cultivée :

3/ Morphologie (pente, plat).....

4/ Espèce cultivée :.....

5/ Année de plantation :.....

6/ Espèce cultivée avant :.....

7/ Densité de plantation :

 Nombre de ceps par hectare :.....

 Distance entre les rangs :.....

 Distance entre les ceps sur les rangs :.....

8/ Quand est ce que vous faites le labour ?.....

Indiquez la profondeur :.....

Quel est le moyen utilisé pour cela ?.....

9/ Quel est le type d'irrigation que vous utilisez?.....

Pourquoi ?.....

10/ Utilisez-vous des fertilisants minéraux (engrais) ou fertilisants organiques (fumier ,
boue) ? Si oui lesquels ?.....

Type d'apport		Quantité épandue / surface	Période	Apport unique	Apport échelonné
Minéral	Organique				

13/ Quelles sont les maladies les plus fréquentes :.....

.....

14/ Quel sont les moyens utilisés pour cela ?.....

15/ Prenez-vous des mesures en appliquant les traitements ?.....

Lesquelles ?

16/ Lisez-vous les pictogrammes mentionnés sur les emballages des produits

phytosanitaires ?.....

17/ Respectez-vous les doses prescrites par les fabricants de ces

produits ?.....

Si Non Pourquoi ?.....

18/ Une fois le produits est puisés, que faites vous de l'emballage ?.....

19/ Dans quelles conditions stockez-vous les produits ?.....

.....

20/ respectez vous les délais avant recolte.....

21/ Quels types de problèmes que vous rencontriez dans votre activité. ?

Manque de matériel		Manque de main d'œuvre		Indisponibilité de fumier	
Manque d'eau		Prix des engrais		Maladies phytosanitaires	
Autres :					

21/ Quel est le devenir du bois après avoir fait la taille en période de dormance ?

.....

22/ Quelles sont vos dépenses consenties sur l'ensemble des produits que vous utilisez par hectare ?.....

23/ A combien estimez-vous le rendement de votre culture lorsqu'il n'ya pas d'aléas climatiques?.....

24/ A quel prix vos produits sont mis en vente ?.....