

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtention du Diplôme de Master en Sciences Alimentaires

Spécialité : Sécurité alimentaire et assurance qualité

Thème

Les résidus des pesticides dans les raisins de Table

Présenté par :

- CHILI Katia.
- TAMAZIRT Ryma.

Soutenu le : 09/11/2021, devant le jury composé de :

Président :	M ^r AMIR Y.	Professeur	UMMTO
Promoteur :	M ^r BENGANA M.	MCB	UMMTO
Examinatrice :	M ^{me} REMANE Y.	MAA	UMMTO

Promotion : 2020 - 2021



Remerciement

Nous tenons en premier lieu à remercier Allah le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier notre famille pour leur aide et soutien, que le dieu les garde et les protège pour nous.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance et nos vifs remerciements à Mr BENGANA Mohamed qui nous a honoré en acceptant de diriger ce travail, pour son aide, ses encouragements, ses conseils et sa disponibilité le long de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciements aux membres d'examineurs le professeur AMIR et madame REMENE pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant de présider et d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin nous remercions toutes les personnes qui nous ont soutenues de près ou de loin.



DÉDICACES

Je dédie ce travail :

*A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir, à
la source d'amour qui m'a bénie par ces
prières..... ma mère.*

*A mon support dans ma vie, qui m'a appris, m'a
soutenu et m'a dirigé vers la gloire..... mon père.*

*A la mémoire de tous ceux qui nous ont quittés,
qu'Allah le tout puissant leur accorde sa Grâce et
sa Miséricorde et les accueille en son vaste
paradis.*

*A mes frères et sœurs qui m'ont toujours soutenus
et encouragés.*

*A mes ami(e)s, camarades et enseignants de la
promotion de sécurité alimentaire et assurance
qualité.*

Katia & Ryma

Sommaire

Liste des abréviations.

Liste des tableaux.

Listes des figures.

Introduction 1

Chapitre I : La vigne : Biologie, parasites et traitements

I.1. La viticulture.....	4
I.1.1. Histoire et origines de la vigne en Algérie	4
I.1.2. La situation actuelle de la viticulture.....	5
I.2. Etude de l'espace	8
I.2.1. La vigne : Définition.....	8
I.2.2. La vigne : aspects botaniques et agronomiques.....	8
I.2.3. Le cycle biologique de la vigne (physiologie).....	9
I.2.3.1. Le cycle végétatif	10
I.2.3.2. Le cycle reproducteur.....	10
I.2.4. Les principales maladies et ravageurs de la vigne.....	10
I.2.4.1. Maladies cryptogamiques.....	12
I.2.4.2. Les maladies bactériennes	17
I.2.4.3. Les maladies virales	18
I.2.4.4. Les acariens de la vigne	19
I.2.4.5. Les insectes	20
I.3. Les pesticides : le moyen chimique de lutte contre les parasites.....	22
I.3.1. Définition des pesticides.....	22
I.3.2. Histoire des pesticides	23

Sommaire

I.3.3. La composition d'un pesticide.....	24
I.3.4. Formes et modalités d'utilisation des pesticides	24
I.3.5. Le but de la formulation d'un pesticide	25
I.3.6. Systèmes de classification	25
I.3.6.1. Premier système de classification	25
I.3.6.2. Deuxième système de classification.....	26
I.4. Traitement et lutte contre les parasites de la vigne.....	29
 Chapitre II : Résidus des pesticides dans la vigne, et leurs effets sur la santé	
II.1. Résidus de pesticides.....	32
II.1.1. Définition	32
II.1.2. Résidus de pesticides dans le raisin de table.....	33
II.1.3. La réglementation	35
II.1.3.1. En Algérie.....	35
II.1.3.2. Cadre réglementaire de l'UE	36
II.1.3.3. Au niveau mondial.....	37
II.2. Résidus et santé	38
II.2.1. Voies d'exposition aux pesticides et Voie de pénétration dans l'organisme humain.....	38
II.2.2. Devenir des pesticides dans l'organisme	38
II.2.3. Conséquences des résidus pesticides sur la santé	39
II.2.3.1. Les effets de toxicologiques.....	40
II.2.3.2. Certaines pathologies survenues aux intoxications par les pesticides (résidu)	41
II.2.4. Les principaux indices de toxicité.....	43

Chapitre III : Sécurité alimentaire Et Assurance de la qualité.

III.1. Notion de la qualité.....	44
III.2. Maitrise de la qualité sanitaire (en relation avec les résidus)	45
III.2.1. Les bonnes pratiques agricoles (viticoles).....	46
III.2.2. Le contrôle de la qualité	48
III.2.3. La traçabilité.....	49
III.2.4. Certification.....	49
III.2.5. La labellisation des produits	50

Chapitre IV : Méthodes et techniques de dosages des résidus pesticides.

IV.1. Préparer la solution d'étalonnage.....	52
IV.1.1. Préparer la solution étalon de référence.....	52
IV.1.2. Préparer la solution étalon intermédiaire/de travail	53
IV.2. Préparer un extrait d'échantillon.....	53
IV.2.1. Préparation de l'échantillon	54
IV.2.2 Préparation de la solution aqueuse	54
IV.2.3. Extraction.....	54
IV.3. Techniques et méthodes d'analyses (de dosage)	57
IV.3.1. Techniques chromatographiques	57
IV.3.1.1. La chromatographie en phase gazeuse	57
IV.3.1.2. Chromatographie en phase liquide	59
IV.3.2. La spectrométrie de masse.....	61
IV.3.2.1. Chromatographie couplée à la spectrométrie de masse	63
IV.3.2.1.1. Chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse.....	63
IV.3.2.1.2. Chromatographie liquide-spectrométrie de masse	63

Sommaire

Conclusion..... 65

Références bibliographiques.

Annexes.

Liste des abréviations

AB	Agriculture biologique.
ACTA	Association de coordination technique agricole.
AFNOR	Association française de la normalisation.
AMM	Autorisation de mise sur le marché.
AOC	Appellation d'origine contrôlée.
AOP	Appellation d'origine protégée.
ArMV	Arabimosaïc virus.
ASE	Extraction de solvant accélérée.
BPA	Bonnes pratiques agricoles.
BPP	Bonnes pratiques phytosanitaires
CCE	Comité de coordination et d'exécution.
CDC	Cahier des charges.
CPG	Chromatographie en phase gazeuse.
CPL	Chromatographie en phase liquide.
CPM	Champs de pied mère.
CSA	Cahier de santé alimentaire.
DAR	Délai d'attente avant récolte.
DDT	Dichloro-diphenyl-trichloro-éthane.
DES	Dose sans effet.
DGAL	Direction générale de l'alimentation.
DGCCRF	Direction générale de la concurrence, et de la répression de fraudes.

Liste des abréviations

DJA	Dose journalière acceptable.
DL50	Dose létale 50.
EFSA	European food safety authority.
ELISA	Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay.
FAO	Food and agriculture organisation.
FID	Détecteur à ionisation de flamme.
GFLV	Grapevine Fan leaf Virus.
GLC	Gaz-liquide chromatography.
GLRaV	GrapevineLeafrollassociated virus.
GSC	Gaz-solid chromatography.
HACCP	Hazard analysis critical control point (analyse des dangers et le contrôle des points critiques).
HPLC	Chromatographie liquide sous haut performance.
IBS	Inhibiteurs de la biosynthèse de stérols.
IFT	Indicateur de fréquence de traitements phytosanitaires.
IGP	Indication géographique protégée.
INAO	Institut national de l'origine et de la qualité.
Koc	Coefficient de partage carbone organique eau.
LNH	Lymphomes non-hodgkiniens.
LQ	Limite de quantification.
Ma	Matières actives.
MAA	Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

Liste des abréviations

MADRP	Ministère de l'agriculture du développement rural et de la pêche.
MCPP	Mecoprop.
MDRGF	Mouvement pour le droit et le respect des générations futures.
Mg.kg P C	Milligramme. Kilogramme poids corporel.
mha	Millions hectare.
MS	Spectromètre de masse.
Na₂SO₄	Sulfate de sodium.
NACL	Chlorure de sodium.
NF	Normes françaises
O.N.C.V	Office national de commercialisation des vins.
OIV	Organisation internationale de la vigne et du vin.
OMS	Organisation mondiale de la santé.
ONG	Organisation non gouvernementale.
PM	Petites molécules.
POPs	Polluant organique persistant.
ppb	Partie par billion.
qx	Quintaux.
SFC	Supercritical-fluid chromatography.
STG	Garantie d'une recette traditionnelle.
TE	Teneur en eau.

Liste des abréviations

TLC	Thin layer chromatography en français CCM (chromatographie couche mince).
UE	Union européen.
UIPP	Union des industries de la protection des plantes.

Liste des tableaux

Tableau I : Surface (mha) occupées par le vignoble.....	5
Tableau II : Les phases de développement des parasites sur la vigne.	11
Tableau III : Historique de l'évolution des trois plus grandes classes de pesticides depuis 1900.	23
Tableau IV : Les deux systèmes de classification des pesticides et exemples de molécules.	28
Tableau V : Traitement et lutte contre les parasites de la vigne.	29
Tableau VI : Traces des pesticides (résidus) trouvés dans le raisin de table en France.....	34
Tableau VII : Effets des pesticides sur la santé.	42
Tableau VIII : Les principaux indices de toxicité.	43
Tableau IX : Mode d'application des phytosanitaires de la vigne.	48
Tableau X : Différences entre la CPL et la CPG.	61

Liste des figures

Figure 1 : Evolution de la surface mondiale occupée par le vignoble (2014-2018).....	6
Figure 2 : Surface occupée par la vigne de table et la vigne de transformation en Algérie.	7
Figure 3 : Principales organes de la vigne.	8
Figure 4 : Cycle physiologique de la vigne.	9
Figure 5 : Symptôme de mildiou sur la phase supérieure puis inférieure de la feuille de la vigne.	12
Figure 6 : Brunissement des inflorescences.	13
Figure 7 : Symptômes du mildiou sur les baies de vigne.	13
Figure 8 : Cycle biologique de mildiou sur la vigne.	14
Figure 9 : Symptôme de l'Oïdium sur les organes de la vigne (feuille, sarment et baies).....	15
Figure 10 : Cycle biologique d'oïdium de la vigne.	15
Figure 11 : Symptômes de la pourriture grise sur la vigne.....	16
Figure 12 : Cycle biologique du botrytis cinerea.	17
Figure 13 : Symptômes de la nécrose bactérienne sur la vigne.....	18
Figure 14 : Acariens rouge et jaune de la vigne.	19
Figure 15 : Ver de la grappe (Eudémis et laco-chylis).	20
Figure 16 : Cicadelles de la vigne (la flavescence dorée, la cicadelle de grillure).....	21
Figure 17 : Phylloxera de la vigne.	21
Figure 18 : Origines (provenances) des pesticides dans l'organisme.....	38
Figure 19 : Devenir des pesticides (résidus) dans le corps humain.....	39
Figure 20 : Effets des pesticides sur la santé.....	39
Figure 21 : Schéma méthode d'extraction des résidus de pesticides.....	56

Liste des figures

Figure 22 : Schéma d'un appareil à chromatographie en phase gazeuse.	58
Figure 23 : Schéma d'un appareil à chromatographie en phase liquide.....	60
Figure 24 : Etapes de la spectrométrie de masse.	62
Figure 25 : Couplage de la SM avec la CPG/CPL	64

Introduction

L'agriculture est l'un des grands enjeux de la société car elle répond aux besoins de la population en alimentation, mais elle est souvent confrontée aux stress biotique exercés par différents bio-agresseurs (insectes, ravageurs, maladies fongiques, bactériennes et virales aussi les mauvaises herbes). Ces bio-agresseurs occasionnent des pertes considérables engendrées par les baisses de rendements, la détérioration de la qualité de produits végétaux.

L'Algérie est l'un des pays possédant un patrimoine végétal important par sa richesse et sa diversité dans les régions côtières, les massifs montagneux, les haut-plateaux, la steppe et les oasis sahariennes, dont on y trouve plus de 3000 espèces végétale, parmi ces espèces on cite la vigne ou *Vitis Vinifera* qui est surtout trop cultivé dans la région de Tizi Ouzou, Boumerdes, Tlemcen, media (**Duraffourd et al., 1997**).

La vigne représente l'espèce de fruit le plus largement cultivé dans le monde, son importance économique considérable se situe au niveau de la production de fruit qui est le raisin, commercialisé comme : raisin de table, jus de fruit, mais surtout utilisé pour la production de vin.

Dans le but de garantir une alimentation suffisante pour une population qui ne cesse de croître et pour protéger les cultures et la sécurité sanitaire des rendements les agriculteurs font appel à l'utilisation des moyens de lutte à travers l'utilisation des pesticides comme solution pour combattre les bio-agresseurs qui menacent la viticulture.

En Algérie, l'utilisation des pesticides à usage agricole est de plus en plus fréquente, les pesticides appelés aussi produits phytosanitaires ou encore produits phytopharmaceutiques 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 à la récolte et au stockage (**ACTA,2002 et UIPP, 2009**).

Le terme « pesticide » couvre un champ plus vaste et englobe tous les produits destinés à lutter contre tous les dits nuisibles, ou indésirables (ex : les champignons qui pourraient attaquer une charpente), leur utilisation représente le moyen le plus efficace et facile à manipuler permettant une optimisation des rendements.

Introduction

Les pesticides sont présents dans presque tous les milieux de l'environnement y compris les eaux de surface, les eaux souterraines, l'air ambiant, la poussière, le sol, le brouillard, la pluie, et la glace, sont diffusés partout, car les résidus de pesticides ont été trouvés dans plus de 70 % des fruits et légumes, plus de 60 % des échantillons de blé et de 99% de lait, Ils sont également présents dans les organes de presque tous les adultes et les enfants **(Berrah, 2011)**.

Rappelons que si l'utilisation des produits phytosanitaires est souvent nécessaire, ils demeurent toxiques et leur usage reste tributaire de la maîtrise des modes d'usage ainsi que les risques pour la santé humaine, **(Deville et al., 2005)**. Plusieurs études épidémiologiques ont délivré la relation entre l'exposition aux pesticides et la survenue de certaines pathologies telles que les cancers, les maladies neurologiques et les troubles dermatologiques ou encore des troubles de la reproduction.

Un résidu provient de l'utilisation intentionnelle et excessive des pesticides sur la vigne et les végétaux en général, on trouve des traces des pesticides en petites quantités dans le fruit de la vigne qui sont transmissibles vers l'homme par leur consommation qui provoque des maladies par accumulation dans l'organisme.

Les risques résultant de l'usage intentionnel de produits autorisés sont connus. Ils sont évalués dans le dossier d'autorisation de mise sur le marché (AMM) de chacun de ces produits et ils sont facilement maîtrisés par un usage conforme à leur notice d'emploi. **(CSA., 2008)**.

Afin de protéger la santé des consommateurs, la plupart des pays fixent des normes légales concernant les résidus des pesticides dans les aliments. Des difficultés commerciales peuvent survenir lorsque ces limites diffèrent d'un pays à l'autre. **(FAO/OMS, 2003)**.

L'objectif de ce travail est de mettre la lumière sur les résidus des pesticides appliqués sur la vigne et leurs impacts sur la sécurité sanitaire des aliments et la santé humaine en répondant sur un ensemble de questions :

- ✓ D'où viennent les résidus ?
- ✓ Comment se trouvent-ils dans l'organisme ?
- ✓ Ont-ils des impacts sur la santé ?
- ✓ Comment les réduire et se protéger ?

Introduction

Dans ce contexte, nous essayerons de présenter une étude bibliographique qui montre la contamination des raisins par les résidus des pesticides et comment les détecter. Pour atteindre cet objectif, nous avons jugé utile de structurer le manuscrit comme suit :

Chapitre 1 : les connaissances concernant des généralités sur la vigne, ces principaux ennemis et les moyens de luttés par pesticides.

Chapitre 2 : Les résidus des pesticides dans le raisin et leurs effets sur la santé.

Chapitre3 : La maitrise de la qualité alimentaire et la sécurité sanitaire (du raisin).

Chapitre 4 : Les techniques et méthodes de dosage des résidus pesticides.

Pour en terminer avec une conclusion qui résume l'ensemble de travail en répondant aux problématiques déjà citées, démontrant les effets des résidus sur la santé et le management de la qualité sanitaire en relation avec les résidus.

I.1. La viticulture

I.1.1. Histoire et origine de la vigne en Algérie

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. Ces vignes sont conservées jusqu'à nos jours, elles croissent abondamment le long de la corniche de Bejaia, Jijel... » **(Benabderabou, 1971)**.

Le développement du vignoble algérien est lié à la situation géographique et au brassage des populations et des civilisations, il est donc rattaché au reflet fidèle de l'histoire de ce pays, depuis au moins 3 500 ans, Suite à diverses migrations ou occupations, Perses, Phéniciens, Grecs, Romains, Turcs Espagnols, Portugais et Français, s'y sont succédé.

L'histoire viticole algérienne connaît deux apogées :

- La première période est antique, sous la domination de la Phénicie puis de l'Empire romain.
- La deuxième date de la colonisation française, suite à la guerre d'Alger (1830).

Selon **(Mouats, 2003)**, les premières vignes cultivées ont été certainement ramenées par les phéniciens lors de l'installation des premiers comptoirs sur la cote de l'Afrique et plus tard après la fondation de Carthage en 814 avant J-C. Les phéniciens adoptés par les habitants autochtones, ont enseigné l'art de l'agriculture et de l'élevage.

Après la reconversion à l'islam la vinification a été réduite, ainsi la culture de la vigne de cuve s'éteint jusqu'à la colonisation française.

Les colons français qui se sont installés aux abords de la Mitidja ont eu pour premiers réflexes d'installer une agriculture de subsistance. Les attaques du phylloxéra sur les vignobles français (1880) ont diminué la superficie et la production. Cette crise favorisa alors le développement des cépages de cuve en Algérie coloniale.

La vigne de cuve reprenait son essor de plus belle, les vins d'Algérie devenaient un concurrent direct de ces produits en France « En 1954 les vins d'Algérie ont engendrés un chiffre de 40 milliards d'anciens francs. La production atteignait alors plus de 20 millions hectolitres » **(Mouats, 2003)**.

Après l'indépendance un véritable embargo a été organisé afin d'empêcher l'entrée de tous les produits agricoles d'Algérie en France, alors une campagne d'arrachage a été menée. Ceci à entraîner une quasi disparition des vignes de cuves. Aujourd'hui avec l'appui de l'O.N.C.V (office national de commercialisation des vins), l'encépagement reprend

progressivement, c'est ainsi qu'entre 1994 et 2002, plus de 5000 ha de vignes de cuves sont plantés.

I.1.2. La situation actuelle de la viticulture

➤ La viticulture dans le monde

Selon l'OIV 2019, le bilan mondial de la viticulture donne les statistiques représentées dans le tableau N° I.

Tableau I : Surface (mha) occupées par le vignoble au niveau mondial entre 2014-2018.
(OIV,2019)

Pays	Année	2014	2015	2016	2017	2018	Volume de variation
Espagne		975	974	975	968	969	-6
Chine		813	847	858	865	875	62
France		789	785	786	788	793	4
Italie		690	685	693	699	705	15
Turquie		502	497	468	448	448	-54
Usa		450	446	439	434	439	-11
argentine		228	225	224	222	218	-9
Chili		213	214	214	213	212	-1
Portugal		224	204	195	194	192	-31
Romanie		192	191	191	191	191	-1
Iran		216	195	174	153	153	-64
Inde		128	129	131	147	151	23
Moldavie		140	140	145	151	147	7
Australie		154	147	145	145	146	-8
Afrique de sud		133	133	130	128	126	-7
Ouzbékistan		127	129	121	111	111	-15
Grèce		110	107	105	106	106	-4
Allemagne		102	103	102	103	103	0
Afghanistan		84	85	89	94	94	9
Russie		87	85	88	90	92	5
Egypte		78	81	83	84	84	6
Brasil		89	87	86	84	82	-7
Algérie		71	71	76	75	75	3
Hongrie		64	68	68	68	69	5
Bulgarie		63	64	64	65	66	3
Georgia		48	48	48	51	55	7
Autriche		45	45	46	48	49	4
Maroc		47	48	49	46	46	-1
Syrie		50	47	45	45	45	-5
Ukraine		49	45	45	44	42	-7
Nouvelle-Zélande		38	39	38	39	39	1
Mexique		29	30	31	34	37	7
Tadjikistan		39	34	34	36	36	-3
Pérou		25	29	30	32	32	7
monde		7557	7509	7464	7425	7449	-108

Le tableau N° I, montre le développement de la surface occupée par le vignoble au niveau des pays soit par la chute ou l'augmentation depuis 2014 jusqu'à 2018.

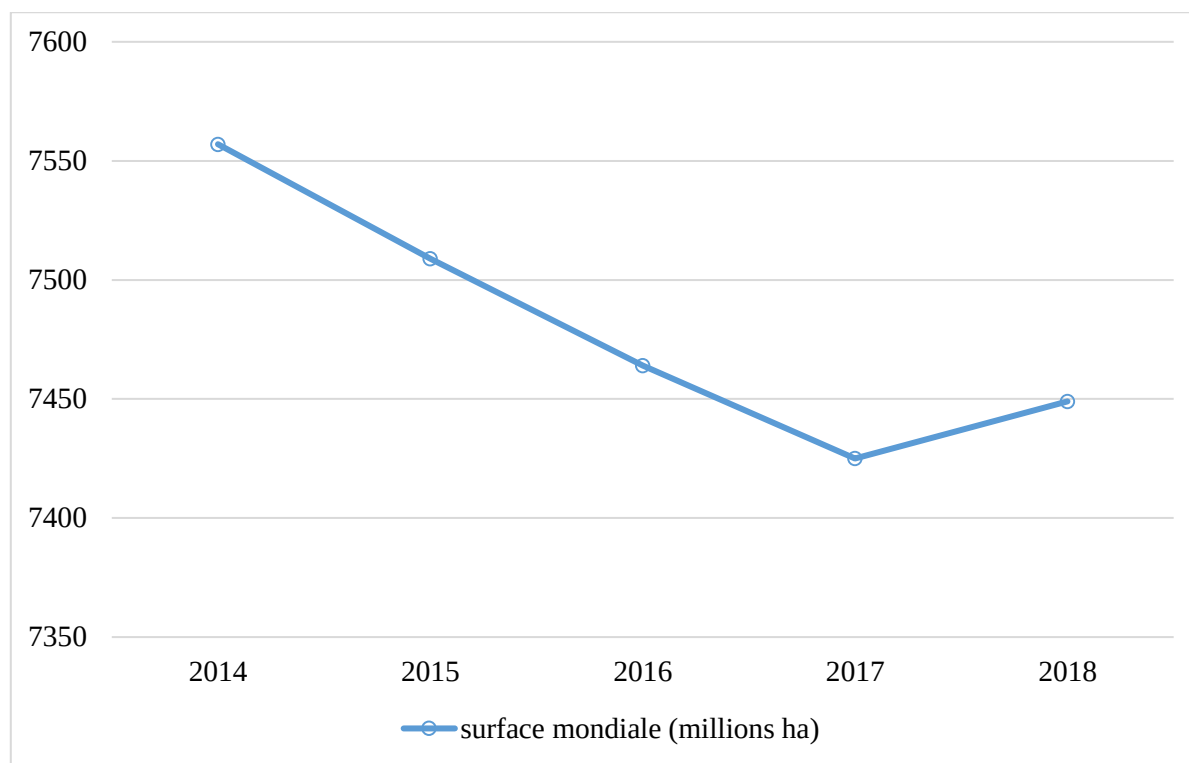


Figure 1 : Evolution de la surface mondiale occupée par le vignoble (2014-2018),(OIV, 2019)

Le graphe ci-dessus explique les phases d'évolution de la surface occupée par le vignoble mondial entre 2014 et 2018 :

Phase 1 : phase de chute

Entre 2014 -2017, La surface a connu une chute allant de 7557 millions d'hectares à 7425 millions d'hectares, donc une diminution des surfaces par 132 millions d'hectares.

Phase 2 : phase de développement

Entre 2017-2018, la surface a connu une croissance allant de 7425 millions d'hectares jusqu'à 7449 millions d'hectares, donc d'une augmentation par 24 millions d'hectares.

Durant la période 2014 jusqu'à 2018 la surface a connu une diminution non négligeable égale à 108 millions d'hectares, ces pertes sont dues à différents facteurs tels que : l'urbanisation, propagation des maladies obligeant l'arrachage des ceps et traitement des sols

et certaines réglementations qui obligent aux viticulteurs de respecter les bonnes pratiques agronomiques.

Les statistiques délivrées par l'OIV 2019 résument les données suivantes: (**Agriculturemono, 2020**)

- La superficie viticole mondiale : 7.4 millions d'hectares.
- La production mondiale de raisin : 78 millions de tonnes.
- Raisin de table : 27.3 millions de tonnes.
- Raisin sec : 1.3 millions de tonnes.
- Vin : 292 millions hectolitres.

➤ La viticulture en Algérie

Selon les statistiques réalisées par la MADRP 2018, la situation de la filière viticulture en Algérie présente, (**Agriculturemono, 2020**) :

Une superficie viticole totale : 69 642 ha, dont, presque 67% de la superficie occupée par la vigne de table et 33% est occupée par la vigne de transformation.

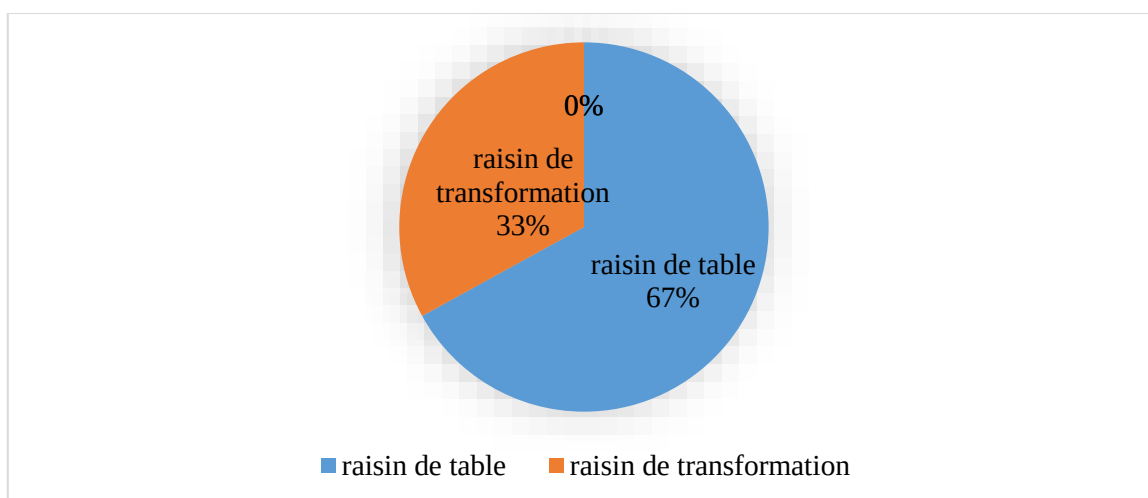


Figure 2 : Surface occupée par la vigne de table et la vigne de transformation en Algérie (%).
(Création originale)

Les statistiques enregistrent une superficie très réduite de champs de pieds mère (CPM) qui ne dépasse pas 73 ha, et l'absence totale de la vigne à raisin secs.

-production totale de raisins est de 5 665 787 qx :

88% de la production présente les raisins de table et seulement 12% pour les raisins de transformation.

La production en raisin de table permet en moyenne une consommation de 11.3 kg par habitant et par ans de raisins frais.

Total de variétés homologuées : 96 variétés dont, 55 variétés de table, 31 variétés de transformation, 05 variétés viticole de séchage et 10 variétés de portes greffes.

I.2. Etude de l'espèce

I.2.1. La vigne : Définition

La vigne à raisin est une plante sarmenteuse, vivace, qui peut demeurer en place plusieurs dizaine d'année, de 40 à 60 ans en moyenne, dans les conditions normales de culture. **(Galet,1998)**. Elle appartient à la famille des Vitacées ou Ampélidacées, Ordre des Rhammales. Elle comprend 18 genres vivants surtout dans la zone intertropicale du globe, ainsi que dans les climats tempérés.

Le genre *Vitis* est composé par deux sous genre :

- Muscadinia qui possède $2n = 40$ chromosomes.
- Euvitis à $2n = 38$ chromosomes, dont la quasi-totalité des vignes cultivées fait partie.

A l'intérieur de « Euvitis » on distingue trois principaux groupes :

- Le groupe Euro-méditerranéen représenté par une seule espèce (*Vitis Vinifera* L).
- Le groupe asiatique représenté par une dizaine d'espèces.
- Le groupe américain représenté par une vingtaine d'espèces.

À l'échelle mondiale, *Vitis Vinifera* est l'espèce viticole la plus commune et la plus importante au niveau économique **(Aradhya et al., 2003)**.

I.2.2. La Vigne : aspects botaniques et agronomiques

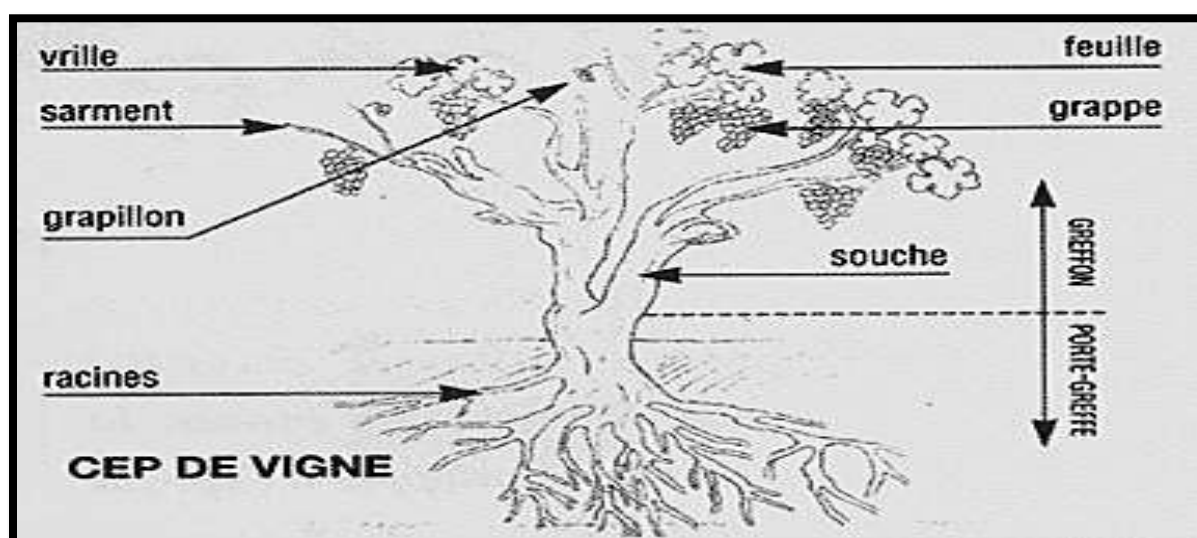


Figure 3 : Principales organes de la vigne.

Comme toute plante supérieure, la vigne est constituée d'organes nettement différenciés, elle est formée de deux parties, une partie souterraine appelée porte-greffe, constitue le système racinaire qui colonise le sol et le sous-sol et une partie aérienne appelée greffon, formée d'un tronc qui se divise en bras portants des bois de taille (**Girard, 2001 ; Raynier, 2005**).

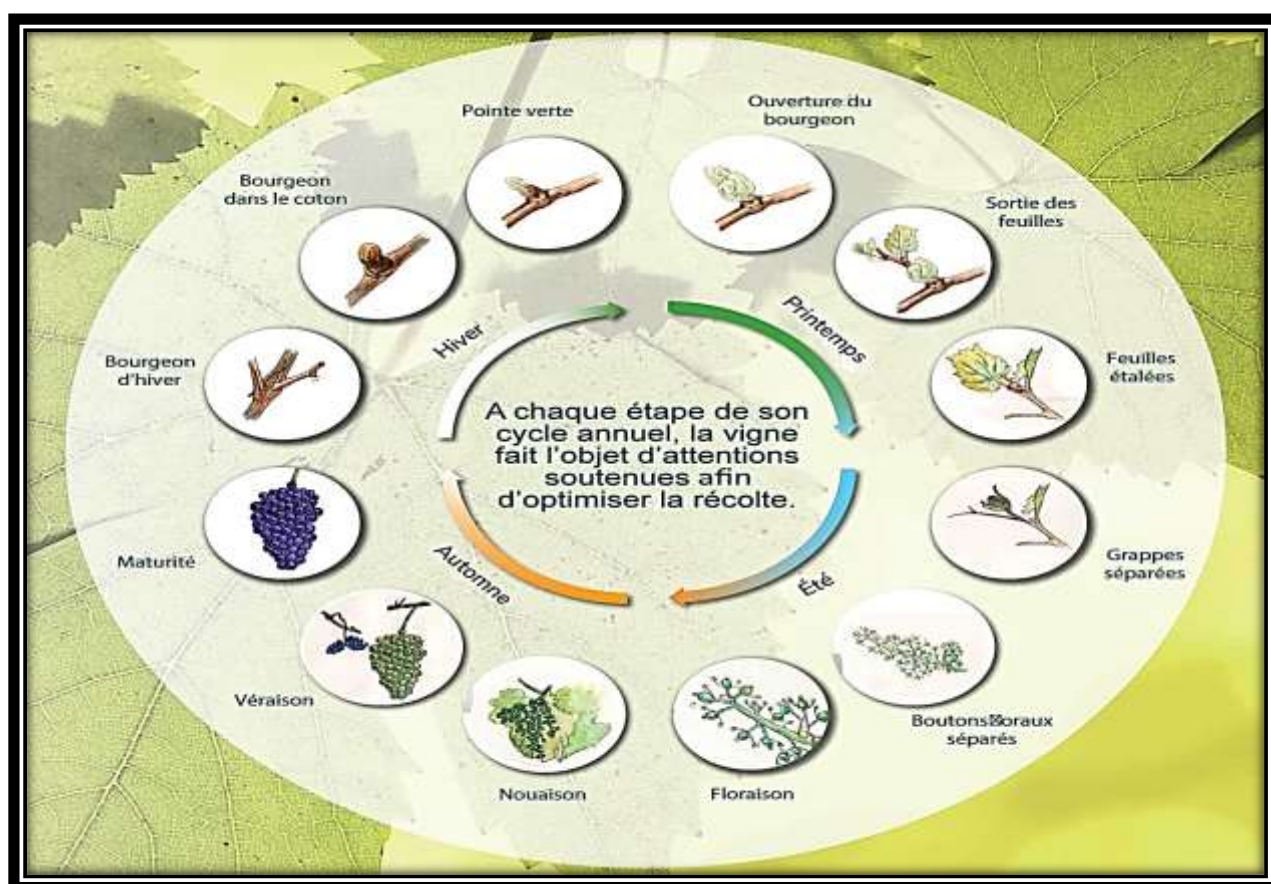
Comme toutes les plantes, la vigne comporte un cycle biologique dont ils apparaissent des maladies et ravageurs traités avec des produits phytosanitaires.

I.2.3. Le cycle biologique de la vigne (physiologie)

Le cycle annuel de vigne comporte deux phases distinctes :

- Une phase de repos végétatif où la plante accumule les substances de réserves.
- Une phase de vie active au cours de laquelle on note un développement végétatif et reproducteur.

Ces phases sont interdépendantes, chacune influant sur l'autre et sur celles des années suivantes (**Galet, 2000 In Joly, 2005**).

**Figure 4** : Cycle physiologique de la vigne.

I.2.3.1. Le cycle végétatif

Le début d'un cycle végétatif, se fait sous l'influence d'une hausse de la température du sol, après une période de repos hivernal, elle déclenche une reprise de l'activité végétative qui se débute avec les pleurs, précédant le débourrement ou départ des bourgeons en végétation, donnant naissance à la croissance des rameaux et des feuilles pour se terminer à l'automne par la chute des feuilles ou défeuillaison qui marque la fin de la vie active.

La vigne entre alors en vie ralentie, car il n'y a plus aucune manifestation extérieure visible, c'est le repos hivernal (**Valdes Gomez, 2007**).

I.2.3.2. Le cycle reproducteur

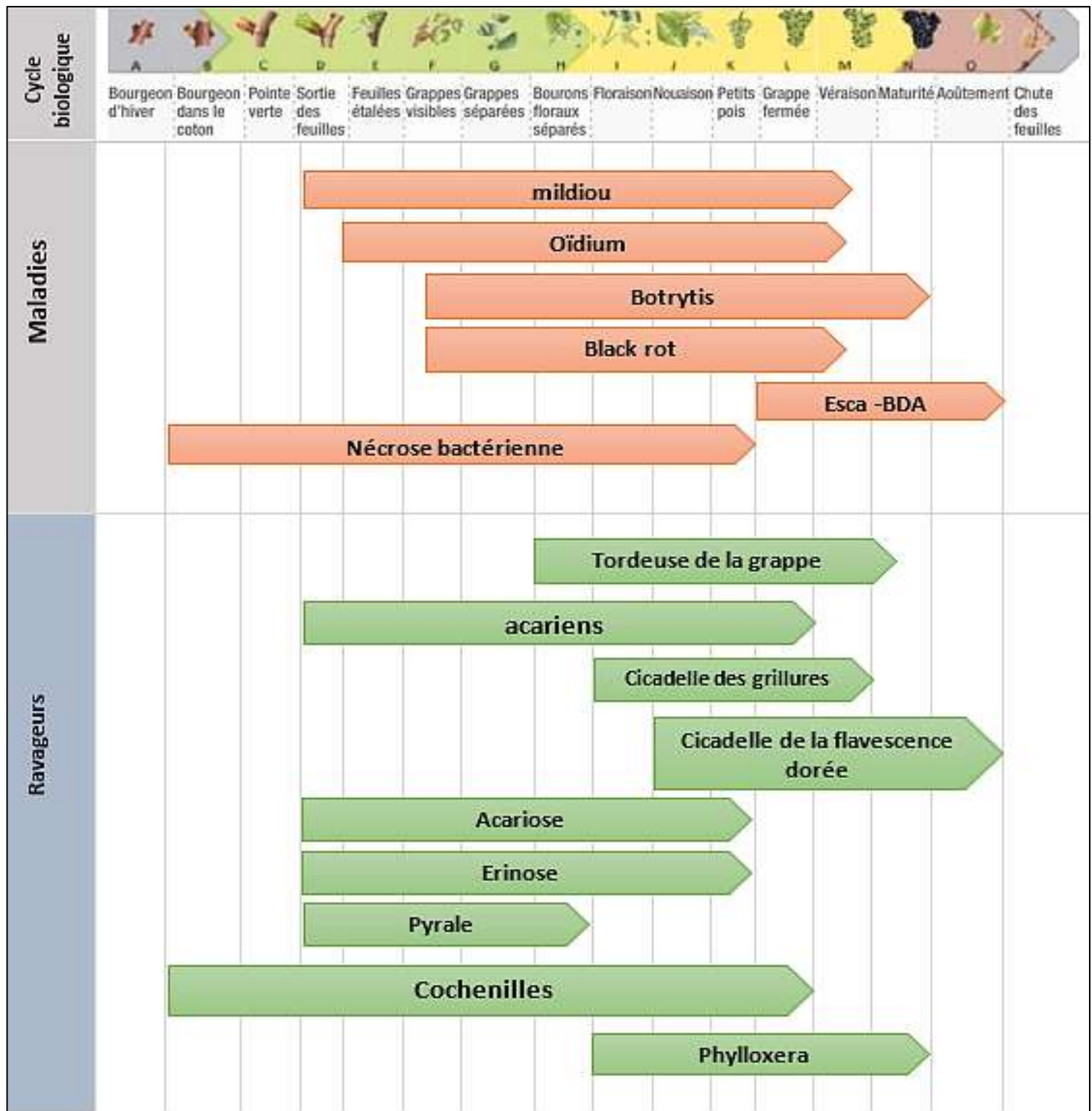
Selon **Reynier (2007)**, le cycle reproducteur est la deuxième phase qui caractérise le cycle annuel de la vigne pendant cette phase de reproduction, on observe l'initiation florale, la différenciation des fleurs puis s'achève la croissance et la différenciation des organes reproducteurs (inflorescence, fleurs, baies) et leur maturation.

I.2.4. Principales maladies et ravageurs de la vigne

Toute au long de son cycle biologique, la vigne est exposée aux attaques des agresseurs naturels (virus, bactéries, champignons, acariens, insectes...) qui l'affaiblissent et causent des pertes de rendement et touche à sa qualité, ce qui entraîne une économie bancal (instable), ainsi une défense contre ces organismes est nécessaire.

Le tableau N° II, présente les phases de développement des parasites sur la vigne.

Tableau II : Les phases de développement des parasites sur la vigne. (Guide de l'observateur, 2017)



I.2.4.1. Maladies cryptogamiques (dues à l'exposition aux champignons)

➤ Le mildiou

Le *Plasmopara viticola* est un champignon oomycète faisant partie de l'ordre des Péronosporales et de la famille Péronosporacées responsable de la maladie dite mildiou de la vigne.

Il s'attaque aux différents organes herbacés aériens sensibles (en voie de croissance riche en eau), (**Lozzo, 2015**) il peut causer la déformation des pousses, des vrilles et des grappes et une chute prématurée des feuilles, ce qui retarde le mûrissement des baies et augmente la vulnérabilité de la vigne aux rigueurs de l'hiver. Son développement est étroitement lié à l'humidité atmosphérique (sources hydriques) et une température minimale de 11°C (**Lakrouf, 2017**)

- **Les symptômes et dégâts causés** : les symptômes de mildiou apparaissent ainsi sur les organes cibles :

- ❖ Sur les feuilles : Sur les faces supérieures des feuilles, la maladie provoque des taches de couleur jaune claire à jaunâtre appelées tâches d'huile, Par temps sec, ces zones ont tendance à se nécroser, se déchirer.

Sur les faces inférieures de ces mêmes feuilles apparaissent les organes de fructifications de ce champignon « poussière blanchâtre » qui jouent un rôle très important dans la dissémination de cette maladie, qui se densifiera par temps humide, favorable au développement mycélien. Le duvet peut dans certains cas recouvrir la totalité du limbe et entraîner le dessèchement des feuilles et leur chute (**Lozzo, 2015**).



Figure 5 : Symptôme de mildiou sur la phase supérieure puis inférieure de la feuille de vigne.

- ❖ Sur les inflorescences et grappes : Les inflorescences sont particulièrement sensibles, Lors de forte infestation, elles peuvent jaunir, brunir, puis sécher complètement.

À partir du stade “petits pois”, les fructifications du champignon ne sont plus apparentes, (Lozzo, 2015). L’atteinte de l’inflorescence peut être complète ou partielle.



Figure 6 : Brunissement des inflorescences.

- ❖ Sur les baies : 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. (Kacel et Oumezzaouch, 2017)



Figure 7 : Symptômes du mildiou sur les baies de vigne.

- **Cycle biologique de mildiou de la vigne**

Le cycle biologique comporte deux phases distinctes : la reproduction sexuée et asexuée. Celles-ci permettent, tout au long de l'année, de préserver le cycle de vie parasitaire en fonction des conditions climatiques.

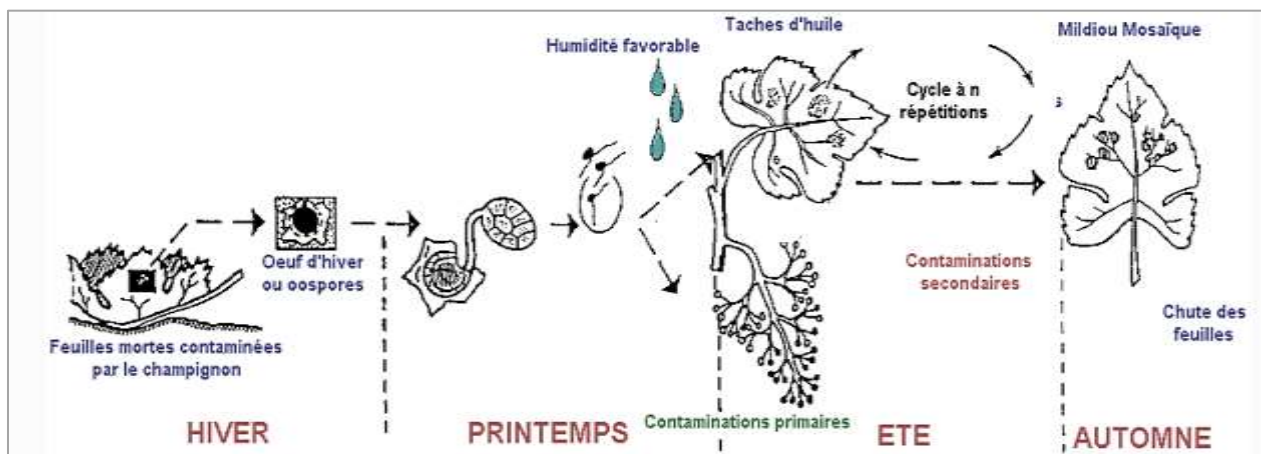


Figure 8 : Cycle biologique de mildiou sur la vigne.

➤ **L'Oïdium**

Uncinula necator, est un champignon qui appartient à la division des Ascomycètes, ordre des Erysiphales, famille des érysiphacées, c'est le champignon responsable de l'Oïdium liée à la vigne.

Son développement est conditionné par un temps couvert, chaud et humide. La maladie se développe sur tous les organes verts, notamment les feuilles, les jeunes sarments, les jeunes grappes à la floraison et à la véraison.

- **Les symptômes et les dégâts causés**

- ❖ Les feuilles : La face supérieure des feuilles va prendre une coloration poussiéreuse, gris-blanchâtre d'aspect duveteux. On observe une légère frisure sur le bord du limbe puis des points de crispation dus au développement du champignon.

A la face inférieure, on retrouve le mycélium sous forme de petites trainées brunâtres correspondant aux cellules tuées (**Lozzo, 2015**).

- ❖ Tiges et sarments: on observe des 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 (**Allouani, 2011**).

- ❖ Les Inflorescences et les grappes : Les fleurs contaminées par l'oïdium se dessèchent et tombent, les grains se couvrent dès la nouaison d'un feutrage blanc. Par la suite, ils se nanifient et se couvrent d'une poussière grisâtre, leur peau se fendille et éclate, laissant apparaître les pépins (**Mahboub, 2017**)
- ❖ Les baies : les baies peuvent être atteintes, de la nouaison à la véraison (environ 4 semaines après la floraison). Elles prennent 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 (**Allouani, 2011**).



Figure 9 : Symptôme de l'Oïdium sur les organes de la vigne (feuille, sarment et baies).

• Cycle biologique de l'oïdium

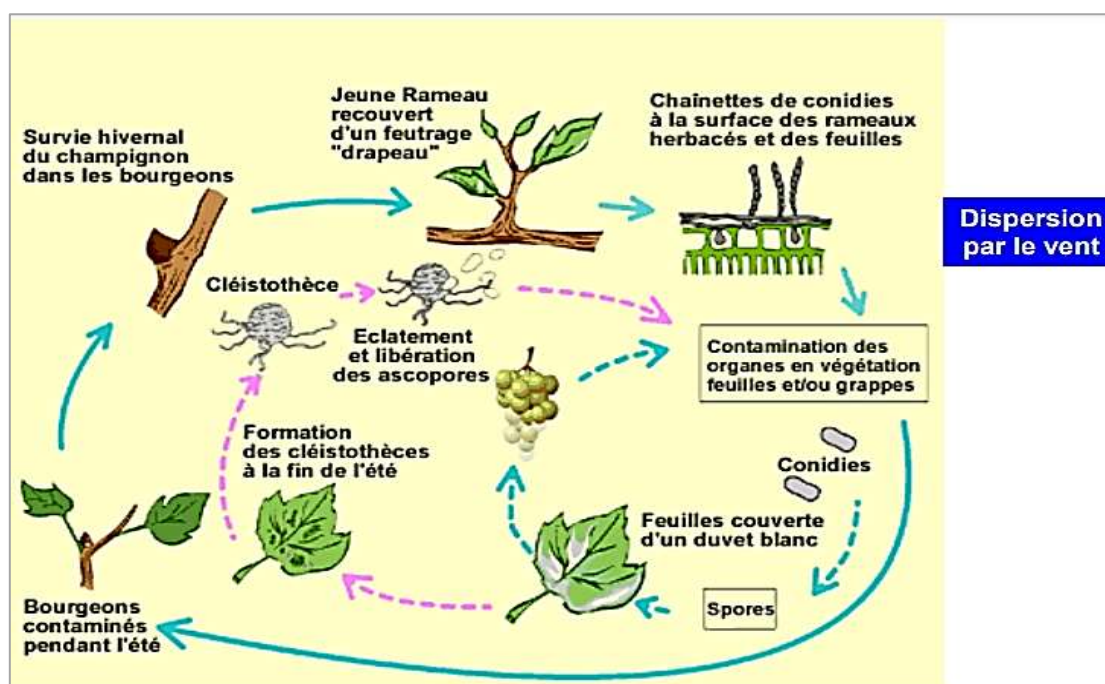


Figure 10 : Cycle biologique d'oïdium de la vigne.

➤ **La pourriture grise**

Le responsable de cette maladie est le *Botrytis cinerea* qui est un micromycète et un Ascomycète de l'ordre des Léotiales, famille des Sclérotiniacées. Il s'agit d'une pathologie ubiquiste et polyphage, très redoutée chez le viticulteur du fait de ses dégâts majeurs qu'elle occasionne. (Lozzo,2015).

Il est très souvent saprophyte (c'est-à-dire qu'il se développe sur de la matière organique morte ou en décomposition) mais qui a aussi la caractéristique de pouvoir se développer sur de la matière vivante).

D'après **Bacon et al., (2006)**, Le *Botrytis cinerea* est omniprésent dans la plupart des productions fruitières incluant les vignobles.

• **Les symptômes et les dégâts causés**

- ❖ Sur les feuilles : au cours de printemps humides et frais, le limbe présente des taches brunâtres, d'aspect feuille brûlée, avec parfois présence d'un feutrage grisâtre. (Reynier, 2007).
- ❖ 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, (Allouani, 2011).
- ❖ Les 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 (Lakrouf, 2017).



Figure11 : Les symptômes de la pourriture grise sur la vigne.

- Le cycle biologique de botrytis cinerea

Le cycle biologique du botrytis a la particularité d'être polyphage et ubiquiste. Il se développe d'abord en tant que saprophyte puis en tant que parasite.

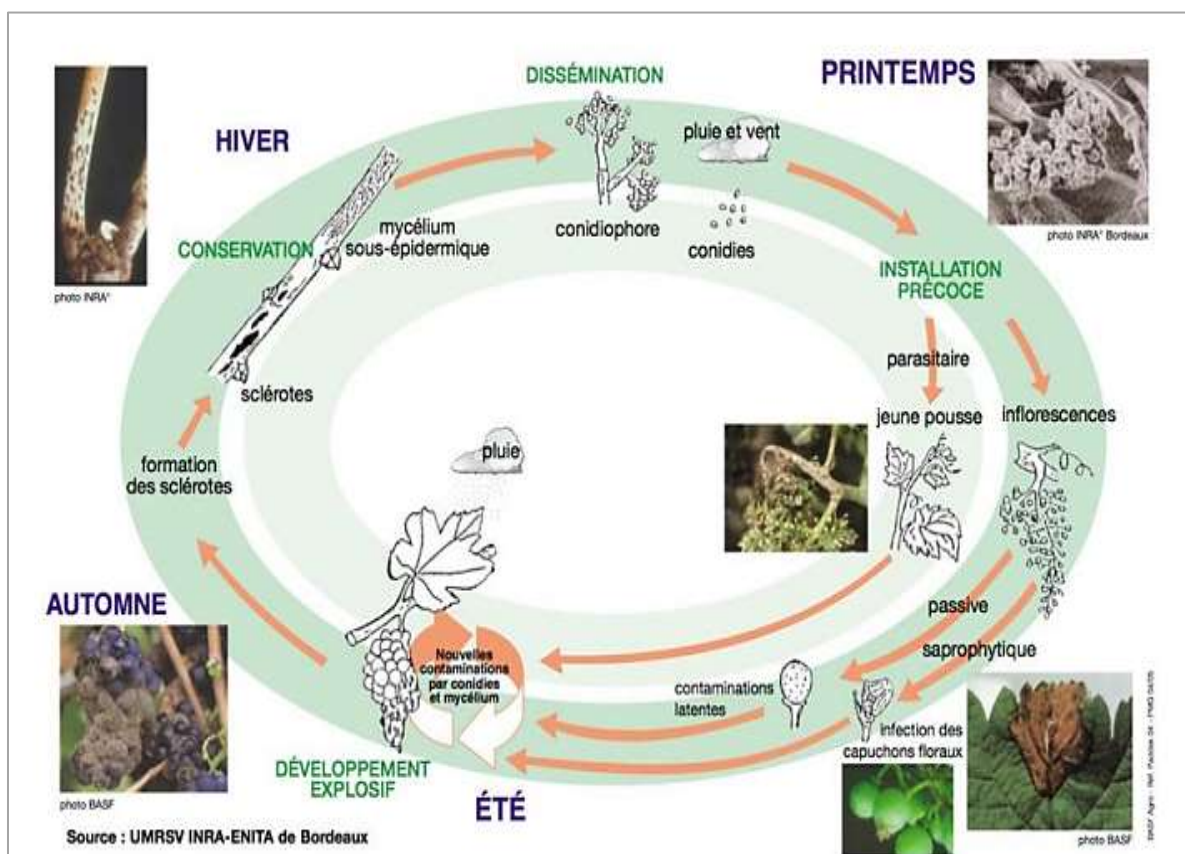


Figure 12 : Cycle biologique du Botrytis cinerea.

I.2.4.2. Les maladies bactériennes

➤ Nécrose bactérienne de la vigne

La nécrose bactérienne de la vigne est une maladie causée par une bactérie phytopathogène, *Xylophilus ampelinus*. Selon **Reynier, 2007**, elle se développe uniquement sur la vigne, le vieux bois ou tronc est le lieu de survie et de multiplication de la bactérie. Il sert de source d'inoculum pour contaminer le bois aoûté puis les organes herbacés.

Mode de contamination : la bactérie pénètre dans les tissus végétaux où elle provoque l'apparition de symptômes typiques.

Elle atteint progressivement le vieux bois (tronc) où elle survie et se multiplie et elle sera véhiculée par la sève dans les sarments aoutés. (**Barthelet et al., 2013**).

Symptômes et dégâts causés

- ❖ Sur les feuilles: petites taches angulaires de couleur rougeâtre ou sombre, ces taches peuvent être entourées d'un halo huileux jaunâtre. **(Blouin, 2005)**.

L'invasion vasculaire par la bactérie provoque le dessèchement du pourtour des feuilles qui peuvent se décolorer et tomber **(Walter et al., 2000)**.

- ❖ Bourgeons : le cycle végétatif débute très tardivement et donne des pousses rachitiques qui, le plus souvent, se dessèchent. **(Blouin, 2005)**.
- ❖ Sur les sarments : nécroses sectorielles allongées, de couleur brune ou noire, dont le contour est généralement humide ou huileux. **(Mahboub, 2017)**.



Figure 13 : Symptômes de la nécrose bactérienne sur la vigne.

➤ Maladie de Pierce

La maladie de Pierce est une maladie bactérienne mortelle pour la vigne. Elle est causée par une gamma proteobactérie de la famille des Xanthomonadaceae, *Xylella fastidiosa*. D'après **Reynier, 2007**, la maladie est véhiculée par des insectes piqueurs-suceurs (cicadelles, cercopes). Et la transmission est possible aussi par voie végétative (bouturage, greffage) et à l'occasion de blessures.

I.2.4.3. Les maladies virales

Ces maladies infectieuses sont présentes depuis longtemps dans de nombreux vignobles. Ce sont des maladies graves car les vignes contaminées ne peuvent être soignées.

➤ Le court-noué (dégénérescence infectieuse)

Le court-noué est une maladie due au virus GFLV (Grapevine Fan Leaf Virus) et moins souvent à l'ArMV (Arabica mosaic virus), transmise par le nématode *Xiphinema index*, lorsque ce ver microscopique pique les racines de la vigne pour se nourrir. (**Balue, 2013**).

Les virus ne peuvent se multiplier que dans les cellules vivantes de leurs hôtes, ce sont des parasites obligatoires, qui peuvent conduire à l'arrachage prématuré de la parcelle. Ils peuvent être identifiés sur vigne par le test sérologique ELISA.

➤ L'enroulement

L'enroulement constitue une des maladies virales les plus importantes de la vigne.

Les virus de l'enroulement sont des clostéro virus transmis par les bois et plants de vigne lors de la multiplication végétative et par des cochenilles farineuses, hémiptères piqueurs-suceurs polyphages. Les plus fréquents et les plus graves sont GLRaV (Grapevine Leaf roll associated virus), ils provoquent une modification du métabolisme des sucres et interviennent donc en réduisant la maturation et l'aoûtement (**Reynier, 2007**).

I.2.4.4. Les acariens de la vigne

➤ Les araignées de la vigne

Les araignées de la vigne ne sont pas des insectes, ce sont en réalité des acariens appelés « tétaniques » elles sont d'une petite taille difficile à repérer, les plus répandus sont en rouge et jaune et comptent 8 pattes, elle s'attaque surtout aux plantes intérieures et aux plantes sous serre, ils présentent plusieurs générations jusqu'à 8 en une saison, sont favorisés par un climat chaud et sec et la poussière (**Bouvier, 2016**).



Figure 14 : Acariens rouge et jaune de la vigne.

➤ **L'érinose (*Colomerus vitis*)**

L'érinose est une maladie de la vigne qui apparaît sous forme de petites galles renfermant de minuscules acariens invisible à l'œil nu « *Colomerus vitis* », elle s'attaque au feuilles au fur et à mesure de la croissance des rameaux comme elle peut s'attaquer aux rafles des jeunes grappes. (Bouvier,2016)

I.2.4.5. Les insectes

➤ **Les vers de la grappe**

Les vers de la grappe, ou tordeuses de la grappe, appartiennent à l'ordre des lépidoptères (ou papillons). Deux espèces principales sont présentes, Eudémis (*Lobesia botrana*) et Cochylis, à des proportions variables selon les régions. (Mouret,2020)

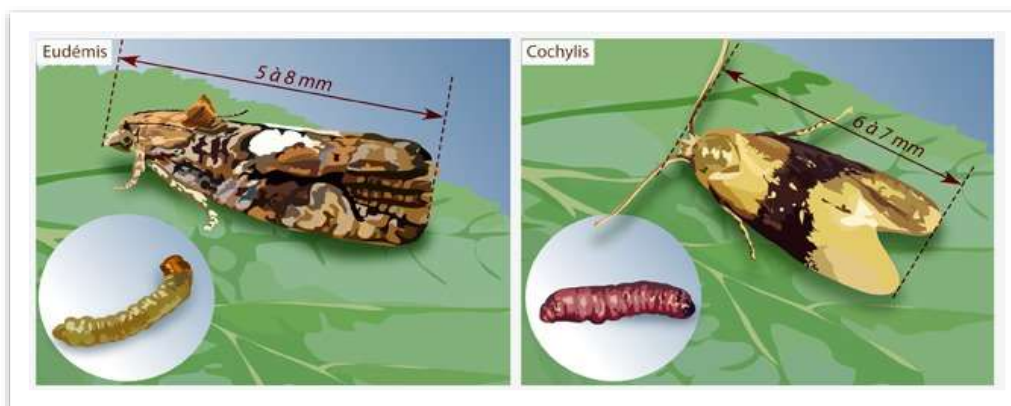


Figure 15 : Ver de la grappe (Eudémis et la cochylis).

➤ **Les cicadelles**

Selon Reynier (2007), les cicadelles sont des insectes piqueurs-suceurs appartenant à l'ordre des homoptères (comme les cigales). Un joli nom chantant pour le vecteur d'une maladie redoutable, la flavescence dorée,

Son développement dans des conditions humides et chaudes est le résultat d'un concours malheureux de circonstances. La rencontre entre un vecteur, une cicadelle (*Scaphoïdeus-titanus*), accidentellement importée et un phytoplasme responsable de la maladie, qui se trouvait dans des plantes sauvages avant de contaminer les vignes.

Selon Toledo (2007), les dégâts directs se limitent aux feuilles, ces dernières se rétractent se plient sur la face inférieure avec l'apparition des taches sombres, leur pourtour jaunit chez les cépages blancs rougit chez les cépages rouges.

Il suffit qu'une cicadelle pique une plante malade pour qu'elle soit porteuse du phytoplasme et donc apte à contaminer d'autres ceps.



Figure 16 : Cicadelles de la vigne (la flavescence dorée, la cicadelle de grillure).

➤ Le phylloxéra

Selon Dufour, (2006), le phylloxéra est un petit insecte piqueur apparenté au puceron d'un à deux millimètres de long, muni d'un rostre avec lequel il pique les feuilles de vigne pour se nourrir du suc cellulaire, il les déforme pour créer une galle à l'intérieure de laquelle il sera très confortable pour se multiplier tout en restant quasi inatteignable.

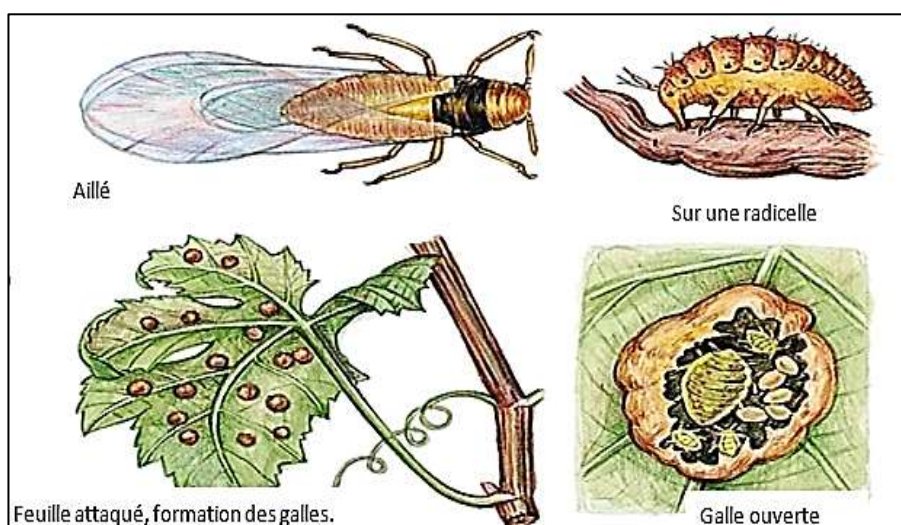


Figure 17 : Phylloxéra de la vigne et son évolution.

I.3. Les pesticides : le moyen chimique de lutte contre les parasites

Dans le besoin de protéger la vigne efficacement contre les ennemis des cultures (bio-agresseurs) on procède à l'utilisation des produits chimiques aussi appelés pesticides.

I.3.1. Définition des pesticides

L'étymologie du mot pesticide s'est construite à partir du suffixe « cide » qui signifie « tuer » et de la racine anglaise « pest » (animal, insecte ou plante nuisible) provenant du latin Pestis (peste) qui désignait le fléau en général (**El Azzouzi, 2013**), c'est un terme général utilisé pour décrire une substance ou mélange de substances qui détruit un organisme nuisible ou prévient ou réduit les dommages qu'un nuisible peut causer.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (ou Food and agriculture organisation- FAO) entendent par le terme « pesticide » toute substance ou association de plusieurs substances, destinées à repousser, détruire ou combattre les ravageurs, y compris les vecteurs de maladies humaines ou animales, les espèces indésirables de plantes ou d'animaux causant des dommages ou se montrant autrement nuisibles durant la production, la transformation, le stockage, le transport ou la commercialisation des denrées alimentaires, des produits agricoles, du bois des produits ligneux, des aliments pour animaux, ou qui peut être administrée aux animaux pour combattre les insectes, les arachnides et autres endoparasites ou ectoparasites (**Batch, 2011**).

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).
- Détruire les végétaux indésirables ou détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux, (**Batch, 2011**).

- 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 *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**).

I.3.2. Histoire des pesticides

Selon **Calvet *et al.*, (2005)**, l'utilisation des pesticides en agriculture remonte à l'antiquité, les connaissances et les compétences nécessaires pour protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies ont grandement évolué de l'utilisation des produits chimiques botaniques (naturel) et inorganiques, le soufre cité par Homère et l'arsenic signalé par Plinie l'ancien, utilisé comme insecticides depuis la fin du XVII^e siècle. A la même époque, ils ont utilisé la nicotine recommandée par Jean de la Quintinie (1626-1688) après la découverte de ses propriétés toxiques. A partir de la seconde guerre mondiale, les pesticides ont bénéficié du développement de la chimie organique. Les composés synthétiques majoritaires ont d'ailleurs été à l'origine de l'expansion rapide des produits phytosanitaires à partir des années 1900, comme il est montré au niveau du tableau N° III.

Tableau III : Historique de l'évolution des trois plus grandes classes de pesticides depuis 1900. (**LNE,2008**)

Évolution des produits			
	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...		Organo-chlorés Organo-phosphorés
1950 - 1960	Triazines, Urées substituées Carbamates	Dithiocarbamates Phtalimides	Carbamates
1960 - 1970	Dipyridyles, Toluidines...	Benzimidazoles	
1970 - 1980	Amino-phosphonates Propionates...	Triazoles Dicarboximides Amides, Phosphites Morholines	Pyréthriinoïdes Benzoyl-urées (régulateurs de croissance)
1980 - 1990	Sulfonyl urées...		
1990 - 2000		Phénylpyrroles Strobilurines	

I.3.3. La composition d'un pesticide

Un pesticide est constitué de nombreuses molécules comprenant :

- Une ou plusieurs matières actives (Ma) : qui sont les éléments principaux permettant l'efficacité du pesticide qui confèrent au produit l'effet poison désiré.
- Un diluant : qui est une matière solide ou un liquide incorporé à une préparation et destiné principalement à diminuer la concentration de la matière active. Dans le cas d'une préparation liquide, il s'agira d'un solvant, d'argile ou de talc pour les préparations solides. Dans ce dernier cas le diluant est dénommé charge.
- Les adjuvants : Ce sont des substances en théorie dépourvues d'activité biologique, mais qui sont susceptibles de modifier les propriétés du pesticide et d'en faciliter l'utilisation, l'application et le transport du produit permettant, par exemple, une meilleure pénétration dans le végétal. Ces adjuvants comprennent des stabilisants, des adhésifs, des colorants, des matières répulsives, des tensio-actifs, des émulsionnants et parfois des antidotes. (Diehl, 1975).

I.3.4. Formes et modalités d'utilisation des pesticides

Selon **Dorothee, 2011 et Gaouar, 2017**, les pesticides sont appliqués sous forme :

- **Solide** : les préparations solides comprennent les poussières, les particules, les granulés, les pastilles, les granules solubles, les appâts, les tablettes, les comprimés, les pâtes granulées et les poudres mouillables. Lorsqu'ils sont épandus en pré-semis ou en prélevée sur un sol nu, les granulés diffusent alors lentement dans le sol, les substances actives peuvent être incluses dans des microcapsules poreuses de polymères et sont dispersées en suspension dans l'eau.
- **Liquide** : les formulations liquides incluent des suspensions (suspensions concentrées), les solutions, les concentrés émulsifiables, les suspensions en microcapsules et les aérosols, Utilisés pour un épandage en post-levée qui est déterminé le plus souvent par le nombre des feuilles de plantes.
- **Enrobée** : les semences sont enrobées de fongicides ou d'insecticides pour les préserver des nuisibles durant le stockage et après le semis. (Gaouar, 2017)
- **Gazeux** : les pesticides gazeux sont généralement des fumigants (qui peuvent être vendus sous forme de liquide ou de gaz.).

I.3.5. Le but de la formulation d'un pesticide (Batsch , 2011)

- Assurer une efficacité optimale à la matière active, elle doit parvenir le plus rapidement à sa cible avec le minimum de pertes. On limite ainsi sa dispersion dans l'environnement (coût écologique) et le dosage à l'hectare nécessaire (coût économique).
- Limiter les risques d'intoxication pour le manipulateur, en recherchant une toxicité minimale par contact et l'inhalation, en prévenant les ingestions accidentelles par l'adjonction du colorant, de répulsif ou de vomitif.
- Rentabiliser la matière active : le solvant employé par l'utilisateur est généralement peu coûteux et facilement disponible divers additifs améliorent la conservation au stockage et/ou évitent la corrosion du matériel d'épandage.

I.3.6. Systèmes de classification

Classification et principales familles des pesticides

Actuellement, les pesticides sont séparés en deux groupes, selon leurs utilisations :

Les pesticides à usages non agricole ou les biocides.

Les pesticides à usage agricole (produits phytosanitaires).

La demande insistante des pesticides pour la protection et le soin des cultures végétales explique leur grande variété, comprenant une multitude de structure chimique et groupe fonctionnel utilisé régulièrement en agriculture, ce qui rend la classification assez complexe.

D'une manière générale, comme le montre le tableau N° IV, les substances actives peuvent être classées soit en fonction de la nature de l'espèce à combattre, soit en fonction de la nature chimique de la principale substance active qui les compose, soit en fonction du mécanisme de transfert dans la plante. (Regnault-Roger et *al.*, 2005)

I.3.6.1. Premier système de classification

Le classement se fait en fonction de la nature chimique de la substance active, on distingue donc :

- Les pesticides organiques
 - Les organochlorés.
 - Les organophosphorés.
 - Les carbamates.
 - Les triazines.

Les urées substituées.

Les pyréthrénoïdes.

- Les pesticides inorganiques

En général ce sont des éléments chimiques qui ne se dégradent pas, leur utilisation entraîne souvent de graves effets toxicologiques sur l'environnement par accumulation dans les sols.

Le plomb, l'arsenic et le mercure sont fort toxiques. (**Bolland *et al.*, 2004**)

- Les biopesticides

Ce sont des substances dérivées de plantes ou d'animaux. Elles peuvent être constituées d'organismes tels que :

Les moisissures.

Les bactéries.

Les virus.

Les nématodes.

Les composés chimiques dérivés de plantes.

Phéromones d'insectes.

I.3.6.2. Deuxième système de classification

Il repose sur le type de parasites à contrôler il existe principalement trois grandes familles d'activités :(**Renault-Roger, 2005**).

- Les herbicides : ils sont destinés à éliminer les végétaux en concurrence avec les plantes à protéger en ralentissant leur croissance et permettent d'éliminer les mauvaises herbes des cultures, sont souvent classés selon leurs sites d'action sur les plantes. Ils peuvent être :
 - Des perturbateurs de la photosynthèse.
 - Des agents de perméabilisation des membranes.
 - Des inhibiteurs de la synthèse d'acides aminés des plantes.
 - Des perturbateurs de la division cellulaire.

- Les fongicides : ils permettent de lutter contre les maladies cryptogamiques qui causent de graves dommages aux végétaux cultivés. Ils combattent la prolifération des champignons pathogènes. **(Margoum, 2010)**.

Ils agissent différemment sur les plantes comme étant :

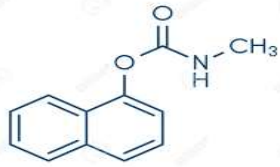
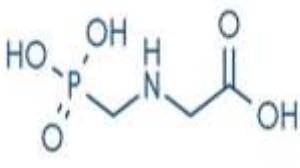
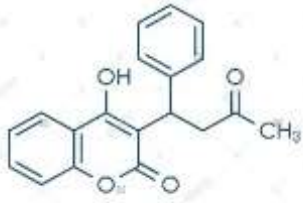
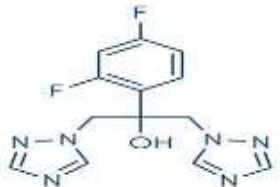
- Fongicides affectant le processus respiratoire.
 - Fongicides affectant les biosynthèses protéiques
-
- Les insecticides : forment le groupe de pesticides qui représente le plus de risques pour l'homme **(Mortensen, 1986 et El-Bakouri, 2006)**. Ils sont utilisés pour la protection des plantes contre les insectes nuisible en les éliminant ou en empêchant leur reproduction. Il existe différents types :
- Insecticides agissant sur le système nerveux (ex : organophosphorés).
 - Insecticides agissant sur la respiration cellulaire (ex : Roténone).
 - Insecticides régulateurs de croissance (ex : thiadiazines).

Outre, ces trois grandes familles de pesticide, d'autres peuvent être citées tel que :

- Les taupicides, contre les taupes.
- Les acaricides, contre les acariens.
- Les rodenticides, contre les rongeurs.
- Les nématicides, contre les nématodes et les vers.
- Les molluscicides, contre les mollusques, limaces et escargots.
- Les corvicides, contre les corbeaux et tous les oiseaux ravageurs de cultures.

Tableau IV : Les deux systèmes de classification des pesticides et exemple de molécules.

(création originale)

Classification selon la cible visée	Classification selon le groupement chimique	Exemples	Exemples de molécules
Insecticides	Organophosphorés	Malathion, parathion méthyl, acéphate	 carbaryl
	Carbamates	Aldicarbe, carbaryl, méthomyl, propoxur	
	Pyréthroïdes/pyréthrines	Perméthrine	
	Organochlorés	Lindane, DDT	
	Néonicotinoïdes	Imédaclopride	
	Phénylpyrazoles	Fipronil	
herbicide	Phosphonates	Glyohosate	 glyphosate
	Herbicides chlorophénoxys	2,4-D, mecoprop (MCPP)	
	Dipyridine	Diquat, paraquat	
	Non sélectif	Chlorate de sodium	
rodenticides	Anticoagulant	Warfarine	 warfarin
	Convulsants	Strychnine	
	Poison métabolique	Fluoroacétate de sodium « 1080 »	
	Composés inorganiques	Phosphure d'aluminium	
Fongicides	Thiocarbamates	Metam-sodium	 fluconazole
	Triazoles	Fluconazol	
	Strobilurine	pyraclostrobine	

I.4. Traitement et lutte contre les parasites de la vigne

Dans le but de protéger le vignoble on utilise des traitements et moyens de lutte qui y sont spécifiques pour chaque maladie et parasite, comme le montre le tableau N° V.

Tableau V : Traitement et lutte contre les parasites de la vigne. (Création originale)

Maladies et parasites		Symptômes.	Traitement par pesticides et luttés .
Cryptogamique	Le mildiou	-Tache jaune sur la face supérieure des feuilles et poussière blanchâtre sur la face inférieure. -Décoloration et séchage des inflorescences. -Tombé des baies tachetées et colorées en brun ou bleu.	<u>Fongicides de contact :</u> -Le cuivre -Le dithiocarbamates de zinc et du manganèse (le manèbe, le mancozèbe et le métirame de Zn). -Le folpel. <u>Fongicide pénétrants :</u> -le cymoxanil. -Le fosetyl-Al (phosphite d'aluminium)
	Oïdium	-Poussière gris-blanchâtre sur la face supérieure des feuilles et apparition du mycélium brun sur la face inférieure. -tâches étoilés brune sur les tiges et sarments. -éclatement des baies laissant écoulement de jus et apparition des pépins	<u>Fongicides de contact :</u> Le plus utilisé est le soufre. <u>Fongicides pénétrant :</u> -les inhibiteurs de la biosynthèse de stérols (IBS). - les strobilurines (inhibiteurs du complexe mitochondrial du cytochrome)
	La pourriture grise	-Feuille d'aspect brûlé, parfois présence d'un feutrage grisâtre. -Dessèchement des inflorescences. -Feutrage grisâtre sur les baies	Généralement des dicarboximides dont font partie : -les imides cycliques = l'iprodione. -les anilinopyrimidines = le pyriméthanil

Bactériennes	La nécrose	-taches angulaire rougeâtre ou sombre sur les feuilles. -dessèchement des bourgeons.	-Traitement au cuivre.
	Maladie de Pierce	-Coloration jaune sur les cépages blancs et rouge foncé sur les cépages rouges. - dessèchement des grappes.	Utilisations des insecticides et herbicides selon les cibles présentes.
virales	Le court noué	-déformation des feuilles et des nervures jusqu'au jaunissement. -développement anormal des rameaux. -trouble de fécondité, d'hétérogénéités, de maturité des grappes	-utiliser les nématicides solubles dans la solution du sol ou diffuser rapidement sous forme gazeuses.
	L'enroulement	-enroulement des feuilles vers la face inférieure. -décoloration des baies.	La lutte contre ce virus repose sur la sélection sanitaire et l'utilisation de plant certifié.
Les acariens	Les araignées	- Bronzage et jaunissement des feuilles qui finissent par tomber. - Retard de la maturité des grappes.	-utilisation des herbicides et acaricides pour défavoriser la présence des araignées.
	L'érinose	Apparition des galles sur la face supérieure des feuilles avec un feutrage blanc sur la face inférieure	-Traitement avec acaricides généralement au soufre mouillable

Les insectes	Les vers de grappes	-dessèchement des boutons floraux. -perforation des baies.	- utilisation la lutte biotechnique en utilisant les phéromones synthétiques.
	Les cicadelles	-décoloration foliaire, rougissement pour les cépages noirs et jaunissement pour les cépages blancs. -mort du cep touché au bout de deux ans .	-Utilisation d'une solution à base de savon noir. -pulvérisation d'insecticides à base de pyréthrinés.
	Le phylloxéra	-Présence de galle à la face inférieure de la feuille. -Déformation de la vrille.	-Sulfure du carbone injecté dans le sol. -insecticide homologué à composante huilée avec une action ovicide (Huile minérale de pulvérisation 13^E).

II.1. Résidus de pesticides

II.1.1. Définition

1. selon le Codex Alimentarius (**Commission du Codex Alimentarius, 2010**), un résidu de pesticide est toute substance (dérivé, métabolite, impureté...) présente dans les aliments, les produits agricoles ou les aliments pour animaux par suite de l'utilisation d'un pesticide. En effet, après application, les produits phytosanitaires évoluent quantitativement et qualitativement au cours du temps. La quantité de substances actives ou de ses produits de transformation présente dans le végétal à la récolte constitue le résidu. Son importance dépend tout d'abord de la nature du produit utilisé mais aussi d'un certain nombre de conditions extérieures comme le climat, les conditions d'utilisation, la dose et, plus particulièrement, le délai avant récolte (**Fillatre, 2011**).

2. Selon l'OMS et la FAO Les résidus sont des substances spécifiques laissées par un pesticide à l'intérieur ou à la surface des aliments, des produits agricoles ou autres et des aliments pour animaux, ainsi que dans l'environnement, notamment dans les sols, l'air et l'eau. Ce terme comprend toutes les substances chimiques, tels que les produits de conversion, les métabolites, les produits de dégradation et les produits de réaction qui persistent dans un milieu donné en quantité généralement très faible (de l'ordre de ppb : partie par billion, ou encore par milliard, soit par exemple 1µg/kg) ainsi que les impuretés jugées importantes du point de vue toxicologique ou écotoxicologique, par rapport à la qualité de produit.

La présence de ces substances soit volontairement ou non dans le dit milieu est considéré qualitativement anormale. (**FAO/OMS,2006**)

3. Lorsque les producteurs agricoles utilisent des pesticides dans les champs, il peut rester de petites quantités (ou de ses produits de dégradation) de ces produits c'est ce qu'on appelle des résidus. De façon générale, il s'agit de quantités si infimes que leur présence se compte en partie par million (très souvent en deçà d'une partie par million), Pour limiter au maximum sa présence au moment de la récolte un délai entre l'application et la récolte doit être respecté. Ce délai tient compte notamment de la vitesse de dissipation naturelle de chaque pesticide (pluies, soleil, vent, etc.) qui varie selon le type de pesticide. (**UPA, 2020**).

La Loi sur les produits antiparasitaires régit l'évaluation et la gestion des risques associés aux pesticides et leurs résidus, avant et après leur homologation. On y prévoit la fixation des LMR pour les différentes combinaisons pesticide-aliment.

II.1.2. Résidus de pesticides dans le raisin de table

Des études ont été faites dans le domaine de la viticulture pour en savoir si les raisins de table destiné à la consommation n'en contiennent pas de résidus, les analystes ont révélé qu'une bonne quantité de résidus a été trouvée dans le raisin et même ceux qui sont interdits sur le marché. Une grande enquête a été menée par 5 ONG, dont le MDRGF pour la France, dans 5 pays européens (Italie, France, Pays-Bas, Hongrie et Allemagne) dans des magasins appartenant à 16 enseignes différentes. 124 échantillons de raisins issus de l'agriculture intensive ont été analysés, par un laboratoire allemand spécialisé, afin de rechercher d'éventuels résidus de pesticides au sein de l'UE. Les résultats sont préoccupants : **(Anonyme,2019)**

- 99,2% des raisins analysés contenaient des résidus de pesticides, Soit 123 des 124 échantillons testés. Seul un échantillon ne présentait pas de trace de pesticides.
- **0.65mg/kg** de pesticide (matière active) trouvé en moyenne par échantillon.
- 20% des raisins étaient contaminés par 10 ou plus de 10 pesticides différents.
- 4,8% des échantillons dépassaient les nouvelles Limites Maximales en Résidus européennes (LMR), des limites légales qu'on ne doit pas dépasser.
- 3 échantillons contenaient des pesticides interdits dans les pays de production.
- Un échantillon dépassait la dose de référence pour la toxicité aiguë de l'Organisation mondiale de la santé, Le dépassement de cette dose de référence, même une seule fois, peut endommager la santé humaine, en particulier la santé des enfants.

Les mêmes recherches de résidus de pesticides dans le raisin ont été réalisées en France dont les résultats révèlent que : (Anonyme,2019)

- 100% des 25 échantillons testés étaient contaminés.
- **0,73mg/kg** de pesticide (matière active) trouvé en moyenne par échantillon.
- 44% des raisins étaient contaminés par 10 ou plus de 10 pesticides. 51 pesticides différents ont été détectés au total.
- 8,5 pesticides par échantillon en moyenne, Le record pour l'enquête : 16 pesticides dans un échantillon de raisin acheté.

- 16% des échantillons dépassaient les nouvelles Limites Maximales en Résidus européennes (LMR), des limites légales qu'on ne doit pas dépasser.
- Des pesticides interdits d'usage dans toute l'UE ou dans le pays de production ont été retrouvés, En effet, 2 échantillons de raisins italiens contenaient de l'Endosulfan, un pesticide interdit dans toute l'UE, Comme le DDT, l'Endosulfan est un polluant organique persistant (POPs) qui provoque des dommages à long terme pour l'environnement. De plus, un autre échantillon de raisin italien contenait l'insecticide Brompropylat qui n'est plus autorisé en Italie depuis fin 2007

Veillerette, Président du MDRGF et administrateur du réseau PAN-Europe, a déclaré :
« Cette situation est inacceptable. La contamination des raisins par des substances préoccupantes est massive. »

Parmi tous ces pesticides de nombreuses matières actives (comme le montre le tableau N° VI) présentent des risques potentiels pour la santé, on a trouvé des pesticides neurotoxiques, suspectés d'être cancérogènes ou encore pouvant perturber le système hormonal.

Tableau VI : Traces de pesticides(résidus) trouvés dans le raisin de table en France.
(MDRGF,2008)

Matière active	Nombre de fois trouvé dans le raisin
Acrinathrin	6
Azoxystrobin	1
Bifenthrin	1
Boscalid	10
Carbendazim	1
Chlorpyrifos	8
Brompropylat	1
Chlorpyrifos-methyl	6
Cyfluthrin	1
Cypermethrin	5
Endosulfan	2
Cyprodinil	10
Deltamethrin	2
Dimethomorph	4
Ethofenprox	5
Fenhexamid	10
Fenitrothion	3
Folpet	3

II.1.3. La Réglementation

II.1.3.1. En Algérie

En Algérie, le contrôle des 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, les laboratoires analysent rarement les produits alimentaires pour déterminer leurs teneurs en substances chimiques vu le manque d'équipements permettant l'analyse, le contrôle et le suivi de la gestion de ces produits toxiques (**Medjboud, 2013**). C'est ainsi que la moitié des fruits et des légumes vendus sur les étalages, contiendraient ces substances chimiques (**Chelabi in Amine, 2009**). Les fruits les plus touchés sont les fraises, les mandarines et les raisins.

Malheureusement et Pire encore, **Merhi (2008)** constate que des pesticides interdits de commercialisation et d'usage dans l'union Européenne depuis les années 70 à cause de leurs persistance et de leur toxicité, ont été retrouvés dans les raisins vendus en Algérie, exemple le DDT, insecticide interdit par l'OMS depuis plusieurs années (**Mokhtari, 2011**).

Par ailleurs, les bonnes pratiques agricoles (BPA) en matière d'utilisation des pesticides ne sont pratiquement jamais respectées dans notre pays. En effet, les doses et les fréquences de l'emploi des pesticides ne sont pas toujours maîtrisées par les producteurs dont la plupart sont analphabètes (**Moussaoui & Tchoulak, 2005**). L'utilisation anarchique des pesticides par les agriculteurs qui ne portent aucune mesure de protection "le surdosage des produits, le rejet de l'eau du rinçage des pulvérisateurs sur le sol et à côté des sources d'eau, les emballages vides abandonnés dans la nature" sont des mauvaises pratiques de l'application des pesticides liées au faible niveau d'instruction des agriculteurs.

Actuellement la vision de développement de la viticulture algérienne doit rechercher son adaptation au contexte mondial, Il est donc temps de réclamer au ministère de l'agriculture un plan qui viserait à réduire l'usage des pesticides, une nouvelle législation en la matière est nécessaire. « Le ministère de l'agriculture doit ordonner une étude sur l'usage des pesticides en Algérie et instaurer des standards plus exigeants sous forme de loi ».

Ces lois doivent respecter des normes d'autres pays en vue d'harmoniser les échanges commerciaux et préserver la santé du consommateur.

II.1.3.2. Cadre réglementaire de l'UE

L'évaluation, avant mise sur le marché, des produits phytopharmaceutiques et des substances actives qui les composent est strictement encadrée et harmonisée au niveau européen par le règlement (CE) n° 1107/2009.

L'évaluation se décompose en deux étapes :

- La première, réalisée au niveau européen, porte sur les dangers et les risques liés aux substances actives entrant dans la composition des produits phytopharmaceutiques,
- La seconde évalue les intérêts et les risques liés aux préparations commerciales et est réalisée au niveau de zones géographique, la France se situant dans la zone Sud de l'Europe.

Ces évaluations sont encadrées par des règlements d'application du règlement (CE)n° 1107/2009 qui fixent les exigences applicables aux dossiers des substances actives (règlement (CE) n° 283/2013) et aux dossiers des préparations commerciales (règlement (CE) n° 284/2013). Les dossiers sont évalués par les agences d'évaluation en appliquant les principes uniformes fixés dans le règlement (CE) n° 546/2011.

Le Règlement (CE) n°1107/2009 « mise sur le marché des produits de protection des plantes » fait partie, d'un ensemble de textes législatifs, appelé « Paquet pesticide », qui comprend :

- La directive 2009/128/CE instaurant un cadre communautaire d'action pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable.
- La directive 2009/127/CE concernant les machines destinées à l'application des pesticides.
- Le règlement (CE) n° 1185/2009 relatif aux statistiques concernant la mise sur le marché et les consommations de pesticides agricoles.

En complément des textes européens applicables aux produits phytopharmaceutiques, le droit national encadre également les produits phytopharmaceutiques par différentes mesures publiées notamment dans le code rural et de la pêche maritime.

Pour pouvoir être commercialisés et utilisés en France, les produits phytopharmaceutiques doivent bénéficier d'une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) délivrée par l'Anses.

L'AMM fixe, pour chaque produit et sur les usages autorisés, les conditions précises d'emploi. Ces informations figurent sur l'étiquette de chaque produit.

Le contenu des informations devant figurer sur l'étiquette des produits phytopharmaceutiques est précisé dans le **règlement (CE) n° 547/2011. (UIPP/JOUE ,2011)**

Un vaste corpus de textes législatifs de l'UE régit la commercialisation et l'utilisation des produits phytopharmaceutiques et leurs résidus dans les denrées alimentaires. Ces produits ne peuvent être utilisés ou placés sur le marché sans autorisation préalable. Un double système est en place, en vertu duquel l'EFSA évalue chaque substance active utilisée dans les produits phytopharmaceutiques tandis que les États membres évaluent et autorisent les produits finaux (formulations) au niveau national. **Les produits phytopharmaceutiques sont principalement encadrés par le règlement (CE) n° 1107/2009.**

Toutes les questions liées aux limites légales de résidus de pesticides dans l'alimentation humaine et animale sont régies par le règlement (CE) n° 396/2005. Ce règlement contient également des dispositions sur les contrôles officiels des résidus de pesticides dans les denrées alimentaires d'origine végétale ou animale susceptibles de découler de leur utilisation sur les végétaux.

En vertu du règlement (CE) 396/2005, les limites maximales de résidus (LMR) sont établies après une évaluation complète des propriétés de la substance active et des utilisations prévues du pesticide concerné. Ces limites légales sont également applicables aux aliments importés ; elles sont fixées sous forme de « tolérances à l'importation » pour répondre aux conditions du commerce international.

II.1.3.3. Au niveau mondial

La réunion conjointe FAO/OMS et la commission du codex alimentarius sur les résidus de pesticides effectuent des évaluations toxicologiques des résidus de pesticides menant à une estimation de la dose journalière admissible et proposent des Limites maximales de résidus de pesticides et les contaminants de l'environnement présents dans certains produits alimentaires en vue de garantir l'innocuité des denrées alimentaires contenant des résidus de pesticides et protéger la santé du consommateur.

II.2. Résidus et santé

II.2.1. Voies d'exposition aux pesticides et leurs Voie de pénétration dans l'organisme humain

On en trouve les résidus un peu par tous dans notre environnement, dans l'air, sur les sols, dans les eaux et bien sûr dans nos assiettes (alimentation).

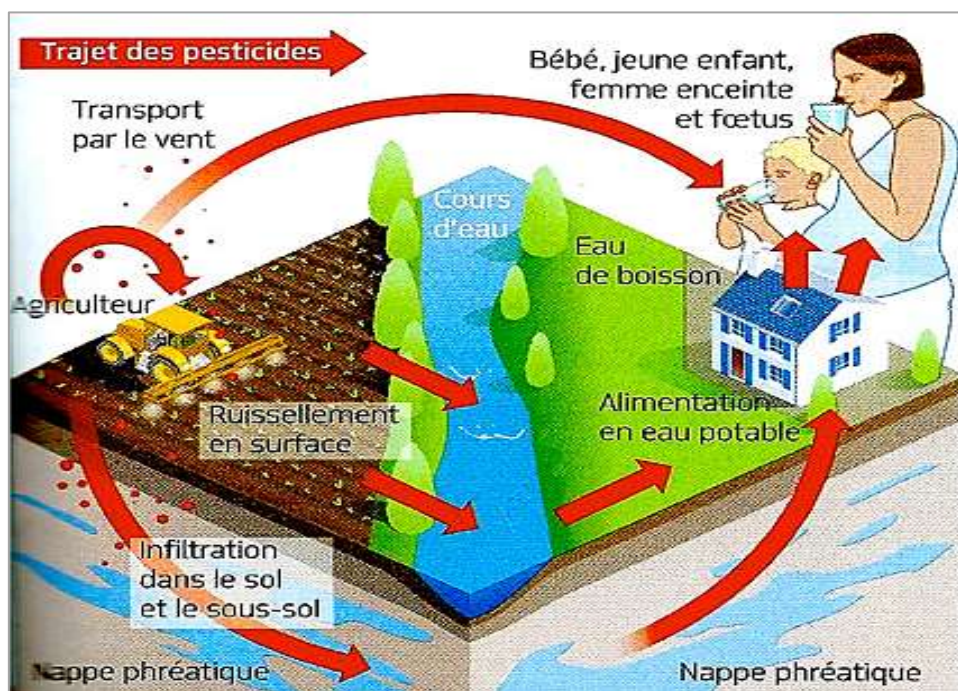


Figure 18 : Origines (provenances) des pesticides dans l'organisme.

L'homme est exposé à ces substances dangereuses par différentes voies :

- Voie cutanée et oculaire.
- Voie respiratoire (inhalation d'air contaminé).
- Voie buccale (ingestion d'aliment).

II.2.2. Devenir des pesticides dans l'organisme

Une fois les résidus des pesticides sont sur ou dans le corps humain ils seront absorbés et distribués dans l'organisme par voie sanguine et les liquides intestinales, ensuite ils seront métabolisés principalement par les enzymes de détoxification du foie ,pour être éliminé par les fèces, les urines, la sueur, la salive et le lait maternel de manière minoritaire, mais dans certain cas ces résidus ne peuvent être dégradés ni éliminés ou rejetés, alors, ils seront stockés et s'accumulent dans les organes et les graisses du corps.

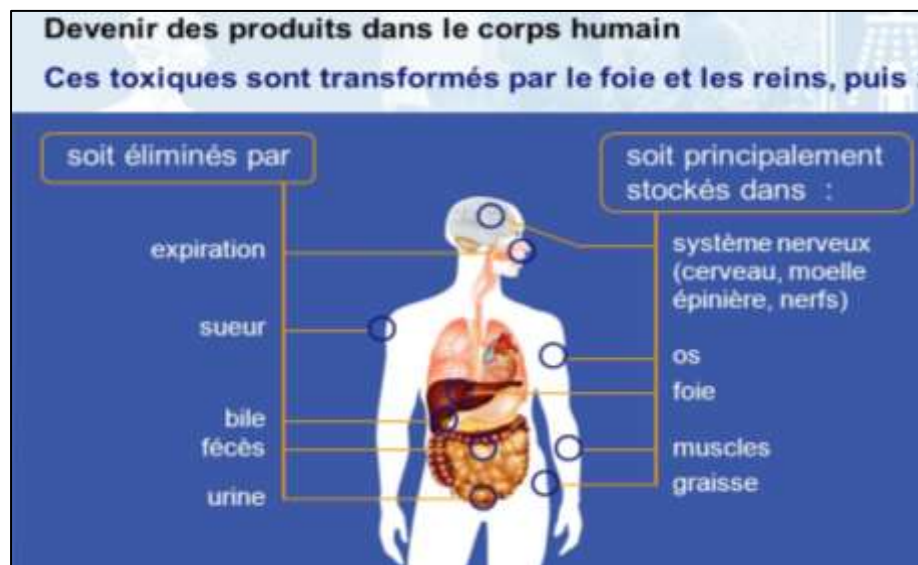


Figure 19 : Devenir des pesticides (résidus) dans le corps humain.

II.2.3. Conséquences des résidus pesticides sur la santé

Les conséquences de l'utilisation des pesticides sur la santé sont dues à l'exposition aux résidus découlant de leur utilisation, au travers de l'alimentation et de l'environnement.

Les effets observés pourraient résulter de l'accumulation de molécules qui s'éliminent lentement, atteignant un seuil de concentration critique au bout d'un certain temps présentant des toxicités plus ou moins importante aiguë ou chronique accompagné de l'apparition de différentes pathologies. (Mostafalou et Abdellahi, 2013).

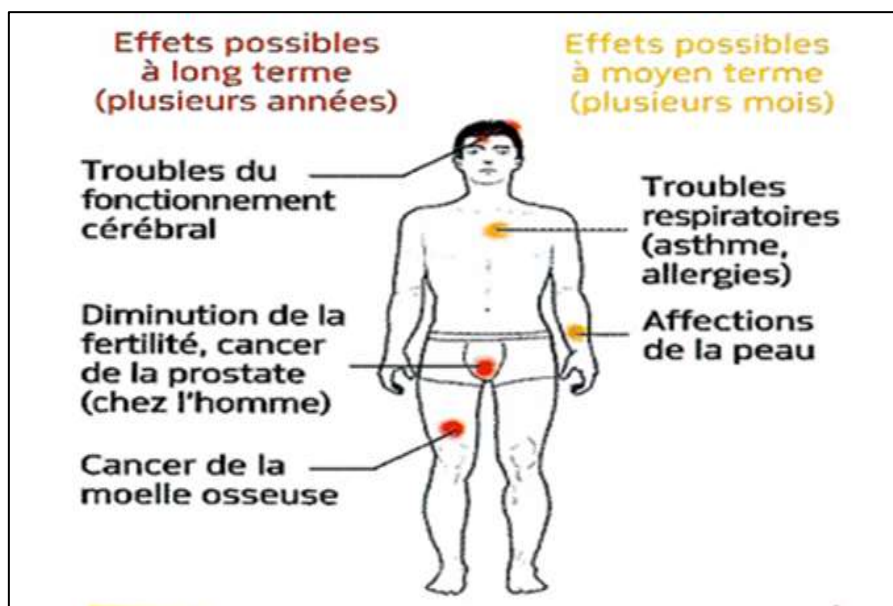


Figure 20 : Effets des pesticides sur la santé.

II.2.3.1. Les effets de toxicologiques**➤ Toxicité aiguë**

L'intoxication aiguë se manifeste généralement immédiatement ou peu de temps (quelques minutes, heures ou jours) après une exposition unique ou de courte durée à un pesticide.

Le délai d'apparition des effets varie en fonction de la toxicité intrinsèque du produit utilisé, de la dose reçue, de la voie d'absorption et de la susceptibilité de la personne.

Parmi les symptômes les plus courants dermatologique et respiratoire :

Irritation, l'érythème, l'œdème, l'urticaire, éruption cutanée, dermatite, des allergies, la toux chronique, l'asthme, la dyspnée, la rhinite ainsi qu'une baisse de capacité ventilatoire observé chez les agriculteurs exposés aux pesticides.

➤ Toxicité chronique

L'intoxication chronique survient normalement suite à l'absorption répétée pendant plusieurs jours, plusieurs mois et même plusieurs années, de faibles doses de pesticides qui peuvent s'accumuler dans l'organisme. Elle peut être aussi le résultat d'intoxications aiguës répétées.

Les signes sont souvent difficiles à reconnaître et le délai avant l'apparition de la maladie peut être très long, Les symptômes peuvent se présenter sous forme de malaises persistants auxquels on s'habitue plus ou moins, tel que :

- Fatigue.
- Fréquents maux de tête.
- Manque d'appétit.
- Perte de poids.

II.2.3.2. Certaines pathologies survenues aux intoxications par les pesticides (résidus)

Depuis les années 1980, les enquêtes épidémiologiques s'appuyant en particulier sur les observations réalisées dans des cohortes de sujets exposés professionnellement et des méta-analyses ont évoqué l'implication de pesticides dans plusieurs pathologies, qui concernent chez l'adulte :

Huit localisations cancéreuses (lymphomes non hodgkiniens, leucémies, myélomes multiples, maladie de Hodgkin, cancer de la prostate, cancer du testicule, mélanomes malins et tumeurs cérébrales).

Trois pathologies neurodégénératives (maladie de Parkinson, sclérose latérale amyotrophique et maladie d'Alzheimer), les troubles cognitifs et anxiodépressifs ainsi que les effets sur la fonction de reproduction.

On aborde également les impacts d'une exposition aux pesticides sur le déroulement de la grossesse, le développement de l'enfant et de certains cancers pédiatriques.

Certains résultats de l'analyse sont synthétisés sous forme de tableaux (tableau N° VII) présentant la présomption d'un lien entre l'exposition aux pesticides et la survenue d'une pathologie.

Tableau VII : Effets des pesticides sur la santé. (Isabelle *et al*,2013)

Maladies.	Population exposé	Présomption de lien avec les pesticides (sans distinction)
Lymphomes non-hodgkiniens (LNH)	Agriculteurs, applicateurs, ouvriers en industrie de production	++
Leucémies	Agriculteurs, applicateurs, ouvriers en industrie de production.	+
Hodgkin	Secteur professionnel agricole	±
Myélome multiple	Agriculteurs, applicateurs de pesticides	++
Cancer de la prostate	Agriculteurs, applicateurs, ouvriers en industrie de production.	++
Cancer du testicule	Populations agricoles	±
Tumeurs cérébrales	Populations agricoles	±
Mélanomes cutané	Populations agricoles	±
Parkinson	Professionnelles et non professionnelles	++
Sclérose latérale amyotrophique	Agriculteurs	±
Alzheimer	Agriculteurs	±
Troubles cognitifs	Agriculteurs, agriculteurs ayant des antécédents d'intoxications aiguës	+
Troubles anxio-dépressifs	Agriculteurs, agriculteurs ayant des antécédents d'intoxications aiguës, applicateurs.	±
Développement de l'enfant : -Malformations congénitales. -Morts fœtales. -Trouble neurodéveloppementaux.	Exposition professionnelles pendant la grossesse.	++ + ±
Infertilité et faible fécondabilité	Exposition professionnelle	+

Présomption forte (++), Présomption moyenne (+), Présomption faible (±).

II.2.4. Les principaux indices de toxicité

Les principaux indices de toxicité sur lesquels se basent les laboratoires pour effectuer des analyses et détecter les taux des résidus dans les aliments sont énumérés dans le tableau suivant :

Tableau VIII : Principaux indices de toxicité. (Création originale)

Paramètres.	Définition.
LMR (limite maximale de résidu)	Elles représentent les concentrations ou la Teneur maximales de résidus de pesticides dans ou sur les produits alimentaires à ne pas dépasser (en mg.kg ⁻¹ de produit ou en ppm) pour qu'ils restent consommable et/ou commercialisables (jawich,2006). -Les LMR sont fixées conformément au règlement européen N° 396/2005
DL50 (dose létale 50)	Quantité de substance nécessaire pour tuer 50% des animaux du lot expérimental (en mg.kg ⁻¹ P.C)
DJA (dose journalière acceptable)	Dose d'un produit qui peut être ingérée quotidiennement par un individu pendant sa vie entière (en mg.kg ⁻¹ P.C)
DES (dose sans effet)	Dose la plus élevée d'un produit qui ne provoque aucun effet décelable chez les animaux en expérimentation (en mg.kg ⁻¹ P.C)
Koc (coefficient de partage carbone organique eau)	Indication sur l'aptitude de la molécule à être absorbée ou résorbée sur la matière organique. Il représente le potentiel de rétention de cette substance active sur la matière organique.
Limite de quantification (LQ)	La plus petite valeur quantifiable du résidu d'une substance par les laboratoires, avec une précision "acceptable". En dessous de cette limite de quantification, les laboratoires ne peuvent donc pas garantir la précision de la mesure. À l'heure actuelle, les performances des instruments de mesure conduisent dans la majorité des résidus à une limite de quantification de 0.01 mg/kg.
Dose de référence aiguë	Elle représente la quantité de résidus de pesticides présente dans les denrées alimentaires pouvant être ingérée pendant une période de courte durée, généralement au cours d'une journée, sans risque appréciable pour la santé du consommateur. Exprimée comme la DJA en mg/kg de poids corporel/jour. Elle est définie à partir des études de toxicité à court terme (quelques jours à quelques semaines).

Une fois les évaluations du risque complétées et les situations problématiques notées, des mesures d'atténuation des risques sont habituellement exigées pour les réduire, les autorités sanitaires essayent de limiter au maximum les résidus de pesticides, pour assurer la bonne qualité du produit et la sécurité sanitaire des aliments en appliquant une bonne liste des exigences tel que les bonnes pratiques agricoles, le contrôle le suivi et l'accompagnement des agriculteurs par des services.

III.1. Notion de la qualité

La qualité est l'aptitude d'un produit à satisfaire ses utilisateurs (définition. AFNOR)

La **définition de la qualité alimentaire** repose sur la notion subjective qui est le ressenti du consommateur, et la notion objective basée sur l'expertise scientifique.

C'est une notion vaste et complexe, est décrite par **six composantes essentielles** qui sont indépendantes les unes des autres :

1. La qualité hygiénique et sanitaire : consiste à vérifier l'absence de xénobiotiques, c'est-à-dire de produits étrangers qui ne doivent en aucun cas se retrouver dans la matière première, comme les pesticides, les résidus d'engrais ou les toxines naturelles.
2. La qualité nutritionnelle : C'est la capacité d'un aliment à répondre aux besoins journaliers des individus. En détaillant les éléments nutritifs essentiels : acides aminés essentiels, acides gras insaturés, fibres alimentaires, vitamines, antioxydants, minéraux, mais aussi la valeur énergétique des produits, les teneurs en graisses, etc.
3. La qualité organoleptique ou hédonique : Aussi appelée composante sensorielle, elle correspond à l'ensemble des propriétés perçues d'un produit par les organes des cinq sens comme l'arôme, la saveur, l'arrière-goût, la texture, l'harmonie des couleurs,
4. La qualité d'usage des aliments ou services rendus : Tout aliment transformé et conditionné doit apporter au consommateur certaines précisions quant à son origine, sa durée de conservation et les traitements éventuellement subis. ».
5. La qualité technologique et la démarche industrielle : le pouvoir à la transformation et à la distribution, le consommateur n'est pas le seul utilisateur de l'aliment, or la qualité est la satisfaction de tous les utilisateurs : les transformateurs, artisans et industriels, et les

distributeurs, magasins et grandes surfaces, attendent eux aussi des caractéristiques précises des produits

6. Les qualités éthiques et environnementale : aptitude à satisfaire les exigences morales des consommateurs avec la prise en compte explicite des besoins ‘‘des autres’’, ces autres peuvent être par exemple :

- les générations futures (production durable, ‘‘bio’’).
- les producteurs locaux (circuits courts).
- les producteurs des pays pauvres (commerce équitable).
- les animaux et leur bien-être (œufs de poules marqués 1 ou 3).

Le secteur agroalimentaire a mis en place des outils pour assurer la mise sur le marché de produit présentant une qualité hygiénique optimale. Il s’agit aussi bien de normes générales de réglementation qui imposent notamment le contrôle des matières première, leur conditionnement, du respect de la chaîne de froid etc...

Des audits sont régulièrement réalisés chez les fournisseurs, le système de traçabilité avec un étiquetage sont aussi de plus en plus performant pour informer le consommateur.

III.2. Maitrise de la qualité sanitaire (en relation avec les résidus)

Pour assurer la bonne qualité du raisin et la sécurité alimentaire, les producteurs viticulteurs doivent être formés et collaborent avec des spécialistes agronomes étatique pour élaborer un cahier des charges (CDC) qui définit les éléments ou règles qui doivent être respectés et suivi à la lettre dans le cadre de la réalisation de leurs objectifs de production « raisin de bonne qualité ».

Ce cahier de charge peut contenir les points suivants :

- Un guide de bonnes pratiques agricoles.
- Effectuer des contrôles de la qualité.
- Ajouter un système de traçabilité au produit.
- Labelliser le produit.

➤ **III.2.1. Les bonnes pratiques agricoles (viticoles)**

Les bonnes pratiques agricoles (BPA) sont des techniques de production qui garantissent la qualité et la salubrité du produit final, sont utilisées sur les exploitations agricoles et dans les fermes d'élevage, l'agriculteur doit donc respecter :

- Gestion du sol : caractéristiques des parcelles (risques de lessivage et d'érosion, drainage, compaction, pH, etc.) avant l'implantation des vignes et dans un vignoble établi, fertilisation, matière organique, gestion des résidus, mesures préventives (contamination, compaction, drainage, cours d'eau, etc.), gestion de l'entre-rang.
- Gestion du vignoble : implantation d'un vignoble ou d'une parcelle (emplacement, choix des cépages et des plants, plantation, etc.), conduite des vignes (taille, palissage, ébourgeonnage, épannage, effeuillage, etc.), renouvellement des parcelles, gestion de la récolte (rendement, contrôle de la faune, date des vendanges), protection contre le gel, registres, etc.
- Gestion des maladies : connaissance des maladies, lutte intégrée, raisonnement de la lutte chimique (dépistage, traitements fongicides, etc.), stratégies de lutte contre le mildiou, le blanc, la pourriture grise, l'anthracnose et la pourriture noire, etc.
- Gestion des pesticides : entreposage, manipulation, utilisation (réglage et nettoyage du pulvérisateur, prévention de la résistance des ravageurs aux pesticides, moment d'application, gestion des restes de bouillie, etc.), élimination des pesticides, etc.
- Formation continue : le personnel doit être à jours informés des nouveautés sur la filière, les traitements à partir des publications, références Web, magazines spécialisés, organismes de recherche et de transfert, formations.

Dans le cas de la lutte chimique, les producteurs ou agriculteurs doivent strictement respecter les instructions présentées sur l'étiquette du produit phytosanitaire tel que :

- Choisir un produit spécifique à l'insecte cible.
- Vérifier la fréquence et le dosage à appliquer et la DAR.

Quelques notions mentionnées sur les étiquettes des produits phytosanitaires :

- **La dose** : correspond à la quantité (masse ou volume) de produit ou de substance active appliqué par unité de surface (dose/hectare) ou par hectolitre de bouillie (dose/hectolitre).

La dose d'emploi doit être conforme à la réglementation (autorisation de mise sur le marché, AMM), qui définit une dose homologuée maximale à ne pas dépasser pour l'usage donné (couple culture ' bio-agresseur, complété éventuellement par des précisions sur le mode ou le champ d'application). **(Ephytia,2015).**

- **La fréquence** : L'Indicateur de Fréquence de Traitements phytosanitaires (IFT) est un indicateur de suivi de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques à l'échelle de l'exploitation agricole ou de groupes d'exploitations.

L'IFT s'exprime en « nombre de doses de référence par hectare » appliquées sur une unité spatiale pendant une période donnée. Le plus généralement, l'unité spatiale est la parcelle et la période la campagne culturale. **(MAA,2021)**

- **Délai d'attente avant récolte** (DAR) : C'est la durée minimale qui doit séparer la date du traitement de la date de récolte. Elle est fixée par les décisions d'AMM (Autorisation de Mise sur le Marché). **(Delval,2013)**

Exemples d'application de quelques phytosanitaires :

Le mode d'application de certains phytosanitaires sur la vigne en respectant la notice et informations inscrite sur les emballages est noté dans le tableau N° IX.

Tableau IX : Mode application des phytosanitaires de la vigne. (Guide de protection du raisin, 2021)

Nom du produit	N° d'homologation	Nom Communs	Dose	Fréquence	Délai avant récolte
Pyganic EC 1.4 II	30164	pyréthrines	2,32-4.65 L/ha	8	0 jours/12h
Aliette	27688	Fosetyl-al	3.75kg/ha	7	15 jours
Chaux soufrée	16465	Polysulfure de calcium	73L dans 1000 L d'eau	1 (fin de dormance)	120 jours
Maestro 80 WSP	33488	captan	2.0 à 3.0 kg/ha	1	7 jour pour récolte mécanisé 55 jours pour récolte manuelle
Manzat pro-stick	28217	mancozèbe	7,2kg/ha	4	30 jours
Dithane rainshiel	20553	Mancozèbe	7,2 kg/ha	1 en stade préfloraison 3 en poste floraison	30 jours

III.2.2. Le contrôle de la qualité

Le contrôle de la qualité est l'ensemble des processus visant à détecter toute impureté, toute imperfection, ou tout défaut qui pourrait affecter la qualité d'un produit fini. Afin de livrer des produits conformes aux attentes des clients, cette étape est non négligeable

Dans ce cadre, L'état, et notamment la direction générale de l'alimentation DGAL et la direction générale de la concurrence, de la consommation, et de la répression de fraudes DGCCRF et les laboratoires spécifiques homologués déterminent des réglementations, des limites et des normes, pour chaque pesticide et pour une denrée définie, qui ne doivent pas être dépassées afin de garantir un niveau d'exposition le plus faible possible aux consommateurs.

III.2.3. La traçabilité

La traçabilité est la capacité de retracer le cheminement d'une denrée alimentaire tout au long de sa chaîne de production et de distribution, soit depuis l'origine première du produit jusqu'à sa remise au consommateur final, ou comme le dit l'adage « de la fourche à la fourchette ». (**Cantal.gouv, 2013**).

Plusieurs techniques peuvent être employées afin d'assurer une traçabilité des produits de qualité, aussi bien la fiche traçabilité que le code à barres ou bien encore la radio identification.

Principaux objectifs que l'on vise à atteindre via la traçabilité alimentaire (**anonyme, 2018**) :

- Fournir des informations précises au consommateur.
- Assurer la sécurité des produits sur le marché.
- Répondre à une réglementation stricte.
- Répondre aux exigences des clients.
- Identifier les causes d'un problème de qualité, Tester et justifier le retrait d'un aliment du marché.

Les informations de traçabilité d'un produit alimentaire doivent permettre de connaître précisément et rapidement son 'HISTORIQUE' voire :

- La nature exacte du produit, son volume et sa quantité.
- Le nom et l'adresse du fournisseur.
- Le numéro de lot.
- La date de réception du produit.
- La description du produit et de son conditionnement (emballé ou non, niveau de transformation...).

III.2.4. Certification

Le certificat de conformité est une démarche officielle de valorisation des produits agricoles et alimentaires. Il a été conçu dans une perspective de normalisation et pour permettre aux opérateurs des filières agroalimentaires de différencier leurs produits.

Il s'agit d'une démarche individuelle ou collective dont le cahier des charges peut être soit :

- Un référentiel technique définissant les caractéristiques spécifiques du produit. Ces caractéristiques doivent reposer sur des critères objectifs, mesurables, traçables et significatifs, et permettre d'apporter un plus par rapport au produit standard du marché.
- Une norme établie par l'AFNOR (la certification NF alimentaire). Cette norme de spécification de produit définit la composition d'un produit. L'organisme certificateur doit être mandaté par l'AFNOR.

III.2.5. La labellisation des produits

Un label est une certification, marque, référence iconographique, ou étiquette apposé sur un produit qui permet de le valoriser et de garantir que celui-ci est fabriqué, cultivé, commercialiser suivant certaines critères prédéfinis par l'INAO (Institut National de l'Origine et de la Qualité) qui peuvent être qualitatifs environnementaux sociaux, bien que relativement courant dans les produits alimentaires.

Devant la profusion de labels, le consommateur doit se rappeler que la fiabilité d'un label dépend de plusieurs critères, à savoir :

- Un label n'a de valeur que si les critères sont plus stricts que la législation nationale ou les normes internationales.
- Les critères sont élaborés en consultation avec toutes les parties prenantes (producteurs ou organisations du secteur, organisations de consommateurs, syndicats, ONG).
- L'organisation qui contrôle les critères est reconnue et indépendante (accréditée).
- L'organisation qui gère le label est transparente sur les critères utilisés et les modes de vérification.

Les principaux labels alimentaires en Europe

AOP : l'Appellation d'origine protégée

Indique aux consommateurs que le produit est issu d'un terroir et d'un savoir-faire identifiables géographiquement. L'AOP est un label reconnu au niveau européen.

Exemples de produits : le roquefort, le Saint-nectaire, la noix de Grenoble, le foin de Crau...

AOC : l'Appellation d'origine contrôlée

L'AOC est l'étape nationale de l'AOP. En conséquence, la dénomination n'est reconnue que sur le territoire français. Les produits qui en bénéficient sont issus d'une zone géographique précise et répondent au même cahier des charges que l'AOP.

Exemples de produits : le jambon sec de Corse, le Bœuf de Charolles, la moule de bouchot de la baie du Mont Saint-Michel, le miel de sapin des Vosges...

L'IGP : l'Indication géographique protégée

Ce label indique aux consommateurs que le produit a rempli un cahier des charges précis et qu'au moins une des étapes de sa fabrication a eu lieu dans une zone géographique spécifique. Il peut s'agir de la production, de la transformation ou encore de l'élaboration. L'IGP est un label à l'échelle européenne.

Exemples de produits : le jambon de Bayonne, le cidre de Bretagne, la tomme de Savoie, la mirabelle de Lorraine...

STG : Garantie d'une recette traditionnelle

Au niveau européen, ce label indique que le produit tire une partie de sa spécificité d'une recette traditionnelle.

Exemples de produits : les moules de bouchot sont l'unique produit français à bénéficier du label. Au niveau européen, on peut trouver le jambon de Serrano, la mozzarella italienne... et bien d'autres encore.

AB : Agriculture biologique

Le label identifie des produits qui sont issus d'une agriculture ou d'un élevage respectueux de l'environnement et du bien-être animal. Ils répondent à un cahier des charges spécifique qui s'applique au niveau européen.

Label Rouge

Ce label est reconnu sur le territoire national uniquement. Il récompense des produits de qualité supérieure qui ont rempli les exigences d'un cahier des charges spécifique. En règle générale, ces produits sont conformes à des exigences de production ou d'élaboration spécifiques.

La surveillance des résidus de pesticides dans le domaine de la santé publique est confrontée à la quantification et l'identification de certaines molécules ayant des propriétés physico-chimiques différentes dans des matrices variées. Aussi des méthodes sensibles, sélectives, fiables et engendrant un coût modéré sont nécessaires et représentent un enjeu non négligeable voir même un défi pour le chimiste analyste.

La recherche et le dosage de résidus de pesticides dans les aliments et notamment dans les légumes et fruits nécessitent des techniques d'extraction, de séparation et de détection très performantes afin de traiter rapidement un grand nombre d'échantillons susceptibles de contenir plusieurs substances actives.

Selon la nature des pesticides étudiés, deux techniques analytiques de séparation sont généralement employées pour leur identification et leur quantification :

- La chromatographie en phase gazeuse (CPG).
- La chromatographie en phase liquide (CPL).

Ces techniques peuvent être couplées (associées) à des détecteurs spécifiques ou universels (**Liska, 1996**).

Ainsi, tout en apportant de la spécificité, le détecteur le plus courant est « le spectromètre de masse » qui a pour intérêt d'être un outil de détection quasi-universel pour atteindre des limites de détection de plus en plus basses garantissant ainsi la qualité des produits de consommation.

IV.1. Préparer la solution d'étalonnage

IV.1.1. Préparer la solution étalon de référence

Les solutions étalons de référence sont généralement préparées avec une concentration de 1 mg/ml.

La quantité d'étalon de référence de pesticide pur (généralement 10 à 50 mg) doit être pesée à l'aide d'une balance à 4 ou 5 décimales, en fonction de la méthode.

Versez la quantité prise de l'étalon dans une fiole volumétrique adaptée, la dissoudre dans un solvant adapté et remplir de liquide jusqu'au volume requis pour obtenir la concentration souhaitée.

Apposer sur la fiole une étiquette contenant toutes les informations pertinentes.

Les étalons de référence liquides peuvent être distribués directement dans le solvant, avec le poids comme indicateur. Il est également possible d'acheter des solutions étalons de référence prêtes à l'emploi, si elles sont certifiées par le fabricant ou par un organisme indépendant.

IV.1.2. Préparer la solution étalon intermédiaire/de travail

Les solutions étalon de travail affichent généralement de très faibles concentrations, dans la plage 0,005 – 0,01 µg/ml. Pour obtenir des concentrations aussi faibles, il peut être nécessaire de créer des solutions intermédiaires, puis de les diluer progressivement jusqu'à obtenir la concentration souhaitée. Pour analyser plusieurs résidus, plusieurs étalons de pesticide sont mélangés. Associez des solutions étalons de référence en quantités appropriées pour obtenir les concentrations souhaitées, et les comparer à l'échantillon analysé.

IV.2. Préparer un extrait d'échantillon

La préparation d'échantillons pour analyse des résidus des pesticides est une procédure complexe, qui dépend du type d'échantillon, des pesticides analysés et du risque de contamination croisée.

Dans une matrice d'échantillon complexe, il convient d'éliminer les interférences indésirables pour se focaliser sur la teneur en pesticides.

Les techniques d'extraction communes pour l'analyse de résidus de pesticides sont la QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe - Rapide, Facile, Pas cher, Efficace, Fiable et Sûr) et l'Accelerated Solvent Extraction (ASE, extraction de solvant accélérée).

IV.2.1. Préparation de l'échantillon

Pour l'extraction des résidus dans les végétaux nous devons respecter 3 points d'intérêt essentiel :

- Le rapport acétone eau doit être deux volumes d'acétone pour un volume d'eau c'est-à-dire que 200 ml d'acétone sont rajoutés pour l'extraction d'un volume eau échantillon égal à 100 ml.
- 30 grammes de chlorure de sodium (NaCl) sont utilisés pour séparer les résidus de pesticides dans la phase organique.
- 150 ml de dichlorométhane sont ajoutés pour enlever l'eau de la phase organique.

IV.2.2. Préparation de la solution aqueuse

La teneur en eau des échantillons sur lesquels on travaille pour déterminer les résidus de pesticides est supérieure à 70%. Chaque échantillon qui doit peser 100 g.

Une quantité d'eau est additionnée à chaque échantillon afin d'obtenir un total de 100 g selon la formule $100 - TE$ où TE représente la teneur en eau de l'échantillon.

IV.2.3. Extraction : Extraction liquide – liquide

La méthode d'extraction la plus utilisée est celle proposée par **Steinwandier, 1985**.

C'est une extraction simple de résidus par de l'acétone suivie d'un partage acétone eau dichlorométhane (2 :1: 1.5) pour avoir la phase organique contenant les résidus qui seront concentrés à 1ml.

Elle consiste à extraire les pesticides hydrophobes se trouvant dans l'eau par un solvant approprié et non miscible avec l'eau. L'extraction est effectuée sur un volume important de l'échantillon dans une ampoule à décanter puis le solvant est évaporé et le résidu est repris dans le milieu adéquat pour être analysé.

- **Boussahel, (2001)** note l'utilisation du dichlorométhane comme solvant d'extraction et souligne que cette méthode est déjà homologuée et normalisée pour le dosage de 15 pesticides organochlorés et 21 organophosphorés. L'extrait obtenu est injecté directement en chromatographie.

- **Mode opératoire et technique d'extraction :**

- Les aliments sont d'abord coupés séparément en petits morceaux puis mixés dans un robot.
- Rajouter 200 ml d'acétone à chaque échantillon. Le tout est mélangé pendant 3 minutes à l'aide d'un mixeur à grande vitesse et laissé au repos pendant 20 minutes à température ambiante.
- Les mélanges obtenus sont définitivement homogénéisés par agitation durant 3 minutes.
- Partage acétone / eau / dichlorométhane (2 : 1: 1.5) :
- Filtrer l'homogénat préparé lors de l'opération d'extraction, dans un entonnoir de Buchner doté d'un papier filtré Wattman n°1,
- Rajouter Dans l'ampoule, 30 g de chlorure de sodium (NaCl) à 200 ml de filtrat; le tout est agité pendant 3 minutes.
- Ensuite, 150 ml de dichlorométhane sont ajoutés à la préparation et l'ensemble est agité pendant 2 minutes.
- Enfin, le mélange est laissé au repos une deuxième fois pendant 15 minutes et à température ambiante jusqu'à séparation des deux phases : la phase aqueuse et la phase organique.

Cette séparation permet de réserver la phase aqueuse afin de procéder au séchage de la phase organique isolement avec 30 g de sulfate de sodium (Na_2SO_4) et ce durant 30 minutes.

La phase organique est filtrée dans un ballon de 500 ml dans un entonnoir contenant une couche de sulfate de sodium.

L'ampoule à décanter est rincée à l'aide de 40 ml de dichlorométhane.

La filtration de cette phase aqueuse est alors effectuée.

Une seconde et une troisième concentration sont obtenues par addition de dichlorométhane afin d'évaporer tout l'acétone et cela dans le but d'obtenir un extrait égal à 1 ml.

Cet extrait mis dans un flocon de 5ml est alors prêt à être analysé.

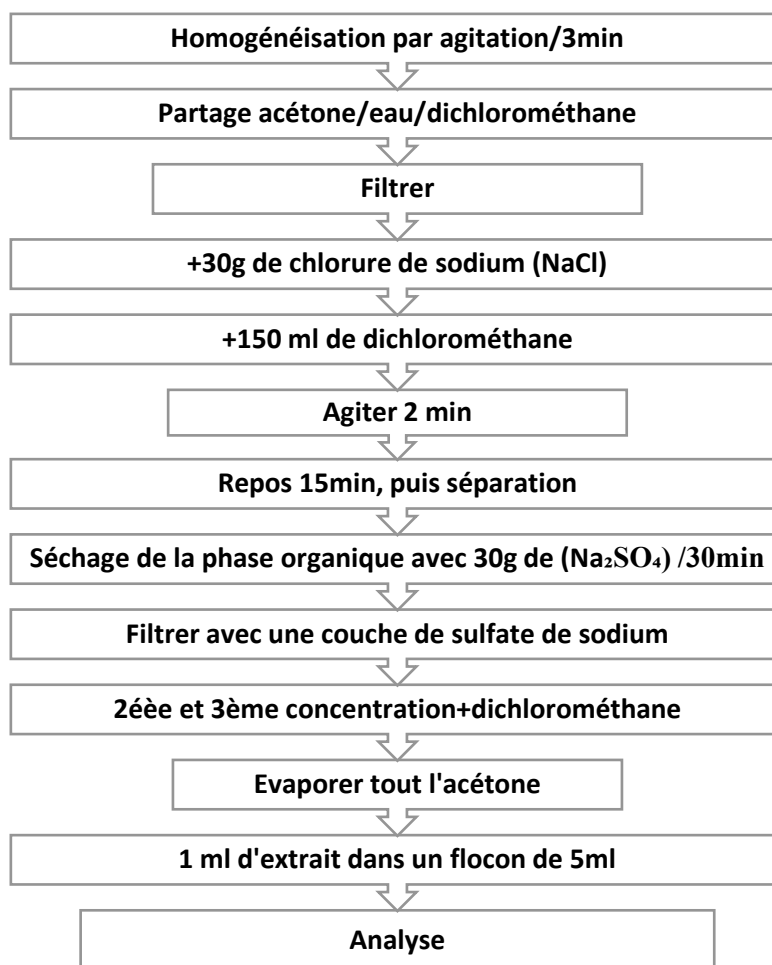


Figure 21 : Schéma de la méthodologie d'extraction des résidus de pesticides.

(Steinwandier H., 1985)

L'extraction doit être menée avec précaution lors de l'analyse de matrices complexes pouvant contenir des interférents dont l'élimination représente une étape primordiale du processus analytique global.

Par ailleurs, il a été montré, lors d'une étude menée au début des années 1990, que le traitement de l'échantillon avant l'analyse chromatographique constituait deux tiers du temps total et représentait une des principales sources d'erreurs sur les résultats de mesures.

Ces procédures occupent donc une majeure partie de la durée globale de l'analyse et contribuent fortement à son coût. De plus, ces étapes influent considérablement sur la fiabilité et l'exactitude des résultats ce qui se traduit par la nécessité de contrôler le processus analytique global.

IV.3. Techniques et méthodes d'analyses (de dosage)

IV.3.1. Techniques chromatographiques

La chromatographie permet la séparation ou la purification d'un ou de plusieurs composés d'un mélange en vue de leur identification et de leur quantification.

IV3.1.1. La chromatographie en phase gazeuse

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une technique analytique permettant de séparer les constituants présents dans un mélange appelé « analyte » afin de les identifier et les quantifier, elle s'applique essentiellement aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage (substances volatiles) sans décomposition. **(Tranchant, 2004) et (Santos, 2002)**

Elle est employée en général pour l'analyse de molécules thermostables, volatiles ou semi-volatiles, non ou moyennement polaires **(Van Der Hoff *et al.*,1999 ; Lehotay *et al.*,2002 ; Dömötörova *et al.*,2008).**

- **Principe de la CPG**

Selon la présentation dans le journal de la criminalistique **(Anonyme, 2017) :**

L'échantillon est introduit en tête de colonne à l'aide d'une micro-seringue qui traverse une petite pastille en caoutchouc appelée septum jusqu'à une chambre située en amont de la colonne appelée injecteur.

L'injecteur est traversé par le gaz vecteur et porté à une température adaptée à la volatilité de l'échantillon.

Les différents constituants présents dans l'échantillon vont alors être emportés par le gaz vecteur à travers la colonne chromatographique et se séparer les uns après les autres en fonction de leur affinité avec la phase fixe.

Plus un constituant a d'affinité avec la phase fixe, plus il va mettre du temps à sortir de la colonne.

Un temps caractéristique appelé temps de rétention (R) est alors associé à chacun des constituants précédemment séparés, c'est le temps qui s'écoule entre l'injection (R0) de l'échantillon en tête de colonne et le moment où le composé séparé sort de la colonne (Rt).

Les constituants du mélange ainsi séparés par chromatographie peuvent ensuite être détectés à l'aide d'un détecteur spécifique qui transmet un signal à un enregistreur chaque fois qu'un composé émerge de la colonne afin d'être identifié et quantifié (détecteur à ionisation de flamme ou FID, spectromètre de masse, etc.).

• Appareillage de CG

L'appareil utilisé pour réaliser une analyse par chromatographie en phase gazeuse est appelé chromatographe, il comporte plusieurs éléments, comme indiqué sur le schéma ci-dessous, Il est constitué de 3 parties:

- Un injecteur équipé ou non d'un passeur automatique
- Une colonne placée dans une enceinte thermostatée (four). Celle-ci devra être choisie en fonction de sa polarité et des analytes à séparer.
- Un détecteur.

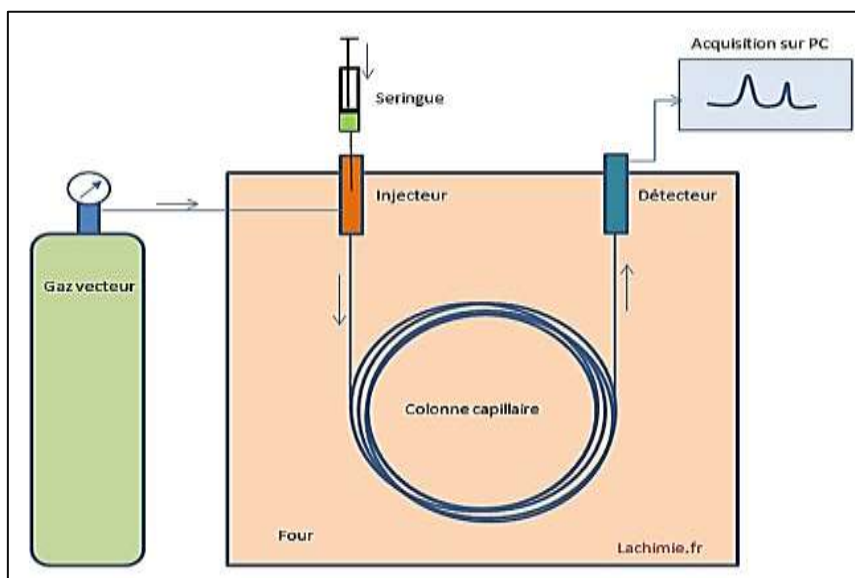


Figure 22 : Schéma d'un appareil à chromatographie en phase gazeuse.

IV.3.1.2. Chromatographie en phase liquide

La chromatographie en phase liquide a permis de réaliser des analyses de séparation des constituants d'un mélange en solution basée sur le partage des composés entre phase mobile (qui est généralement une phase aqueuse composée d'eau et une phase organique, le méthanol ou l'acétonitrile.) dans laquelle ils sont solubles et une phase dite fixe ou stationnaire (qui est à base de silice chimiquement modifiée par greffage d'une chaîne alkyle octyl C8 ou octadécyl C18) qui exerce sur eux un effet retardateur. Ainsi la séparation des composés repose sur les différences d'affinité et d'interactions d'un composé pour la phase mobile et la phase stationnaire. **(Paris, 2017)**

La CPL permet de réaliser des analyses qui n'étaient auparavant pas possible avec les techniques sur couche mince ou en phase gazeuse.

A l'origine la chromatographie en phase liquide se faisait sur des colonnes en verre.

Le liquide traversait la phase stationnaire par gravité ou sous faible pression. Puis pour augmenter le débit, des manipulations ont été réalisées sous une pression plus forte. C'est ce que l'on a appelé la chromatographie liquide sous haute pression (HPLC).

Très rapidement le P de pression est devenu le P de performance lorsque l'on a optimisé la technique (diminution de la taille de particules de la phase stationnaire, régularité de cette phase...). **(BBPH)**

- **Principe de la CPL (Anonyme, 2010) :**

Les composés à séparer (solutés) sont mis en solution dans un solvant, ce mélange est introduit dans la phase mobile liquide (éluant). Suivant la nature des molécules, elles interagissent plus ou moins avec la phase stationnaire dans un tube appelé colonne chromatographique.

- La phase mobile poussée par une pompe sous haute pression, parcourt le système chromatographique.
- Le mélange à analyser est injecté puis transporté au travers du système chromatographique.

- Les composés en solution se répartissent alors suivant leur affinité entre la phase mobile et la phase stationnaire.

En sortie de colonne grâce à un détecteur approprié les différents solutés sont caractérisés par un pic. L'ensemble des pics enregistrés est appelé chromatogramme.

- **L'appareillage de la CPL**

Un appareil de chromatographie en phase liquide comporte quatre parties :

- Système de pompage.
- Injecteur.
- Colonne.
- Détecteur à travers lesquelles un liquide entraîne les substances d'un mélange à séparer.

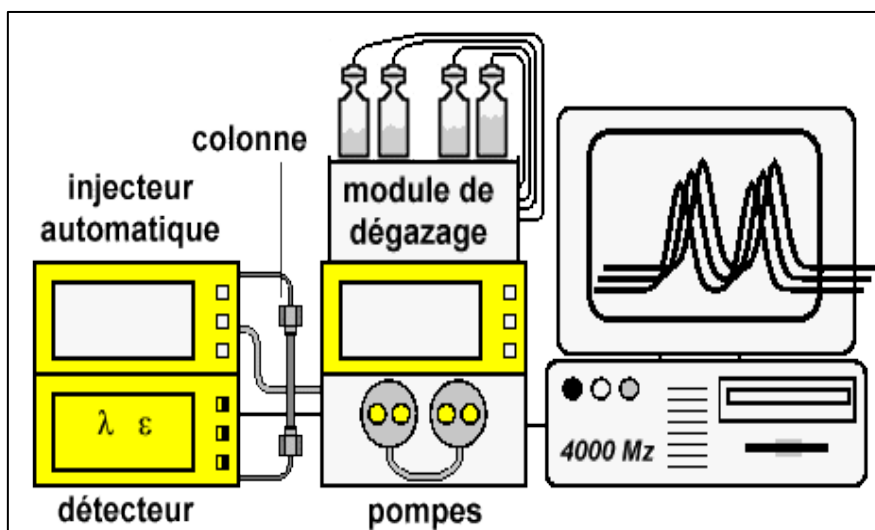


Figure 23 : Schéma d'un appareil à chromatographie en phase liquide.

➤ Différences entre de LC et de CHROMATOGRAPHIE GAZEUSE

Les différences principales entre le liquide et la chromatographie gazeuse sont tabulées ci-dessous.

Tableau X : Différences entre la CPL et la CPG

Chromatographie liquide	Chromatographie gazeuse
La phase mobile est un liquide.	La phase mobile est un gaz.
La séparation est basée sur l'interaction du corps dissous avec le support de chromatographie.	La séparation est principalement basée sur les points bouillants de molécules de corps dissous.
Peut être exécuté dans une feuille ou un fléau.	Peut être effectué seulement dans un fléau.
Peut être employé pour séparer n'importe quel composé soluble, par exemple acides aminés, protéines, antioxydants, hydrates de carbone, et polymères naturels et artificiels.	Peut être appliqué dans la séparation des composés volatiles et des mélanges gazeux.
Effectué aux composés sensibles à la chaleur de température ambiante	Exécuté à des substances labiles.
L'assemblage de corps dissous est basé sur l'interaction des corps dissous avec le mobile et les phases stationnaires ainsi il est facile d'optimiser des résultats.	La séparation est basée sur les remarques bouillantes des molécules de corps dissous ainsi elle n'est pas très flexible en termes d'optimiser la séparation.
C'est une technique relativement plus lente.	L'analyse est plus rapidement et habituellement mesurée en minutes ou en quelques secondes.
Donne habituellement une crête plus grande ou une bande plus grande ayant pour résultat la basse résolution.	Fournit une définition comparativement meilleure.
Les solvants polaires d'utilisations aiment l'eau ou le méthylène.	Emploie n'importe quel solvant qui vaporise.

Examen complémentaire par M. Tomislav Meštrović, DM, PhD

IV.3.2. La spectrométrie de masse

La spectrométrie de masse est une méthode destructive, qui permet à la fois d'accéder à la mesure de la masse moléculaire d'une substance ainsi que d'obtenir des données structurales, la substance ionisée se trouve dans un état excité qui provoque sa fragmentation.

L'analyse de ces fragments informe sur la structure de la molécule. Chacun des ions formés est caractérisé par son rapport masse/charge (m/z) et l'appareil est capable de séparer ces ions (par un champ magnétique) et de les détecter/caractériser (qualitativement et quantitativement).

La spectrométrie de masse a récemment élargi son champ d'application, qui était classiquement limité à l'étude des petites molécules organiques ($PM < 2.000$), pour permettre actuellement d'étudier des macromolécules ($PM \dots > 100.000$),

Les appareils peuvent être utilisés soit avec un système d'introduction directe (analyse de substances pures), soit couplés avec un système de chromatographie (TLC, GLC, HPLC, SFC).

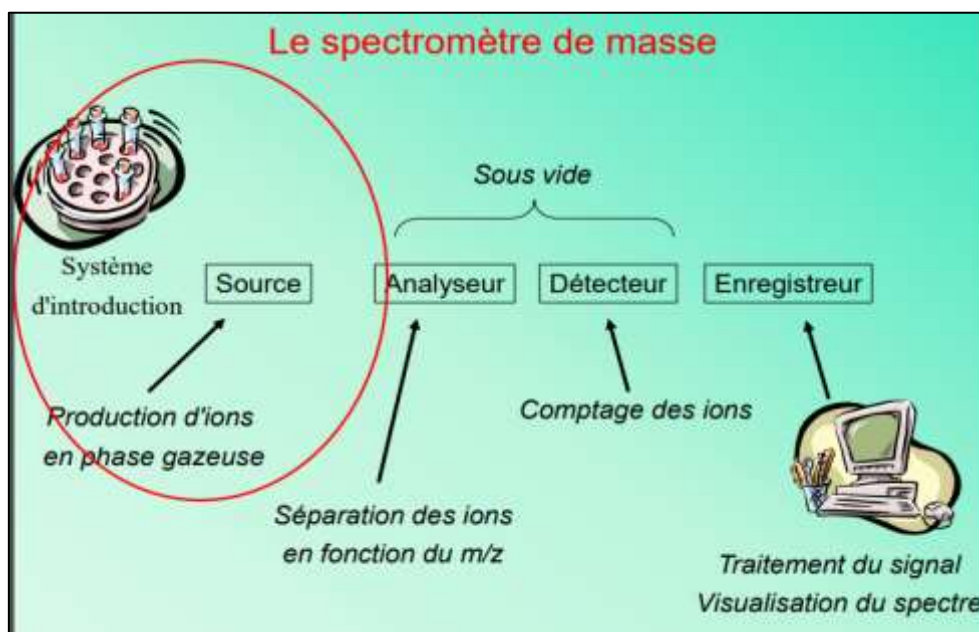


Figure 24 : Étapes de la spectrométrie de masse.

IV.3.2.1. Chromatographie couplée à la spectrométrie de masse

La chromatographie est une méthode efficace de séparation et d'analyse des composés organiques, et est particulièrement convient à l'analyse quantitative des composés organiques, mais l'analyse qualitatif est difficile. Par conséquent, la combinaison efficace de la spectrométrie de masse et la chromatographie fournira une analyse qualitative et quantitative efficace pour les mélanges complexes. (**Wong *et al.*, 2019**).

IV.3.2.1.1. Chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse

L'utilisation d'un détecteur de masse couplé à un chromatographe en phase gazeuse (CPG/SM) répond à ces exigences pour les produits volatils et non thermo dégradables (**Periquet, 2004**).

L'échantillon est injecté dans le CPG, et gazéifié en entrée, puis transféré dans une colonne chromatographique après injection. Les coefficients de partage des composés dans les deux phases chromatographiques (phases stationnaire et mobile) sont différents, conduisant à la séparation des composés cibles dans la colonne qui sont élués par le gaz porteur. Ensuite, les composés gazeux sont ionisés par une source d'ions dans l'interface GC-MS, devenant un faisceau d'ions composé de différents ions de masse dans un état de vide poussé qui entre dans un analyseur de masse et un détecteur d'ions. Les ions sont séparés dans l'analyseur de masse, et le signal pour chaque pic chromatographique est détecté et amplifié à obtenir le chromatogramme de courant ionique total (**Wong *et al.*, 2019**). L'identification se fait en comparant le spectre de masse de chacun des produits présents dans l'extrait avec ceux contenus dans une bibliothèque (référentiel).

IV.3.2.1.2. Chromatographie liquide-spectrométrie de masse

La LC– MS combine la capacité de séparation de la chromatographie liquide avec le poids moléculaire et les informations structurales fournies par la spectrométrie de masse. La LC–MS est une technique efficace pour analyser et séparer les mélanges organiques complexes, en particulier ceux de haut poids moléculaire.

Le dispositif clé du système LC– MS est l'interface entre le LC et le MS. L'utilisation de colonnes stationnaires à particules de 3 μm et de colonnes de diamètre étroit dans LC améliore l'efficacité de la colonne et réduit considérablement le flux de phase mobile.

Toutes ces avancées ont favorisé les progrès de la LC–MS. Les analytes sont ionisés sous pression atmosphérique et les ions sont ensuite transférés vers un analyseur de masse pour être analysé par la spectrométrie de masse. En raison de l'ionisation à température ambiante, il n'y a pas de pyrolyse de l'échantillon (**Wong et al., 2019**).

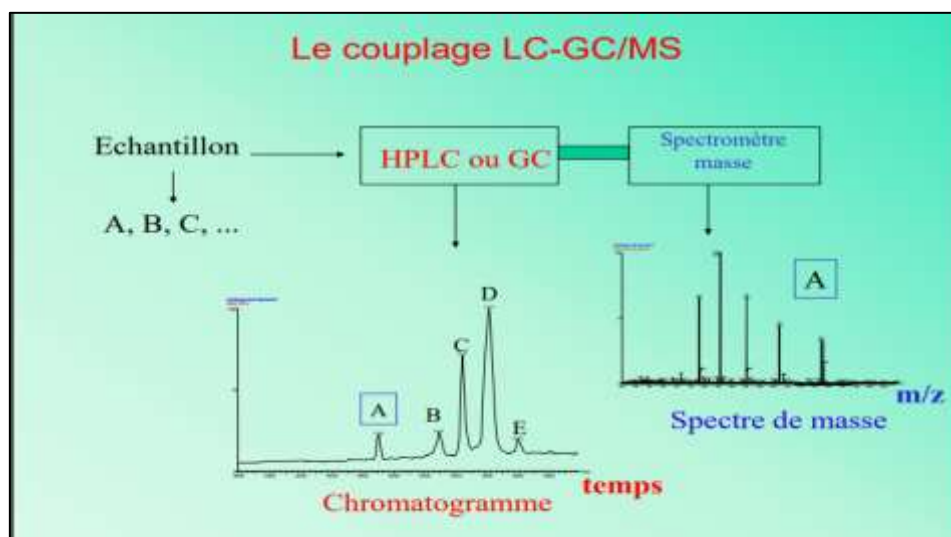


Figure 25 : Couplage de la SM avec la CPG/CPL.

Conclusion

Le raisin occupe une place importante sur le marché grâce à sa valeur marchande, il représente non seulement un intérêt commercial mais aussi un intérêt en alimentation du fait qu'il est une source d'eau, de sucre, et de vitamines. En raison de forte demande sur le marché mondial de ce fruit, sa production ne cesse de se développer, ce qui oblige les agriculteurs à l'utilisation des produits phytosanitaires pour la protection de sa culture et optimiser sa croissance et sa conservation et pour en garantir la qualité et la quantité de leurs rendements et satisfaire une forte demande du marché mondial.

Les produits phytosanitaires présentent des avantages réels, sans eux la moitié des récoltes serait perdue et la qualité des denrées agricoles serait compromise et sans eux il est impossible de répondre à la demande alimentaire mondiale ou à la demande d'une alimentation de qualité accessible à tous. D'autre part, ils n'ont pas de bonne réputation car plusieurs études épidémiologiques confirment la présence de leurs résidus dans notre alimentation et surtout dans les fruits et légumes, dont le raisin en tête de liste, et que leurs accumulations dans l'organisme est responsable d'un nombre croissant de troubles et de maladies (effets sanitaires aigus et chroniques) selon le niveau et la voie de l'exposition.

En plus des rendements, la qualité des récoltes agricoles est un autre objectif visé par les agriculteurs dans les différents systèmes de production. Cependant, cet objectif (qualité) ne peut être atteint sans une assistance technique des agriculteurs, et l'implication de tous les autres acteurs (administration agricole, services de vulgarisation agricole, instituts de protection des végétaux, les chercheurs, médecins...). Tout cela doit être bien inclus dans les politiques de développement de l'agriculture.

En Algérie, vu que l'aspect qualité n'est pas encore inclus dans les stratégies et les politiques de développement de l'agriculture, l'usage (dose et fréquence) des pesticides est laissé à la volonté des viticulteurs, et le délai d'attente (traitement-récolte) est laissé, lui aussi, à la conscience des uns et des autres. Les viticulteurs ne sont malheureusement pas assistés techniquement, et ce que mettent en pratique, en termes de lutte contre les parasites, est épuisé de leur propre expérience ainsi que celle de leurs camarades. Il est important de signaler aussi qu'aucun contrôle n'est effectué sur les récoltes de raisin, avec par conséquent un doute total sur la qualité de raisin commercialisé.

Des études épidémiologiques ont malheureusement confirmées les risques réels que peut engendrer une consommation en grande quantité de fruit, surtout pour une population

Conclusion

habitant la région de production ; c'est le cas de la wilaya de Boumerdes, dans le cas de raisin de table, qui assure à elle seule plus de 50% de la production nationale.

Cette situation, nous oblige à revoir au plus vite les stratégies de lutte contre les parasites des cultures (vigne dans notre cas) en incluant les mesures de protection du consommateur. Cette stratégie doit être fondée sur le principe de management de la qualité, incluant toute la chaîne de production : de la fourche à la fourchette. Cette stratégie peut être appliquée par étapes, en mettant en place tout d'abord les bonnes pratiques agricoles (BPA), en relation avec la sécurité sanitaire, à travers l'élaboration d'un guide (BPA) précisant : quoi faire ? comment le faire et à quel moment le faire ?, en respectant le délai d'attente, entre le dernier traitement phytosanitaire et la récolte. L'élaboration et la mise en pratique de ce guide nécessite l'implication de tous les acteurs, et la sensibilisation des agriculteurs à l'objectif de la sécurité sanitaire de leur production. Une fois que tous les moyens sont réunis, pour mettre en place cette stratégie, un contrôle inopiné, par des services compétents, peut être envisageable pour dissuader toute négligence de la part de certains agriculteurs.

Par ailleurs, il existe un autre niveau de maîtrise de la qualité sanitaire, qui nécessiterait plus de moyens et plus d'engagement et d'implication de la part des différents acteurs, et l'élaboration et l'application d'un système de management de la qualité en relation avec la sécurité sanitaire des productions, et le système le plus réputé dans ce domaine est le HACCP : analyse des dangers et le contrôle des points critiques.

La mise en place de la stratégie de protection sanitaire du consommateur, favorise aussi le commerce, et ouvre des perspectives prometteuses à l'exportation, étant donné que beaucoup de pays adoptent actuellement des normes de qualité sanitaire spécifiques aux résidus de pesticides dans les productions agricoles et leurs dérivés.

Dans ce contexte les mesures suivantes peuvent être envisagées :

- Elaborer des réglementations strictes à appliquer et à respecter à la lettre.
- Recommander à développer d'avantage les programmes gouvernementaux orientés vers le développement de nouveaux produits moins dommageables pour l'humain et l'environnement.
- Contrôler la conformité et l'autorisation des formulations importées.

Conclusion

- La mise en disposition des laboratoires homologués et compétents, bien équipés avec le matériel nécessaire pour le contrôle.
- Accompagnement, sensibilisation et formation des agriculteurs par des experts de l'Etat sur les BPA et les BPP.
- Effectuer des contrôles sur les raisins destinés à la consommation.
- Attirer l'attention des consommateurs à la notion de la bioaccumulation des résidus et leurs impacts sur la santé.

Références bibliographiques

- **ACTA,2002.** Recueil des effets non intentionnels des produits phytosanitaires, 8ème édition, Paris, 492p.
- **Allouani Mohammed., 2011.** Mémoire d'ingénieur en Production et amélioration végétale : Contribution à l'étude des causes de la disparition du patrimoine Végétal local à travers LA VITICULTURE. Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen., 66p.
- **Agriculturemono,2020.** <https://agriculturemono.net/viticulture-en-algerie>
Consulté le : 16/05/2021.
- **Amine L.,2009.** Danger sur la santé : des pesticides dans vos assiettes, Le Quotidien d'Oran publié le 31/03/2009
- **Analyse de résidus de pesticides** – Préparation d'étalons précis.
https://www.mt.com/int/fr/home/applications/Laboratory_weighing/pesticide_residue_testing.html , **consulté le :** 10/09/2021
- **Anonyme,2018.** Traçabilité alimentaire : de quoi s'agit-il et pourquoi est-ce important ?, article publié le : 03.10.2018, sur : <https://www.precintia.com/fr/blog/tracabilite-alimentaire-de-quoi-sagit-il-et-pourquoi-est-ce-important/> ,**consulté le :** 12/08/2021
- **Anonyme,2019.** Des pesticides dans le vin article publié le 10 juin 2019 sur : <https://www.econo-ecolo.org/des-pesticides-dans-le-vin/>, **consulté le :** 05/07/2021
- **Anonyme,2017.** Journal de la criminalistique, No.6, Vol.2. Publié le :08.10.2017 sur : https://www.lpc-expert.fr/Articles/article_GCMS.pdf , **consulté le :** 11/09/2021
- **Anonyme,2010.** Biotechnologie & Biologie et Physiopathologie humaine: HPLC, principe et appareillage. - Académie de Rouen, publié le :20.01.2010. http://biotech.spip.ac-rouen.fr/IMG/article_PDF/HPLC-Principe-et-appareillage_a9.pdf , **consulté le :** 11/09/2021
- **Aradhya MK.,** Dangl GS., Prins BH., Boursiquot JM., Walker MA., Meredith CP et Simon CJ., 2003. Genetic structure and differentiation in cultivated grape, Vitis vinifera L. Genetic Research, Cambridge 81 : 179-192.
- **Bacon R.,** Carisse O., Lasnier J et Mcfadden-Smith W., 2006. Guide d'identification des principales maladies de la vigne. Agriculture et agroalimentaire. Canada.29p.
- **Balue Marine.,2013.** Court-Noué,Attention au repos du sol.
https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2019/01/Court_noue_repos_sol_AREDVI.pdf
consulté le : 07/06/2021.

Références bibliographiques

- **Barthelet Brigitte.**, Charles Manceau., Claudie Roulland., Michel Leguay., Olivier Malet., Serge Grenan., Gilles Sentenac et Bernard Pelissie., 2013. Bulletin de Santé du Végétal Nouvelle-Aquitaine Vigne Fiche technique vers de la grappe.
https://ecophytopic.fr/sites/default/files/note_nationalev8_cle44dadf.pdf , consulté le :09/06/2021.
- **Batch D., 2011-** L'impact des pesticides sur la santé humaine. Thèse de Doctorat. Université Henri Poincaré-Nancy1, 165 p.
- **BBPH.,2010.** Biotechnologie & Biologie et Physiopathologie humaine - Académie de Rouen : HPLC Principe et appareillage.
https://biotech.spip.ac-rouen.fr/IMG/article_PDF/HPLC-Principe-et-appareillage_a9.pdf
consulté le :14/09/2021.
- **Benabderabou L., (1971).** Ampélographie algérienne : cépages de cuve et de table cultivés en Algérie. Alger: Société générale d'édition et de diffusion.
- **Benzidane Chahrazed., 2012.** Mémoire de magister : Effet toxique des résidus des pesticides utilisés sur la flore de la région de Sétif. Université Ferhat Abbas-Sétif.,75p.
- **Berrah A.,2011.** Mémoire de Master en toxicologie appliquée : études sur les pesticides. Université de Tébessa, Algérie.
- **Blouin J.,2005.** Les parasites de la vigne. Stratégie de protection raisonnée. Traduit de L'espagnol sous la direction de Daniel Gouadec par Gaulou-Brain. J et Amos-Sanchez. A.2007. Paris. 429 p
- **Bolland J., Koomen I., Van Lidith De Jeude J et Oudejans J.** Les pesticides : composition, utilisation et risques. Editions Agrodok (2004)
- **Boussahel R., 2001.** Recherche et dosage des pesticides présents dans l'eau en vue de leur élimination, Thèse de l'Université de Limoges, n°17.
- **Bouvier Marion.,2016.** Guide viticulture durable, Protection du vignoble : Acariose, Erinose.
 - http://www.vignevin-charentes.com/fileadmin/users/charente/Protection_du_vignoble/maladies_et_ravageurs/Fichiers/ACARIOSE_ERINOSE.pdf , **consulté le : 11/06/2021.**
 - http://www.vignevin-charentes.com/fileadmin/users/charente/Protection_du_vignoble/maladies_et_ravageurs/Fichiers/ACARIENS_PHYTOPHAGES_ET_LEURS_PREDATEURS.pdf , **consulté le : 14/06/2021.**

Références bibliographiques

- **Calvet R.**, Barriuso E., Benoit P., Charnay M.P et Coquet Y.,2005. Les pesticides dans le sol, conséquences agronomiques et environnementales. Edition France Agricole, Paris , 637p.
- **Cantal.Gouv**, 2013. Services de l'état dans le Cantal : Traçabilité des produits alimentaires. <http://www.cantal.gouv.fr/tracabilite-des-produits-alimentaires-a3186.html> , **consulté le** : 13/08/2021.
- **CSA**,2008. Cahier sécurité des aliments : Résidus et contaminant chimiques les connaître et les maîtriser. <https://www.la-viande.fr/sites/default/files/documenttheque/cahier-securite-aliments-5-w.pdf> , **Consulté le** : 15/05/2021.
- **Commission du Codex Alimentarius**,2010. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, Commission du codex alimentarius : Manuel de procédures, Dix-neuvième édition, Rome, Italie.
- **Delval P**, 2013. Fiche réglementation DAR. https://ecophytopic.fr/sites/default/files/FICHE_REGLEMENTATION_dar_cle8d1adb.pdf **consulté le** :10/06/2021.
- **Deviller J.**, Farret R., Girarsin Ph., Rirvière J. L et Soulas Guy.,2005. Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides. Edition « Tec et Doc », Cachan France., 278p
- **Diehl R.**, 1975. Agriculture générale des pesticide.J,B, Bailliére.421p.
- **Directive européenne** 91/414/CEE (directive européenne du conseil du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytosanitaires).
- **Dömötöróvá M** et matisová E.,2008. Fast gas chromatography for pesticide residus analysis. J chromatogar A. (Août 2008);1027 :1-16.
- **Dorothee Batsch**.,2011. Thèse De Doctorat L'impact Des Pesticides Sur La Santé Humaine. Université Henri Poincaré, NANCY 1.165p.
- **Dufour R.**, 2006. Raisins: production biologie. National Sustainable Agriculture Information Service. ATTRA Publication. 42p.
- **Duraffourd C.**, Lapraz J-C Et Chemli R., (1997). La Plante Médicinale De La Tradition A La Science. 1er Congrès Intercontinental. Tunis. Ed. Granche. Paris, 222p
- **Ephytia**,2015. Rappel sur la notion de base « dose de produit phytopharmaceutique ». <http://ephytia.inra.fr/fr/C/22296/Guide-Eco-Fruits-Rappel-sur-la-notion-de-dose-de-produit-phytopharmaceutique> , **consulté le** : 03/08/2021.

Références bibliographiques

- **El Azzouzi E., 2013.** Processus Physico-chimiques d'Élimination des pesticides dans l'environnement : Cas de l'Imazéthapyr. Thèse de Doctorat. Université Mohammed V – Agdal, Rabat, 108 p
- **El Bakouri H., 2006.** Développement de nouvelles techniques de détermination des pesticides et contribution à la réduction de leur impact sur les eaux par l'utilisation des substances organiques naturelles (S.N.O.). Thèse de Doctorat. Université Mohammed V-Agdal, Rabat, 108p
- **El-Mrabet K., 2008.** Thèse de doctorat : 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. Université Pierre et Marie Curie, Paris, 292 p.
- **FAO/OMS, 2003.** Garantir la sécurité sanitaire et la qualité des aliments : Directives pour le renforcement des systèmes nationaux de contrôle alimentaire.
<https://www.fao.org/3/y8705f/y8705f.pdf> , consulté le : 10/05/2021.
- **FAO/OMS, 2006.** Code de conduite international sur la gestion des pesticides.
<http://www.fao.org/3/i3604f/i3604f.pdf> , consulté le : 15/07/2021.
- **Fillatre Y., 2011.** Thèse de doctorat : Produits phytosanitaires : Développement d'une méthode d'analyse multi-résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem. Université d'Angers, 266p.
- **Galet P., 1993.** Précis de viticulture. 6^{ème} édition. Dehan. Montpellier
- **Galet P., (1998).** Précis d'ampélographie pratique. Saint Jean de Vedas: Imprimerie JF impression.
- **Galet., 2000.** Précis de viticulture. SaintJean deVedas, : JFimpression,
- **Gaouar Z L ., 2017.** Thèse de doctorat Evaluation des teneurs en résidus de pesticides dans les aliments et la nappe phréatique, université d'Oran.
- **Girard G., (2001).** Base scientifique et technique de la viticulture. Techniques et documentation. Lavoisier. Hondres, Paris, New York, 221-275p.
- **Guide de l'observateur, 2017.** https://Nouvelle-Aquitaine.Chambres-Agriculture.fr/Fileadmin/User_Upload/Nouvelle-Aquitaine/094_Inst-Nouvelle-Aquitaine/Documents/BSV_2017/Guides_De_L_Observateurs/Guide_Observateur_VIGNE/GUIDE_VIGNE_COMPLET.Pdf , consulté le : 28/05/2021

Références bibliographiques

- **Guide de la protection du raisin,2021.**
<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/pub360/pub360C.pdf> ,consulté le : 20/06/2021.
- **Isabelle Baldi .,** Sylvaine Cordier ., Xavier Coumoul ., Alexis Elbaz ., Laurence Gamet-Payraastre ., Pierre Lebailly ., Luc Multigner ., Roger Rahmani ., Johan spinosi et Geneviève van Maele-Fabry., 2013. Pesticides : Effets sur la santé. [Rapport de recherche] Institut national de la santé et de la recherche médicale(INSERM). Paris : Inserm : Editions EDP Sciences (ISSN : 1264-1782) /146 p.
- **Joly D., 2005.** Génétique moléculaire de la floraison de la vigne. Thèse doctorat. Université louis pasteur Strasbourg.143p
- **Kacel et Oumezzaouch.,2017.** Mémoire de Master en sol, plante et environnement : Contribution à la connaissance sur l'utilisation des pesticides en viticulture dans la région de Tizi-Ouzou. Université Mouloud Mammeri- Tizi Ouzou., 49p
- **Lakrouf F.,2017.** Mémoire de Master II : Enquête sur l'utilisation des pesticides sur la vigne dans la wilaya de Boumerdes (communes de Baghlia et Sidi Daoud). Université M'Hamed Bougara de Boumerdes.,52p.
- **Lehotay S J et Hajšlová J.,2002.** Application of gas chromatography in food analysis. Trends in analytical chemistry ;21 :686-97.
- **Liska I et Slobodnik J.,1996.** J. Chrom.A,733 ; p235-258
- **LNE.,2008.** Les pesticides. Laboratoire national de météorologie d'essai, 15 p
- **Lozzo G., 2015.** Thèse de doctorat Impacte des pesticides sur la santé du vigneron. Université Toulouse III Paul Sabatier., 113p.
- **MAA,2021.** Ministère de l'agriculture et de l'alimentation : Indicateur de fréquence de traitements phytosanitaires (IFT), 17.02.2021.<http://agriculture.gouv.fr/indicateur-de-frequence-de-traitements-phytosanitaires-ift> , consulté le : 03/08/2021.
- **MADRP (2017)** Base de données – Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Informations - www.minagri.dz , consulté le : 20/05/2021
- **MADRP (2018).** Plan Filaha 2019. Réunion sectorielle. 2 Juin 2018.
- **Mahboub souad.,2017.** Mémoire de Master en Amélioration végétale : Contribution à l'étude des maladies de quelques variétés de la vigne dans la région de Tlemcen.
- **Margoum B.,2010.** Thèse de doctorat Reims Champagne-Ardenne

Références bibliographiques

- **MDRGF,2008.** Evaluation du dossier RAISIN : Pesticides dans le raisin,5 Pays de l'UE testés.https://www.generations-futures.fr/wp-content/uploads/2017/05/mdrgf_dossier_raisin_pesticides_final.pdf , consulté le :18/07/2021.
- **Medjboud Amel ,2013.** Thèse de doctorat : Evaluation des effets métaboliques d'un gavage par les pesticides (Mancozèbe, Métribuzine) chez le rat Wistar. Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen.
- **Merhi M.,2008.** Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faibles doses : caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaine et sur système hématopoïétique murin. Thèse de Doctorat, institut National Polytechnique de Toulouse 140 p.
- **Mokhtari M., 2011.**Recherche de résidus de quelques pesticides par couplage CPG/SM dans quelques fruits et légumes. Mémoire de magister, école nationale polytechnique(ENP), Alger ,103 p.
- **Mortensen M.,1986.** Destion des intoxications infantiles aiguës causées par certains insecticides et herbicides. Cliniques pédiatriques d'Amérique du Nord.
- **Mostafalou S et Abdallahi M., 2013.** Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives.
- **Mouats A., (2003).** La production vinicole Algérienne. Rev. Tass n° 32, 53-57.
- **Moussaoui K M et Tchoulak Y, (2005).** Enquête sur l'utilisation des pesticides en Algérie, Résultats et analyses. Ecole nationale polytechnique, Alger, Algérie ,11p.
- **Mouret Patricia.,2020.** Bulletin de santé du végétal : fiche technique vers de la grappe et piégeage.https://www.vinopole.com/uploads/media/Fiche_technique_Vers_de_la_grappe_et_piegeage.pdf , consulté le :09/06/2021.
- **OIV ,2019.** Statistical report on world vitiviniculture, Organisation internationale de la vigne et du vin.
<https://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf> , consulté le :20/06/2021.
- **Onil Samuel et Louis Saint-Laurent., 2001.** Guide de prévention pour les utilisateurs des pesticides en agriculture maraîchère.
- **Paris A., 2017.** Extractions et analyses des hydrocarbures aromatiques: approches méthodologiques et applications à des matrices fruitières. Dissertation doctorale en Sciences Agricoles, Université de Normandie Français.

Références bibliographiques

- **Periquet A.**, Boisset M., Casse F., Catteau M., Lecerf J M., Leguille C., Laville J et Barnat S., (2004). Comité sécurité alimentaire d'Aprifel. Pesticides, risques et sécurité alimentaire : agence pour la recherche et l'information en fruits et légumes frais. Paris. 216 p.
-
- **Regnault-Roger.,2005.** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Ed : Tek & Doc. 1013p.
- **Reynier A., (2005).** Manuel de viticulture : guide technique du viticulture.Neuvième édition.Ed : Tec et Doc.Paris,554P.
- **Reynier A., 2007.** Manuel de viticulture 10 ème Ed. Lavoisier TEC& DOC. paris.600p
- **Reynier A., 2007.** Manuel de viticulture. Ed Lavoisier, Parie.532p.
- **Reynier D., 2003.** Manuelle de viticulture, 9ème Edi.J.B.Bailliere.Paris.
- **Santos F.J et Galceran M.T., 2002.**Trend in anal. Chem.,21,672-685.
- **Steinwandier H., 1985.** Un universel sur une méthode d'extraction et isolement de résidus de pesticides et de produits chimiques mondiaux. (ine universelle on une méthode zur extraktion und isolierung von pestizid ruckstanden und weltchemikalien. Freesemius Z. Anal. Chem 322 : 752-756.)
- **Toledo Panos J., 2007.** Cochenille farineuse de la vigne (*Pseudococcus citri*, Risso) in les parasites de la vigne, stratégies de protection raisonne. Ed. DUNOD.N 5100. Paris. 46-47
- **Tomislav Meštrović M .,** Examen complémentaire par **M. Tomislav Meštrović**, DM, PhD. [https://www.news-medical.net/life-sciences/Liquid-Chromatography-versus-Gas-Chromatography-\(French\).aspx](https://www.news-medical.net/life-sciences/Liquid-Chromatography-versus-Gas-Chromatography-(French).aspx) , consulté le : 12/09/2021.
- **Tranchant J., 2004.** Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse.
- **UIPP, 2009.** Les produits phytopharmaceutiques et l'environnement. Union des industries de la prrotection des plantes,11p.
- **UIPP cité dans le journal officiel de l'union européenne le 11.06.2011.** <https://www.uipp.org/ressources-formation/reglementations/> consulté le : 25/06/2021
- **UPA.,2020.** Questions et réponses : Les Résidus De Pesticides Dans Les Aliments https://www.upa.qc.ca/wp-content/uploads/filebase/fr/guides/UPA_QetR_residus_pesticides_V03.pdf , consulté le :

Références bibliographiques

- **Valdes Gomez Hector, 2007.** Thèse de doctorat en science du sol Relations entre états de croissance de la vigne et maladies cryptogamiques sous différentes modalités d'entretien du sol en région méditerranéenne, Ecole nationale supérieure agronomique, Montpellier.
- **Van der hoff G R** et Zoonen P V.,1999. Trace analysis of pesticides by gas chromatography. J Chromatogr A. ;843 :301-22.
- **Veillerette F. Président du MDRGF et administrateur du réseau PAN-Europe.**
<https://www.econo-ecolo.org/des-pesticides-dans-le-vin/> , consulté le : 17/07/2021.
- **Walter B., ELISABETH B.P** et RIDE M., 2000. Maladies à virus, bactéries et Phytoplasmes de la vigne. Ed. Ferret.
- **Wong W.J ., Zhang k., Hayward D.G., Krynitsky A.J., Schenck F.J., Wittenberg J.B., Wang J. et Yang P.** (2019). Determination of Pesticides in Food of Vegetal Origin In: Tadeo, J. L. Analysis of pesticides in food and environmental samples. CRC Press. p.175-205.

Références webographiques

- <https://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/pesticides>

Consulté le : 18/07/2021.

- <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risque-microbiologiques-physiques-et-chimiques/pesticides/article/une-reglementation-strict-pour-maitriser-les-risques-des-pesticides>

Consulté le : 25/07/2012

- <https://rfid.ooreka.fr/comprendre/tracabilite-des-produits>

Consulté le : 14/08/2012

- <http://www.netresto.com/tracabilite-alimentaire-obligations-restaurants/>

Consulté le : 14/08/2021.

- <https://www.qualimentaire.fr/signes-qualite-siqo/labels/certificat-de-conformite-c-q>

Consulté le : 16/08/2021.

- <https://economie.fgov.be/fr/themes/entreprises/economie-durable/consommation-durable/quest-ce-quun-label>

Consulté le 15/08/2021.

- <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/publications/juridiques/panorama-des-textes/Produits-phytosanitaires-pesticides-1095>

Consulté le : 28 /07/2021

- <https://www.lpc-expert.fr/instrumentation/27-chromatographe-en-phase-gazeuse>

Consulté le :12/09/2021.

- <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/lafont/spectro/C4.html> (RENE LAFONT).

Consulté le : 18/09/2021

Références webographiques des figures.

Figure	Site webographiques
1 et 2	https://complex-matter.unistra.fr/uploads/media/Cours_MS_L3STE.pdf consulté le :28/05/2021
3	http://joho.p.free.fr/EC/ENERGIE/_Ressources/FROID%20-%20Histoire%20du%20froid/www.esigge.ch/primaire/2-objets/sites/vigne/vigne.htm consulté le : 29/05/2021
4	https://www.legion-boutique.com/en-decouvrir-plus-presentation-du-cycle-vegetatif-pxl-36_35.html consulté le : 05/06/2021
5	https://viticulturevignoble.fr/mildiou-maladies-vigne.html consulté le :06/06/2021
6	https://viticulturevignoble.fr/mildiou-maladies-vigne.html consulté le :06/06/2021
7	https://www.bayer-agri.fr/cultures/mildiou-symptomes-degats-et-biologie_442/ consulté le :07/06/2021
8	https://viticulturevignoble.fr/mildiou-maladies-vigne.html consulté le :07/06/2021

Références webographiques des figures.

9	https://www.syngenta.fr/traitements/oidium-de-la-vigne consulté le :08/06/2021
10	https://www.sud-et-bio.com/sites/default/files/file/Viticulture/C_Neema.pdf consulté le :10/062021.
11	http://www.vignes.be/maladies.htm https://www.agrifind.fr/alertes/vigne/vigne-pourriture-grise-grappe/ https://viticulturevignoble.fr/botrytis-pourriture-grise.html consulté le : 12/06/2021.
12	https://ecophytopic.fr/pic/concevoir-son-systeme/gerer-autrement-les-oidiums-grace-la-genetique-des-oad-et-le-biocontrrole consulté le : 15/06/2021.
13	https://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/la-necrose-bacterienne-de-la-vigne/ http://www.vignevin-charentes.com/fileadmin/users/charente/Protection_du_vignoble/maladies_et_ravageurs/Fichiers/NECROSE_BACTERIENNE.pdf consulté le : 12/06/2021.
14	https://viticulturevignoble.fr/acarien-jaune.html https://viticulturevignoble.fr/araignee-rouge-viticulture.html consulté le :11/06/2021.

Références webographiques des figures.

15	https://jardinage.ooreka.fr/fiche/voir/725583/lutter-contre-le-ver-de-la-grappe consulté le :12/06/2021.
16	http://aesgsf.free.fr/V5/insectes-divers-scaphoideus-titanus-cicadelle-de-la-vigne-en.html consulté le :14/06/2021
17	https://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Phyllox%C3%A9ra/1003050 consulté le :20/06/2021.
18	https://www.svtice-hatier.fr/document/lorigine-des-pesticides-dans-lorganisme consulté le : 15/07/2021.
19	https://slideplayer.fr/slide/4250932/ consulté le :16/07/2021
20	https://www.svtice-hatier.fr/document/effets-des-pesticides-sur-la-sante consulté le :17/07/2018
21	Steinwandier H., 1985 dans : Benzidane,2012. Mémoire du magistère : Effet toxique des résidus des pesticides utilisés sur la flore de la région de Sétif. https://docplayer.fr/3488159-Effet-toxique-des-residus-des-pesticides-utilises-sur-la-flore-de-la-region-de-setif.html#show_full_text Consulté le : 25/08/2021.

Références webographiques des figures.

22	https://www.lachimie.fr/analytique/chromatographie/CPG/CPG.php consulté le :11/09/2021.
23	http://s.bourdreux.free.fr/sciences/agregation_fichiers/CHIMIE/chromato/chroma3.htm consulté le : 17/09/2021.
24,25	https://complex-matter.unistra.fr/uploads/media/Cours_MS_L3STE.pdf consulté le :25/09/2021.

Annexes

Annexe 1 : produits phytosanitaires utilisés pour traiter la vigne contre ses maladies et ravageurs.

À partir de « Référentiel des produits phytosanitaires Utilisables en viticulture en Val de Loire, 2011 »

MILDIOU
Liste non limitative au 01/02/11

AB : Agriculture Biologique

Matière Active	Nom commercial	Dose homologuée / ha en l ou kg	Grammages	Respect Typhlodrome	Délai avant récolte en jour	Phrases de risque	Toxicité	Zone non traitée en mètre	Délai réentrée en heure	Black Rot
Fongicides de contact à base de cuivre										
Ne pas appliquer en pleine fleur. Renouvellement tous les 10 jours sauf pluie. Les pousses formées après traitement ne sont pas protégées.										
Cuivre du sulfate	B B RSR Dispers	7.5	20% Cu	-	21	-	Xi, N	5	24	Non
Hydroxyde de cuivre	CHAMP FLO	4,3	36 % Cu	-	21	-	Xn, N	5	24	Non
	KOCIDE 2000	3	35 % Cu	-	21	-	Xn, N	20	24	Non
Fongicides de contact - organiques de synthèse										
Renouvellement tous les 10 jours sauf pluie. Les pousses formées après traitement ne sont pas protégées. Renouvellement après 20 à 25 mm de pluie.										
Mancozèbe	DITHANE M 45	3.5	80% Ma	T à NFT	56	R63	Xi	5	48	Oui
	PENNFLUID	5	420 g/l Ma	-	56	R63	Xi	5	48	Oui à 6,6 l/ha
Métrame de zinc	POLYRAM DF	3.5	80 % Me	MT à NFT	28	-	Xi, N	5	48	Oui
Folpel	FOLTANE FL	3	500 g/l	-	28	R40	Xn, N	5	48	Non
Fongicides de contact - organo-cupriques										
Renouvellement tous les 10 jours sauf pluie. Les pousses formées après traitement ne sont pas protégées. Renouvellement après 20 à 25 mm de pluie.										
Cuivre + Folpel	CUPROFIX F DISPERS	5	12 % Cu 30 % Fo	-	70	R40	Xn, N	5	48	Non
Cuivre + Mancozèbe	CUPROFIX 30 DISPERS	5	12 % Cu 30 % Ma	-	30	R63	Xi	5	48	Non
Fongicides pénétrants à base de Cymoxanil sans cuivre										
Produits à utiliser en cas de mildiou déclaré : 2 traitements à 4 ou 5 jours d'intervalle. Renouvellement tous les 10 à 12 jours et après 7 à 8 jours en cas de pluie supérieur à 20 mm. Les pousses formées après traitement ne sont pas protégées. Effet curatif de 2 à 3 jours après la contamination.										
Cymoxanil + Folpel	SARMAN F	3	40 g/l Cy 334 g/l Fo	-	70	R40	Xn, N	20	48	Non
Cymoxanil + Mancozèbe	SARMAN M	2	6 % Cy 70 % Ma	-	28	R63	Xn, N	5	48	Oui
Cymoxanil + Métrame de zinc	AVISO DF	2.5	4.8 % Cy 64 % Me	T à NFT	28	-	Xi, N	5	48	Oui
Cymoxanil + Folpel + Mancozèbe	REMILTINE F PEPITE	2	6 % Cy 37.5 % Fo 20 % Ma	-	70	R40 – R63	Xn, N	5	48	Non
Fongicides pénétrants à base de Cymoxanil avec cuivre										
A réserver aux 1 ou 2 dernières applications anti-mildiou. Renouvellement tous les 10 à 12 jours et après 7 à 8 jours en cas de pluie supérieur à 20 mm. Les pousses formées après traitement ne sont pas protégées. Effet curatif de 2 à 3 jours après la contamination.										
Cymoxanil + Mancozèbe + Cuivre	CUPROFIX CM ACTIVE DISPERS	5	2.4 % Cy 20 % Ma 15 % Cu	-	30	R63	Xi	20	48	Non
	REMILTINE CS PEPITE	3	4 % Cy 13.3 % Ma 30 % Cu	-	30	R63	Xn, N	5	48	Non
Cymoxanil + Métrame + Cuivre	AVISO CUP DF	2.5	4.8 % Cy 18.4 % Me 24.1 % Cu	NFT	28	-	Xi, N	5	48	Oui

MILDIU

Liste non limitative au 01/02/2011

Matière Active	Nom commercial	Dose homologuée / ha en l ou kg	Grammages	Respect Typhlodrome	Délai avant récolte en jour	Phrases de risque	Toxicité	Zone non traitée en mètre	Délai réentrée en heure	Black rot
Fongicides pénétrants à base de CAA – 1 à 2 applications maximum par an, non consécutives – Ne pas utiliser sur mildiou déclaré										
Diméthomorphe + Folpel	PANTHEOS ou FASTIME	2	11.3 % Di 60 % Fo	NFT	28	R40	Xn, N	5	48	Non
Diméthomorphe + Mancozèbe	ACROBAT M DG	2.5	9 % Di 60 % Ma	-	28	R63	Xn, N	5	48	Oui
Iprovalicarb + Cuivre	OCARINA	3	4.2 % I 20.3 % Cu	Oui	28	-	Xi, N	20	48	Non
Iprovalicarb + Mancozèbe	MANDORE	2	6 % I 60 % Ma	Oui	28	R63	Xn, N	50	48	Non
Benthiavalicarb + Mancozèbe	VINTAGE M DISPERS	2	1.75 % B 70 % Ma	-	28	R40-R63	Xn, N	5	48	Oui
Benthiavalicarb + Cuivre	VINTAGE C DISPERS	2	1.75 B 37.5 % Cu	-	28	R40	Xn, N	20	48	Non
Mandipropamide + Mancozèbe	PERGADO MZ PEPITE ou AMPHORE MZ PEPITE	2.5	5 % M 60 % Ma	-	28	R63	Xn, N	5	48	Oui
Diméthomorphe + Dithianon	FORUM GOLD ou ARCO DTI	1.5	15% Dim 35% Dit	-	42	-	Xn, N	20	48	Non
Valiphenal + Folpel	VALIS F	2	6% Va 48% Fo	-	42	R40	Xn, N	20	48	Non
Fongicides pénétrants à base de Zoxamide – 3 applications maximum par an										
Renouvellement tous les 12 jours. Les pousses formées après traitement ne sont pas protégées. Renouvellement inutile en cas de pluie										
Zoxamide + Mancozèbe	ROXAM COMBI ou ELECTIS PRO	2	6.15 % Z 68.9 % Ma	NFT	28	R63	Xn, N	20	48	Oui
Zoxamide + Cuivre	AMALINE FLOW	2.8	40 g/l Z 266.6 g/l C	-	28	-	Xn, N	20	24	Non
Fongicides pénétrant à action ciro-dynamique, à base d'Amétoctadine– 3 traitements maximum par an, non consécutifs (Qil inclus).										
Aucune résistance croisée spécifique identifiée (Qol, CAA, anilides). Renouvellement tous les 14 jours. Renouvellement inutile en cas de pluie.										
Amétoctadine + Métrame	ENERVIN	2.5	12% Am 44% M	MT	35	-	Ncl	5	6	Non
Fongicides à base de Qol – 1 à 2 traitements maximum par an, non consécutifs. Au vu de la résistance généralisée sur cette famille, appliquer la rémanence du contact associé (8 jours). Ne pas utiliser sur mildiou déclaré.										
Famoxadone + Cuivre	EQUILIBRE DISPERS	2.5	2 % Fa 20 % Cu	-	28	-	Ncl	20	6	Non
Azoxystrobine + Folpel	QUADRI MAX	2	93,5 g/l A 500 g/l Fo	NFT	28	R40	Xn, N	20	6	Oui
Pyraclostrobine + Métrame zinc	CABRIO TOP	2	5 % Py 55 % Me	-	35	-	Xn, N	20	24	Oui 1,5 kg

NEW

NEW

NEW

MILDIU

Liste non limitative au 01/02/2011

Matière Active	Nom commercial	Dose homologuée / ha en l ou kg	Grammages	Respect Typhlodrome	Délai avant récolte en jour	Phrases de risque	Toxicité	Zone non traîtée en mètre	Délai réentrée en heure	Black- rot
Fongicides systémiques à base d'Anilides – 1 à 2 traitements maximum par an										
Ne pas utiliser sur Mildiou déclaré ou en pépinière. Les pousses formées après traitement sont protégées. Renouvellement inutile en cas de pluie.										
Méfénoxam + Mancozèbe	EPERON PEPITE	2.25	3.88 % Me 6.4 % Ma	-	30	R63	Xn, N	20	48	Oui
Bénalaxyl + Mancozèbe	TAIREL M	2.5	6 % Be 7.5 % Ma	MT	42	R63	Xi	5	48	Oui
Bénalaxyl + Folpel	TAIREL F	2.5	60 g/l Be 38.5 g/l Fo	NFT	70	R40	Xn	5	48	Non
Bénalaxyl M + Folpel	FANTIC F WG	2	3.75 % Be 48 % Fo	-	42	R40	Xn, N	20	48	Non
Fongicide systémiques à base de Qil – 3 traitements maximum par an, de préférence non consécutifs										
Renouvellement tous 14 jours. Les pousses formées après traitement sont protégées. Renouvellement inutile en cas de pluie.										
Phosphonate de Disodium + cyazofamide	MILDICUT	4.5	250 g/l PD 25 g/l C	-	28	-	Ncl	5	6	Non
Fongicides systémiques à base de Fosétyl-Al										
Produits essentiellement préventifs (sauf ceux concernant du cymoxanil). Renouvellement tous 14 jours, 12 jours en cas de forte pousse. Les pousses formées après traitement sont protégées. Renouvellement inutile en cas de pluie. Ne pas rogner au moins pendant 7 jours après une application.										
Fosétyl Al + Mancozèbe	RHODAX EXPRESS ou ARTIMON	4	35 % F 35 % Ma	-	28	R63	Xn, N	20	48	Oui à 4.5 kg
Fosétyl Al + Métrame-Zn	SILLAGE ou SLOGAN	4	47.1 % F 33 % Mé	-	28	-	Xi, N	5	48	Non
Fosétyl Al + Folpel	MIKAL FLASH ou ALTIGAN FLASH	4	50 % F 25 % Fo	-	28	R40	Xn, N	5	48	Non
Fosétyl Al + Mancozèbe + Cymoxanil	ALMANACH FLASH	4.5	33.3 % F 33.3 % Ma 2.67 % Cy	-	28	R63	Xn, N	20	48	Non
Fosétyl Al + Folpel + Cymoxanil	VALIANT FLASH ou LEXIC FLASH	3	50 % F 25 % Fo 4 % Cy	-	70	R40	Xn, N	5	24	Non
Fosétyl Al + Iprovalicarbe + Mancozèbe	FIRMAMENT	4	37.1 % F 3.4 % I 28.6 % M	-	28	R63	Xn, N	50	48	Non
Fosétyl Al + Iprovalicarbe + Folpel	CASSIOPEE	3	50 % F-Al 4 % I 25 % F	-	28	R40	Xn, N	20	24	Non
Fongicides systémiques à base de Phosphonates de Potassium – 5 traitements maximum par an										
Renouvellement tous 14 jours, 12 jours en cas de risque élevé Les pousses formées après traitement sont protégées. Renouvellement inutile en cas de pluie.										
Action multites, les risques d'apparition de résistance sont limités.										
Phosphonates de Potassium	LBG-01F34	4	730 g/l PdP	-	60	-	Ncl	5	6	Non

Abréviations : R40 : effet cancérogène suspecté – preuve insuffisante, R63 : Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant, N : dangereux pour l'environnement, Xi : irritant, Xn : nocif
 Action Typhlodrome : NFT : neutre à faiblement toxique - MT : moyennement toxique - T : toxique
 Mélanges interdits : Tous produits classés T ou T+, deux produits R 40 et/ou R 68, deux produits R 48, deux produits R 62 et/ou 64.

AB : Agriculture Biologique

OIDIUM

Liste non limitative au 01/02/11

Matière active	Nom commercial	Dose homologuée / hectare en l ou kg	Efficacité Black Rot	Respect Typhlodrome	Délai avant récolte en jour	Phrases de risque / mélange	Toxicité	Zone non traitée en mètre	Délai réentrée en heure
Fongicides de contact									
Soufre micronisé	MICROTHIOL SP DISPERS	12.5	-	MT	3	-	ncl	5	6
	THIOVIT JET	12.5	-	MT	3	-	ncl	5	6
Soufre poudrage	FLUIDOSOUFRE	15 à 20	-	MT	-	-	Xi	5	24
Meptyldinocap	KARATHANE 3D INOX	0.6	-	-	21	-	Xn	50	48
Fongicides pénétrants IDM (Inhibiteur de la déméthylase, IBS groupe I) - 3 applications maxi /an /ha, de préférence 2, non consécutives									
Non conseillé sur oidium déclaré									
Difenoconazole	SCORE BOGARD	0.12	Oui	NFT	21	R 48	Xn	5	6
Flusilazole	OLYMP 10 EW	0.3	Oui	NFT	-	R 48 R 63	Xn	5	6
Fenbuconazole	INDAR	0.75	Oui	-	21	-	Xi	5	6
Myclobutanil	SYSTHANE NEW	0.66	Oui	NFT	14	-	ncl	5	6
Tébuconazole	CORAIL FORMOSE	0.4	Oui (0.3 l/ha)	NFT	14	R 63	Xn	5	24
Tétraconazole	GREMAN ANTENE	0.25	Oui (0.4 l/ha)	NFT	14	-	Xn	5	24
Tétraconazole Triadiménol	ABILIS	0.25	Oui	-	21	R 63	Xn	5	24
Fongicides pénétrants Amine (IBS groupe II) - 3 applications maxi /an /ha, de préférence 2 - Ne pas utiliser sur oidium déclaré									
Spiroxamine	PROSPER HOGGAR	0.6	-	NFT	35	-	Xn	20	24
Fongicides pénétrants - Famille des Benzophénone - 2 applications maxi /an /ha, non consécutives - Ne pas utiliser sur oidium déclaré									
Métrafenone	VIVANDO	0.2	-	-	28	-	ncl	5	6

OIDIUM

Liste non limitative au 01/02/11

Matière active	Nom commercial	Dose homologuée / hectare en l ou kg	Efficacité Black Rot	Respect Typhlodrome	Délai avant récolte en jour	Phrases de risque / mélange	Toxicité	Zone non traitée en mètre	Délai réentrée en heure
Fongicides pénétrants IDM (Inhibiteur de la déméthylase) en association avec QOI, IBS II ou phénoxyquinoléines - 2 applications maxi /an /ha, non consécutives - Ne pas utiliser sur oïdium déclaré									
Trifloxystrobine Tebuconazole	NATIVO	0.16	Oui (0.12 l/ha)	-	35	R 63	Xn	5	6
Myclobutanil Quinoxifène	TSAR	1	Oui	NFT	28	-	Xi	5	48
Tebuconazole Spiroxamine	MILORD	0.5	Oui	-	35	R 63	Xn	5	24
Fongicides pénétrants - Famille des Strobilurines ou QOI - 2 applications maxi /an /ha, non consécutives - Ne pas utiliser sur oïdium déclaré									
Krésoxim méthyl	STROBY DF	0.2	Oui	NFT	35	R 40	Xn	5	6
Trifloxystrobine	FLINT	0.125	Oui	NFT	35	-	Xi	5	48
Pyraclostrobine Folpel	CABRIO STAR	1.25	Oui (1.87 l/ha)	-	70	R 40	Xn	20	48
Pyraclostrobine Métrame zinc	CABRIO TOP	1	Oui (1.5 kg/ha)	-	35	-	Xn	5 m oïdium 20 m Black rot	24
Fongicides pénétrants - Association strobilurines / carboxamide - 2 applications maxi /an /ha, non consécutives Ne pas utiliser sur oïdium déclaré									
Krésoxim-meth Boscalid	COLLIS	0.4	-	-	35	R40	Xn	5	6
Fongicides pénétrants - Famille des Phénoxyquinoléine - La résistance croisées existent entre 2 familles chimiques - 2 applications maxi /an /ha, de préférence non consécutives et en prenant en compte les 2 substances actives - Ne pas utiliser sur oïdium déclaré									
Quinoxifén	LEGEND	0.2	-	-	21	-	Xi	5	48
	ELIOS	0.2	-	-	21	-	Xi	5	48
Proquinazid	TALENDO	0.25	-	-	28	R 40	Xn	20	24
Fongicide a base de produit naturel : Efficacité variable - ne pas utiliser en cas de forte pression et uniquement en préventif et avant fleur									
Fenugrec	STIFENIA AB	1.5	-	NFT	-	-	ncl	5	6

Action Typhlodrome : NFT : neutre à faiblement toxique - T toxique - M moyennement toxique.
Mélanges interdits : Tous produits classés T ou T+, deux produits R 40 et/ou R 68, deux produits R 48, deux produits R 62 et/ou 63 et/ou 64.

AB : Agriculture Biologique

BOTRYTIS
Liste non limitative au 01/02/11

Matière active	Nom commercial	Dose homologuée / hectare en l ou kg	Période d'application	Restriction d'utilisation				
				Délai avant récolte en jour	Phrases de risque / mélange	Toxicité	Zone non traitée en mètre	Délai réentrée en heure
Imides cycliques : Détection en France en 2009 de souches résistantes ou à sensibilité réduite – résistance spécifique et résistance multiple								
Iprodione	ROVRAL AQUA FLO	1.5	B ou C	21	R 40	Xn	5	6
Anilino Pyrimidine : Détection en France en 2009 de souches résistantes ou à sensibilité réduite – résistance spécifique et résistance multiple								
Pyrimethanil	SCALA	2.5	A ou B ou C	21	-	ncI	20	6
Mepanipyrim	COCKPIT ou JAPICA	1.2	A ou B ou C	21	-	Xi	5	48
Phénylpyrrole : Détection en France en 2009 de souches résistantes ou à sensibilité réduite – résistance multiple -								
Fludioxonil	GEOXE	1	A ou B	60	-	Xi	5	48
Phénylpyrrole + Anilino Pyrimidine : Détection en France en 2009 de souches résistantes ou à sensibilité réduite – résistance spécifique et résistance multiple								
Fludioxonil + Cyprodinil	SWITCH	1.2	A ou B ou C	21	-	Xi	5	48
Carboxamide : Détection en France en 2009 de souches résistantes ou à sensibilité réduite – résistance spécifique et résistance multiple								
Boscalid	CANTUS	1.2	A ou B ou C	21	-	ncI	5	6
Benzimidazole : Détection en France en 2009 de souches résistantes ou à sensibilité réduite – résistance spécifique et résistance multiple								
Thiophanate Methyl	TOPSIN	3	A ou B	35	R 68	Xn	5	48
Phényl-pyridylamine : Détection en France en 2009 de souches résistantes ou à sensibilité réduite – résistance multiple								
Fluazinam	SEKOYA	1.5	A ou B ou C	21	R 48 R 63	Xn	5	48
Hydroxanilamide : Détection en France en 2009 de souches résistantes ou à sensibilité réduite – résistance spécifique et résistance multiple								
Fenhexamid	TELDOR LAZULIE	1.5	A ou B ou C ou D	14	-	ncI	5	6
Fongicides à base de micro-organismes								
Bacillus Subtilis	SERENADE 	5	A ou B ou C ou D	3	-	Xi	5	48

Mélanges interdits : Tous produits classés T ou T+, deux produits R 40 et/ou R 68, deux produits R 48, deux produits R 62 et/ou 63 et/ou 64.

Règle générale : - **Ne jamais faire plus d'une application par an et par famille chimique.**

- **SERENADE : Maximum 5 traitements par an**

- A : Floraison
B : Fermeture de la grappe
C : Début véraison
D : 2 à 3 semaines avant la récolte

Matière active	Nom commercial	Dose homologuée /ha en l ou kg	Prévalence	Action de choc	Action ovicide	Cicadelle	Cochenille	Pyrale	Manges bourgeon	Respect typhe	Délai avant récolte en jour	Phrases de risque /mélange	Toxicité	Zone non traitée en mètre	Délai réentrée en heure
Confusion sexuelle															
Acetate de Z9 ...	RAK 1	100 diffuseurs									-	-	ncI	-	-
Acetate de E7 ...	RAK 2	500 diffuseurs									-	-	ncI	-	-
Régulateurs de croissance - RCI - à positionner avant les pontes															
Flufenoxuron	CASCADE	0.4	21	0	98 %	Oui	-	Oui	-	NFT	35	R40, R62, R64	T	5	48
Fenoxycarbe	INSEGAR	0.6	21	0	98 %	-	Oui	-	-	NFT	21	-	ncI	5	6
Lufenuron	FUORO	1	21	0	98 %	-	-	Oui	-	NFT	21	-	Xi	50	48
Lufenuron	LUFOX	1	21	0	98 %	-	Oui	Oui	-	NFT	21	-	Xi	20	24
Fenoxycarbe	CONFIRM	0.6	21	7	50 %	-	-	Oui	-	-	21	-	ncI	5	6
Bloque la contraction des muscles - à positionner du stade début des au stade tête noire															
Emamectine	AFFIRM	1.5	21	14	-	-	-	-	-	NFT	7	-	ncI	20	6
Chlorantraniliprole	CORAGEN	0.175	21	14	100 %	-	-	-	-	-	30	-	ncI	20	6
Insecticide biologique - à positionner au début des 1ères éclosions (pas d'action de choc)															
Bacillus Thuringiensis	DELFIN	0.75	10 à 12	1	0	-	-	-	-	NFT	3	-	Xi	5	48
Bacillus Thuringiensis	DIPEL DF	0.75	10 à 12	1	0	-	-	-	-	NFT	3	-	Xi	5	24
Insecticide neurotoxique															
Spinosad	SUCCESS 4 MUSDO 4	0.1	14	7	70 %	-	-	Oui	-	-	14	-	ncI	20	6
Alphaméthrine	FASTAC	0.35	14	7	78 %	-	-	Oui à 0.2	-	-	14	R 48	Xn	20	48
Alphaméthrine	MAGEOS MD	0.12	14	7	78 %	-	-	Oui à 0.07	-	-	14	-	Xn	20	6
Bifenthrine	TALSTAR FLO	0.25	14	7	90 %	Oui	-	Oui à 0.3	-	-	7	R 40	Xn	5	48
Lambda cyhalothrine	KARATE Xp	0.35	14	7	88 %	-	-	Oui à 0.15	Oui à 0.15	-	7	-	Xn	5	48
Chlorpyrifos	DURBAN 2	1.25	14	7	98 %	Oui à 1.5	Oui à 1.5	-	-	NFT à 1.25 T à 1.5	21	-	Xn	5	6
Chlorpyrifos	DURBEL	1.25	14	7	98 %	Oui à 1.5	Oui à 1.5	-	-	NFT à 1.25 T à 1.5	21	-	Xn	5	6
Indoxacarbe	STEWART	0.125	21	7	98 %	Oui	-	Oui	-	NFT	10	-	Xn	5	6
Indoxacarbe	EXPLICIT	0.25	21	7	98 %	Oui	-	Oui	-	NFT	10	-	Xn	5	48
Associations															
Cyperméthrine Chlorpyrifos M	DASKOR	1	14	7	90 %	Oui	-	Oui à 1.25	-	-	21	-	Xn	5	48
Famille Benzhydzines : Positionnement entre 3 et 5 jours après le début de vol et avant le début des pontes pour profiter au maximum de l'effet ovicide du produit. Une seule et unique application entre le 15 juin et le 15 juillet, une fois tous les 2 ans sur la même parcelle															
Methoxyfenozide	RUNNER	0.4	21	7	85 %	-	-	-	-	-	14	-	ncI	5	6

Annexes

- **Persistance** : durée en jour durant laquelle le produit est efficace à partir des éclosions.
- **Action de choc** : âge en jour des chenilles tuées.
- **Action ovicide** : pourcentage de mortalité des œufs.
- **Action Thyphlodrome** : NFT : neutre à faiblement toxique, T: toxique.
- **Mélanges interdits** : tous produits classés T ou T+, deux produits R40 et/ou R68, deux produits R48, deux produits R68, deux produits R62 et/ou 63 et/ou 64.
- **RAK 1** : cochyliis, 2 générations.
- **RAK 2** : eudémis, 3 générations.

- **CASCADE** : Dernière année d'utilisation : Arrêt des ventes le 30/06/2011, délais d'utilisation jusqu'au 30/09/2011.
- **FUORO et LUFOX** : Dernière année d'utilisation : arrêt des ventes le 30/06/2011, délais d'utilisation jusqu'au 30/10/2011.
- **TALSTAR FLO** : Arrêt de l'utilisation le 30/05/2011.

L'usage des acaricides est à réserver uniquement sur les parcelles où la pression observée l'exige. Dans les parcelles bien pourvues en typhlodromes il n'est pas nécessaire d'intervenir chimiquement.

AB : Agriculture Biologique

ACARIOSE

Liste non limitative au 01/02/11

Matière active	Nom commercial	Dose homologuée par hectare l/ha	Effet de choc	Efficacité sur			Délai avant récolte en jour	Toxicité	Phrases de risque /mélange	Zone non traitée en mètre	Délai réentrée en heure
				Oeufs	Larves	Adultes					
Acariose de printemps											
Soufre mouillable	Microthiol spé dispers	20 AB	Selon conditions météo				ncl	-	5	6	
	KOLTHIOR	20 AB					ncl	-			
Fenazaquin	TURKOISE	0.6	Choc		X	X	Xn	-	5	24	
Etoxazole	BORNEO	0.25	-	X	X		-	-	5	6	
clofentezine	APOLLO 50 SC	0.2	null				ncl	-	5	6	
Acariose d'été											
Propargite	OMITE 57 New	1.5	Choc		X	X	Xn	R 40	20	48	
Fenazaquin	TURKOISE	0.6	Choc		X	X	Xn	R 48	5	24	

Mélanges interdits : Tous produits classés T ou T+, deux produits R 40 et/ou R 68, deux produits R 48, deux produits R 62 et/ou 63 et/ou 64.

ACARIENS ROUGES (Ulm) ET JAUNES (Urticae – Carpini)

Liste non limitative au 01/02/11

Matière active	Nom commercial	Dose homologuée / hectare en l ou kg	Effet de choc	Efficacité sur			Toxicité	Phrases de risque /mélange	Zone non traitée en mètre	Délai réentrée en heure
				Oeufs	Larves	Adultes				
Etoxazole	BORNEO	0.5 0.25 (acarien tisserand)	Non	X	X		-	-	5	6
Fenazaquin	TURKOISE	0.6 (E. Carpini) 0.8 (P. Ulmi)	Choc		X	X	Xn	R 48	5	24
Lambda cyhalothrine	KARATE ZEON	0.2 (T. Urticae/E. Carpini) 0.4 (P. Ulmi)	Fort		X	X	Xn	-	5	48
Propargite	OMITE 57New	1.5	Choc		X	X	Xn	R 40	20	48
Pyridabene	POSEIDON	0.5	Choc		X	X	Xn	-	5	48

Mélanges interdits : Tous produits classés T ou T+, deux produits R 40 et/ou R 68, deux produits R 48, deux produits R 62 et/ou 63 et/ou 64.

OMITE 57 NEW : dernière année d'utilisation : arrêt des ventes le 30/06/2011, délais d'utilisation jusqu'au 30/09/2011

HERBICIDE DE PRE LEVEE

Liste non limitative au 01/02/11

Matière active	Nom commercial	Dose ha en plein = sur toute la surface En kg ou l/ha	Points clés	Restriction d'utilisation				
				Délai avant récolte en jour	Phrase de risque / mélange	Toxicité	Zone non traitée en mètre	Délai de réentrée en heure
Pendimethaline	PROWL 400 BAROUD SC	6 l Maxi ATTENTION : Restriction d'utilisation exclusivement sous le rang. Adapter la dose à la surface traitée	- 3 semaines avant débourement et sur sol humide - Vigne de 25 à 40 cm - Insuffisant sur Géranium	140	-	Xi	50	6
Penoxsulame EW	BOA	0.35	-efficace sur morelle, véronique, amarante et érigeron -intérêt en association avec d'autres herbicides de prélevée pour élargir spectre et durée d'action. -vigne de +de 3 ans	Stade boutons floraux agglomérés	-	Xi	5	48
Flumioxazine	PLEDGE RAMI	1.2	- Vigne de + 4 ans - Avant débourement - Vigne + 40 cm - Limite sur Erigéron et Sénéçon	-		T	5	6
Propyzamide Oxyfluorfe	EMIR SHEIK	3.5	- Vigne + 40 cm - Mouiller à + 300 l d'eau /ha	-	R 40	Xn	5	6
Oxyfluorfe	GOAL 2E	6	- Avant débourement - Vigne de + 2 ans - Vigne + 40 cm Limite sur Erigéron, Morelle et Sénéçon	200	-	T	20	24
Propyzamide	KERB FLO	1.87	- Sur graminées notamment RGA	180	R 40	Xn	5	6
Flazasulfuron	KATANA	0.2	- Vigne de + 4 ans -Insuffisant sur Morelle et limite sur Sénéçon	75	-	ncl	20	6
Isoxaben	CENT 7 *	8	- Avant débourement - Limite sur Erigéron et Géranium	-	-	ncl	5	6
Oryzalin	SURFLAN *	8	- Limite sur Erigéron et Morelle	-	-	Xi	5	48

Ne pas désherber les tournières, les chemins, les talus et les fossés ...

*Autorisés sur vignes de – 4 ans. Dans l'objectif de limiter l'usage en plein des herbicides, l'application des prélevées est plutôt préconisée pour une pratique sous le rang. Il est essentiel pour cela de bien connaître la surface réellement traitée sous le rang.

Mélanges interdits : Tous produits classés T ou T+, deux produits R 40 et/ou R 68, deux produits R 48, deux produits R 62 et/ou 63 et/ou 64.

HERBICIDE DE POST LEVEE – Herbicide à action systémique

Liste non limitative au 01/02/11

Matière active	Nom commercial	Dose ha en plein En kg ou l/ha	Restriction d'utilisation				
			Délai avant récolte en jour	Phrase de risque / mélange	Toxicité	Zone non traitée en mètre	Délai de réentrée en heure
Glyphosate	+ de 100 spécialités homologuées	Annuelles : 1440 g de m.a /ha Bisannuelles : 2160 g de m.a /ha Vivaces : 2880 g de m.a /ha Résistances détectées sur RGA	21	-	ncI/Xi/Xn selon les spécialités	De 5 à 20 selon les spécialités	6 à 24 selon les spécialités
		Mode d'action : Contact et systémique 8l/ha sur vivaces 4l/ha sur annuelles et bisannuelles	60	-	Xi	20	48
NEW Pyraflufen-éthyl glyphosate	GUILD VERTICAL	12 à 15 l selon : - l'époque l'application - le type d'adventice - le stade de développement de la MH	42	R 48 R 63	Xn	5	6
	DIAZOL TL			R 48 R 63	Xn	5	6
Amitrole Aclonyfen Thiocyanate d'Amonium	DERBY	Annuelles : 10 l /ha Bisannuelles : 10 l/ ha	42	R 40 R 48	Xn	20	48
	AZURAL DUO	Annuelles : 15 l /ha Bisannuelles : 20 l/ ha	42	R 48 R 63	Xn	5	6
Amitrole + Glyphosate Thiocyanate d'Amonium	K par K	Annuelles : 15 l /ha Bisannuelles : 15 l/ ha	42	R 40 R 48			

Ne pas désherber les tournières, les chemins, les talus et les fossés ...

Mélanges interdits : Tous produits classés T ou T+, deux produits R 40 et/ou R 63, deux produits R 48, deux produits R 62 et/ou R 63 et/ou R 64.

HERBICIDE DE POST LEVEE – Herbicide à action de contact

Liste non limitative au 01/02/11

Matière active	Nom commercial	Dose ha en plein En kg ou l/ha	Points clés	Restriction d'utilisation			
				Délai avant récolte en jour	Phrase de risque / mélange	Toxicité	Zone non traitée en mètre
Glufosinate d'ammonium	BASTA F1	Annuelles : 4 l /ha Vivaces : 5 l /ha	Action ralentie par temps froid ...	14	R 48 R 63	T	5
Diquat	REGLONE 2	Annuelles : 4 l /ha Vivaces : 4 l /ha	Utiliser avec un mouillant ...	90	R 48	T	5

Ne pas désherber les tournières, les chemins, les talus et les fossés ...

Mélanges interdits : Tous produits classés T ou T+, deux produits R 40 et/ou R 68, deux produits R 48, deux produits R 62 et/ou 63 et/ou 64.

HERBICIDE DE POST LEVEE – Herbicide systémique anti-graminée

Liste non limitative au 01/02/11

Matière active	Nom commercial	Dose ha en plein En kg ou l/ha	Points clés	Restriction d'utilisation			
				Délai avant récolte en jour	Phrase de risque / mélange	Toxicité	Zone non traitée en mètre
Cycloxydine	STRATOS ULTRA	2	Anti graminée	-	-	Xi	5
Quizalofop	TARGA D+	1.25	Anti graminée	-	-	Xi	5

Ne pas désherber les tournières, les chemins, les talus et les fossés ...

Mélanges interdits : Tous produits classés T ou T+, deux produits R 40 et/ou R 68, deux produits R 48, deux produits R 62 et/ou 63 et/ou 64.

Annexes

Guide de protection du raisin 2021

<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/pub360/pub360C.pdf>

Annexe 2 : sur les effets des pesticides sur la santé.

A partir de la synthèse des travaux ainsi que les recommandations du groupe d'experts réunis par l'Inserm dans le cadre de la procédure d'expertise collective « Pesticides : effets sur la santé » menées par ISABELLE BALDI ET AL, 2013, PARIS

Bilan 1 : des études analysées sur l'exposition aux pesticides et la survenue d'une pathologie chez l'adulte et l'enfant.

- a- Association positive entre exposition professionnelle aux pesticides et pathologies chez l'adulte (d'après la synthèse des données analysées)

pathologies	Population concernées par un excès de risque significatif	Présomption d'un lien ^a
LNH	Agriculteurs, applicateurs des pesticides, ouvriers en industrie de production.	++
Cancer de la prostate		++
Myélome multiple	Agriculteurs, applicateurs des pesticides	++
Maladie de Parkinson	Professionnelles et non professionnelles.	++
Leucémies	Agriculteurs, applicateurs des pesticides, ouvriers en industrie de production.	+
Maladie Alzheimer	agriculteurs	+
Troubles cognitifs ^b		+
Impact sur la fertilité, fécondabilité	Populations professionnelles exposées.	+
Maladie de Hodgkin	Populations agricoles	±
Cancer du testicule		±
Tumeurs cérébrales (gliomes méningiomes)		±
Mélanome cutané		±
Sclérose latérale amyotrophique (SLA)	Agriculteurs	±
Troubles anxio-dépressifs ^b	Agriculteurs, agriculteurs ayant des antécédents d'intoxications aiguës, applicateurs.	±

(^a) Les cotations reprennent l'appréciation de la présomption du lien d'après l'analyse des résultats des études rapportées dans la synthèse : présomption forte (++) , présomption moyenne (+) et présomption faible (±)

Annexes

(^b) Les pesticides étudiés étaient presque exclusivement des insecticides organophosphorés

b- Association positive entre exposition professionnelle ou domestique aux pesticides et cancers et développement de l'enfant (d'après la synthèse des données analysées) :

Effets	Population concernées par un excès de risque significatif	Présomption d'un lien ^a
Leucémie	Populations professionnelles exposées pendant la grossesse, population concernées par une exposition résidentielle en période prénatale	++
Tumeurs cérébrales	Population professionnelles exposées pendant la grossesse.	++
Malformation congénitales	Population professionnelles exposé pendant la grossesse, populations exposées aux domicile (proximité, usages domestiques)	+
Morts fœtales	Populations professionnelles exposées pendant la grossesse	+
neurodéveloppement	Populations exposées au domicile (proximité, usage domestique, alimentation) ^b populations professionnelles exposées pendant la grossesse.	±

(^a)Les cotations reprennent l'appréciation de la présomption du lien d'après l'analyse des résultats des études rapportées dans la synthèse : présomption forte (++) , présomption moyenne (+) et présomption faible (±).

(^b)Pesticides organophosphorés

Annexes

Bilan 2 : des études analysées sur l'exposition aux substances actives autorisées en France et en Europe.

Substances actives	Classification européenne	Présomption d'un lien ^a	Hypothèse mécanique compatibles ^b
Organophosphorés Insecticides Chlorpyrifos	Tox aiguë cat 3	Leucémie (+) Neurodéveloppement enfant (+) LNH(±)	Oui (++) Oui (++) Oui (++)
Dithiocarbamates Fongicide Mancozèbe/Manèbe	Repro cat 2	Leucémie (+) Mélanome (+) Parkinson (en mélange avec paraquat) (±)	Oui (+)
Phénoxyherbicides Herbicide 2,4-D MCPA Mécoprop	Tox aiguë cat 4	LNH (+) LNH (±) LNH (±)	?
Aminophosphonates glycines Herbicide Glyphosate		LNH (+) Morts fœtales (±)	?

(^a) Les cotations reprennent l'appréciation de la présomption du lien d'après l'analyse des résultats des études rapportées dans la synthèse : présomption forte (++), présomption moyenne (+) et présomption faible (±).

(^b) Les cotations reprennent les hypothèses mécanistiques d'après l'analyse des résultats des études rapportées dans la synthèse : (++) hypothèse soutenue par trois mécanismes de toxicité, (+) hypothèse soutenue par au moins un mécanisme de toxicité.

Annexes

Bilan 3 : des études analysées sur l'exposition aux substances actives interdites en France :

Familles des pesticides	Substances actives.	Année d'interdiction en Europe	CIRC	Présomption d'un lien ^a	Hypothèses mécanique compatible ^b
Organochlorés insecticides	Dieldrine	1978	3 ou groupe 2 (US-EPA)	LNHc (±) Cancer prostate (±) Parkinson (±)	Oui (+) Oui (+) ?
	DDT/DDE	1978	2B	LNH (++) Cancer testicule (+) Croissance pondérale enfant (++) Neurodéveloppement enfant (±) Atteintes spermatiques	Oui (+) ? ? ? ?
	Chlordane	1978	2B	LNH (±) Leucémie (+) Cancer prostate (±) Cancer testicule (+)	Oui (+) Oui (+) Oui (+) ?
	Lindane (γ HCH)	2002/2004/2006/2007.	2B ^d	LNH (++) Leucémie (+)	Oui (++) Oui (++)
	β HCH	2002/2004/2006/2007	2B ^d	Cancer prostate (±)	?
	Toxaphène	2004	2B	LNH ^c (±) Leucémie (+) Mélanome (+)	Oui (++) Oui (++) Oui (++)
	Chlordécone	2004	2B	Cancer prostate (++) Atteintes spermatiques (+) Neurodéveloppement enfant (+)	Oui (+) ? ?
	Heptachlore	1978	2B	Leucémie (+)	Oui (+)
	Endosulfan	2005	Pas classé	?	Oui (+)

Annexes

Organochlorés fongicide	Hexa-chlorobenzène (HCB)	1978	2B	Croissance pondérale enfant (+)	?
Organophosphorés insecticides	Terbufos	2003 Dérogation 2007		LNH (+) Leucémie (+)	?
	Diazinon	2008		LNH (+) Leucémie (+)	?
	Malathion	2008	3	LNH (++) Leucémie (+) Neurodéveloppement enfant (+) Atteintes spermatiques (+)	Oui (+) Oui (+) ? ?
	Fonofos	2003		LNH (±) Leucémie (+) Cancer prostate (+)	?
	Parathion	2002	3	Mélanome (+)	?
	coumaphos	Aucune législation en Europe		Cancer prostate (+)	?
Carbamates insecticides	Carbaryl	2008	3	LNH (±) Mélanome (+) Atteintes spermatiques (+)	,
	propoxur	2002		Neurodéveloppement enfant (+) Croissance fœtale (+)	?
	Carboofuran	2008		LNH (±) Cancer prostate (+)	?
Thiocarbamates herbicides	Butylate	2003		NH (+) Cancer prostate (+)	?
	EPTC	2003		Leucémie (+)	?
Triazines herbicide	atrazine	2005	3	LNH (+) Croissance fœtale (+)	Oui (+)
	Cyanizine	2002/2007		LNH (±)	??

Annexes

Pyréthroïdes insecticide	Perméthrine	2002	3	Cancer prostate (+)	Oui (+)
	Fenvalérate	1998	Non classé	Atteintes spermatiques (+)	?
Hydrocarbures aliphatiques bromés	Bromure de méthyle (fongicide, herbicide, insecticide)	2010	3	Cancer de testicules (+)	?
	Dibromure d'hétylène ou Dibromoéthane (fumigant)	interdit	2A	Atteinte spermatique (+)	?
	Dibromochloro propane (DBCP) (nématocide)	Interdit	2B	Atteinte spermatique/infertilité (+++)	Oui (+++) (mécanismes connus)
Autres familles	Paraquat (herbicide)	2007		Parkinson ((+))	Oui (++)
	Roténone (insecticide)	2011		Parkinson (+)	Oui (++)
	Alachlore (herbicide)	2008		Leucémie (+)	Oui (++)

(^a) Les cotations reprennent l'appréciation de la présomption du lien d'après l'analyse des résultats des études rapportées dans la synthèse : présomption forte (++), présomption moyenne (+) et présomption faible (±)

(^b) Les cotations reprennent les hypothèses mécanistiques d'après l'analyse des résultats des études rapportées dans la synthèse : (++) hypothèse soutenue par trois mécanismes de toxicité, (+) hypothèse soutenue par au moins un mécanisme de toxicité.

(^c) Résultats issus de données obtenues uniquement sur les populations porteuses d'une translocation t(14,18)

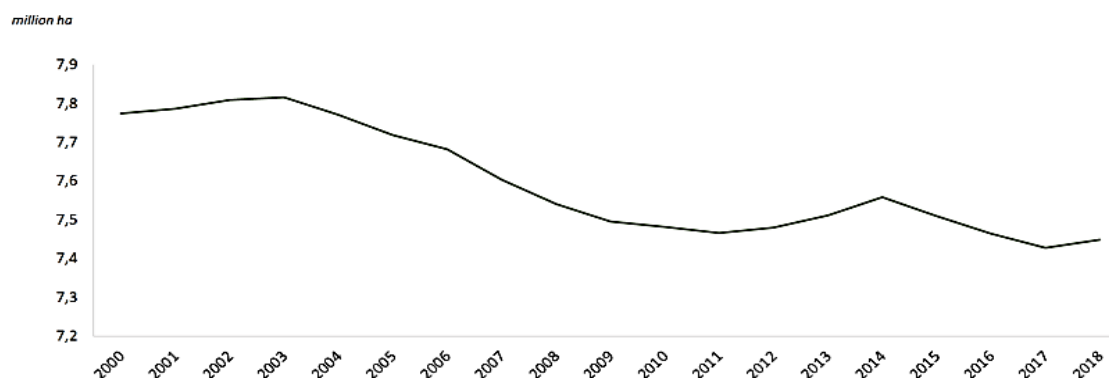
(^d) C'est le mélange technique (α , β , γ HCH) qui est classé 2B par le Circ

Pour plus d'informations et connaissances consultez le **Rapport de recherche** suivant :

https://www.hal.inserm.fr/inserm-02102981/file/Inserm_EC_2013_PesticidesEffetsSante_Synthese.pdf

Annexe 3 : <https://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf>

Evolution of world area under vines



Annexe 4 : guide de l'observateur complet sur la vigne qui montre les PARASITES de la vigne et les symptômes apparaissant sur ses organes.

https://nouvelle-aquitaine.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Nouvelle-Aquitaine/094_Inst-Nouvelle-Aquitaine/Documents/BSV_2017/Guides_de_l_observateurs/Guide_observateur_VIGNE/GUIDE_VIGNE_COMPLET.pdf

Annexe 5 : autres références réglementaire de 2003 à 2021 :

<https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/publications/juridiques/panorama-des-textes/Produits-phytosanitaires-pesticides-1095>

Annexe 6 LNE : https://metrologie-francaise.lne.fr/sites/default/files/media/document/07_pesticides-tracabilite-mesure.pdf

Annexes

Annexe7 : https://www.generations-futures.fr/wp-content/uploads/2017/05/mdrgf_dossier_raisin_pesticides_final.pdf

Introduction



Chapitre I

Vigne : biologie, parasites, traitements



Chapitre II

Résidus des pesticides dans le raisinet Et Leurs effets sur la santé



Chapitre III

Maitrise de la qualité sanitaire du raisin, en relation avec résidus de pesticides



Chapitre IV

Méthodes de dosage des résidus pesticides dans le raisin



Conclusion



Références bibliographiques



Annexes



Résumé

L'Algérie fait partie des pays producteurs du raisin. La consommation moyenne est estimée de 11.3 kg par habitant et par ans de raisins frais.

La culture de la vigne est très sensible par son exposition aux différentes maladies et ravageurs qui endommagent sa production et sa qualité, de ce fait les viticulteurs procèdent à l'utilisation des traitements phytosanitaire pour protéger leur vignoble. Les principaux pesticides utilisés sont les fongicides, herbicides et insecticides.

Les résidus des pesticides qu'on en trouve sur les raisins et les aliments en général pénètrent dans l'organisme humain par différentes voies et peuvent engendrer des effets néfastes sur la santé via leurs accumulations, des études épidémiologiques ont confirmé la relation entre résidus des pesticides et l'apparition de différentes maladies chroniques.

En Algérie, les mauvaises pratiques phytosanitaires, l'absence et la négligence des réglementations d'application, l'absence des contrôles et le devoir d'état est à l'origine de l'augmentation des taux des résidus dans le raisin algérien, ce qui influence négativement sur sa qualité.

Pour assurer la qualité du raisin et la sécurité alimentaire et sanitaire, on doit respecter et appliquer un ensemble de règles, de normes, de références de production et des exigences qui permettent sa mise sur le marché (certification, labellisation, traçabilité, contrôle) en élaborant un cahier des charges qui répond aux exigences et permet les échanges internationaux.

Pour préserver la santé du consommateur, des contrôles doivent être effectués par des méthodes de dosage spécifiques, et les plus fréquentes sont les méthodes chromatographiques (en phase liquide et en phase gazeuse) et la spectrométrie de masse.

Mots clés : Le raisin, les pesticides, résidus, santé, sécurité, qualité, méthodes de dosages.

Abstract

Algeria is a part of the countries that produce grapes. The average consumption is estimated at 11.3kgs per inhabitant and per year of fresh grapes.

The culture of vineyard is too sensitive because it is exposed to different illnesses and ravages that damage its production and quality. As a result, the vine growers proceed to use pesticides to protect their crops. The main pesticides that are used are the fungicides, herbicides, and insecticides.

Pesticide residues in grapes and foods in general penetrate into human organism through different ways and this can generate harmful effects on health through their accumulation. Epidemiologic studies confirmed the relation between pesticide residues and the appearance of different chronic diseases.

In Algeria, the bad practice of pesticides, the absence and the neglect of the regulations of application, the absence of controls along with the duty of the state, these are the original causes of the increase in the rate of residues in the Algerian grapes, and this has negative effects on its quality.

To assure the quality of grapes together with food and health security, we must respect and apply a number of rules, of norms, production references, and requirements that permit it to be on the market (certificate, labeling, traceability, control) with maintaining trade register that corresponds to the requirements and permit the international exchanges.

In order to preserve the consumer health, controls must be carried out through specific doses method, and the most frequent ones are chromatography (on liquid phase, and gas phase), and the spectrometry of the mass.

Keywords: Grapes, pesticides, residues, health, safety, quality, dosage methods.

ملخص

الجزائر من أكثر الدول المنتجة للعنب يقدر متوسط استهلاك العنب الطازج ب 11.3 كجم للفرد في السنة.

تعتبر زراعة الكرمة حساسة للغاية من خلال تعرضها لمختلف الأمراض والآفات التي تضر بإنتاجها وجودتها، لذلك يشرع مزارعو الكروم في استخدام علاجات الصحة النباتية لحماية مزارع الكروم الخاصة بهم. المبيدات الرئيسية المستخدمة هي مبيدات الفطريات ومبيدات الأعشاب ومبيدات الحشرات

تخلف معالجات الصحة النباتية المستعملة بقايا المبيدات على العنب والمواد الغذائية بشكل عام والتي تخترق جسم الإنسان من خلال عدة طرق والتي تشكل عواقب صحية من خلال تراكماتها، وقد أكدت الدراسات العلمية والوبائية وجود علاقة بين بقايا المبيدات وظهور الأمراض المزمنة المختلفة

في الجزائر الممارسات التطبيقية السيئة لمعالجات الصحة النباتية، إهمال اللوائح التنفيذية، نقص الضوابط وغياب الدولة هي السبب الجذري في زيادة مستويات مخلفات المبيدات في العنب الجزائري، مما يؤثر سلبيًا على جودته.

لضمان جودة العنب والسلامة الغذائية، وصحة المستهلك يجب علينا احترام وتطبيق مجموعة من القواعد والمعايير ومراجع الإنتاج والمتطلبات التي تسمح بتسويقه (الشهادة، الملصقات، التتبع، التحكم) في تطوير المواصفات التي تلبي متطلبات السوق وتهدف للمبادلات التجارية الدولية

- للحفاظ على صحة المستهلك، يجب مراقبة المنتوجات الموجهة للبيع وذلك عن طريق عمليات الجرعة والاكثر شيوعاً منها الطرق الكروماتوغرافية (في الطور السائل وفي الطور الغازي) وقياس الطيف الكتلي.

الكلمات المفتاحية: العنب، المبيدات، المخلفات، الصحة، السلامة، الجودة، طرق الجرعات.