



Utilisation et risques des pesticides en protection sanitaire de la menthe verte dans le Centre-Sud du Maroc (Use and risks of pesticides in sanitary protection of spearmint in south-central Morocco)

T. Eddaya^{1*}, A. Boughdad², L. Becker³, P. Chaimbault³, A. Zaïd⁴

¹Institut des Techniciens Spécialisés en Horticulture, B.P. 4002, Meknès-Maroc.

²Département de Protection des Plantes et de l'Environnement, Ecole Nationale de l'Agriculture, Meknès-Maroc.

³Université de Lorraine. Laboratoire de Chimie et Physique Approche Multiéchelle des 10 Milieux Complexes Laser (LCP-A2MC) EA 4632, Institut Jean Barriol-Fédération de Recherche 2843, F-57078 Metz technopole Cedex 03, France.

⁴Faculté des Sciences Moulay Ismail, B.P. 11201, Meknès-Maroc

Received 1 July 2014; Revised 17 October 2014; Accepted 21 October 2014.

*Correspondance: eddaya64@yahoo.fr; Tel: +2120652055383 ;

Résumé

Pour préciser le statut d'utilisation des pesticides sur la menthe verte dans le Centre-Sud du Maroc, une enquête a été conduite auprès de 74 producteurs de menthe dans la Wilaya de Meknès-Tafilalt. Dans trois régions sur 7, les agriculteurs n'utilisent pas de pesticides sur la menthe. Dans les 4 autres régions, 13 matières actives insecticides et 11 fongicides, appartenant à différents groupes chimiques, sont appliquées sous différentes formulations sur la menthe contre des organismes nuisibles à cette culture. En termes de toxicité au sens de l'OMS, les pesticides utilisés se classent de très dangereux à peu dangereux. Au regard du faible niveau de technicité des agriculteurs, l'utilisation des pesticides de synthèse sur la menthe expose le consommateur, le producteur et l'environnement à des risques d'intoxications aiguës et chroniques.

Mots clés : Maroc, Menthe verte, Pesticides, Risques sanitaires et environnementaux

Abstract

To determinate the status of pesticide use on spearmint in South-Central Morocco, a survey near 74 farmers was undertaken in the Wilaya of Meknès-Tafilalt. In three regions among seven, the farmers don't use pesticides on mint. In four other regions, 13 active ingredients of insecticides and 11 fungicides belonging to different chemical groups are applied as different formulations against pests associated with the crop. In toxicity terms and, according to WHO, the pesticides used are graded as very to least dangerous. In respect of the low technical level of farmers, the use of pesticides in pest control on mint exposes consumers, growers and environment to acute and chronic hazard.

Keywords: Morocco, Spearmint, Pesticides, Sanitary and environmentally risks.

1. Introduction

La menthe verte ou menthe crépue, *Mentha spicata* L cv. *viridis* [1] ou *Mentha viridis* L. [2], est une plante vivace de la famille des Labiées ou Lamiacées [2] qui renferme 200 genres [3-5]. Le genre *Mentha* englobe de 25 à 30 espèces [6]. En Chine et en Egypte, la culture de la menthe verte remonte à plus de 2000 ans avant l'Ere Chrétienne [7]. Par ses propriétés aromatiques et médicinales, la menthe verte a fait l'objet de plusieurs études de recherches [8]. Les huiles essentielles de la menthe verte sont très riches en carvone, linalool, oxyde de piperitone, carvone-dihydrocarvone et en pulégone-menthone [9,10]. Elle est aussi utilisée comme biopesticide [11, 12], amendement organique [13] et conseillé en association avec d'autres techniques contre la morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium* L.) [14] en termes de culture nettoyante. La culture de la menthe verte est connue dans les 5 continents. Aux Etats-Unis par exemple, elle est cultivée principalement en Indiana, Michigan, Oregon, Washington et en Californie. D'autres pays comme l'Australie, le Canada et l'Argentine connaissent une augmentation de production en réponse à la demande [15].

Au Maroc, la menthe verte est très utilisée avec le thé qui est une boisson nationale et en tant que plante médicinale depuis des décennies [16]; elle occupe une superficie de l'ordre de 3500 hectares et assure une production moyenne de 50000 tonnes [17] dont 4955 tonnes de la menthe fraîche sont exportées [18]. Bien que sa culture soit pratiquée dans tout le Maroc, certaines zones sont connues par une production importante telle que Tiznit, Settat et Meknès [19]. La croissance végétative de la menthe est fortement ralentie à une température minimale inférieure à 10 °C et maximale supérieure à 25 °C. La période de floraison de la menthe qui coïncide avec la saison de l'été est une période optimale pour la production des huiles essentielles [20].

A l'instar des autres cultures, la menthe connaît des problèmes phytosanitaires dus aux ravageurs (chenilles des noctuelles, pyrales, altises, pucerons, cicadelles, punaises, mouches blanches, etc.), maladies cryptogamiques (rouille, oïdium, verticilliose) [21] et virales (Begomovirus) [22]. L'attaque de ces agents nuisibles génère souvent des pertes importantes. Ainsi, par exemple, la rouille, *Puccinia mentha*, réduit la production des huiles essentielles [23]. Pour contrôler ces bioagresseurs, les agriculteurs traitent avec des pesticides de synthèse; contre les maladies cryptogamiques, les fongicides sont le bitertanol, tebuconazole, triadiménole, myclobutanil et l'héxaconazole, alors que contre les ravageurs, on traite surtout avec la cyperméthrine, la cyfluthrine et la déltaméthrine [24, 25]. Au Maroc, aucun pesticide de synthèse n'a été homologué sur la culture de la menthe avant 2013 [26-28].

Toutefois, si l'utilisation des pesticides est considérée depuis des années comme un moyen de lutte le plus rentable, la marge bénéficiaire se réduit considérablement par la soustraction des coûts de leurs effets indésirables sur l'environnement, les oiseaux, les ennemis naturels et la santé humaine [29]. Les résidus contenus dans les plantes peuvent être une source de contamination des huiles essentielles [30] qui sont utilisées en tant qu'additif alimentaire, cosmétique et dans l'industrie pharmaceutique [15]. Les pesticides possèdent tous, à différents degrés, un potentiel de toxicité et peuvent malheureusement être toxiques pour des organismes non visés, y compris l'Homme [31]. Par leurs sérieux effets secondaires sur la santé humaine et sur l'environnement [32, 33], les consommateurs, les utilisateurs ou les contaminés en général peuvent courir des risques sanitaires tels que le cancer, la suppression du système immunitaire, la destruction hormonale, la diminution de la capacité intellectuelle, une reproduction anormale avec des avortements [31, 34] et la modification de l'ADN [35]. L'exposition aux organophosphorés affecte aussi la qualité du spermatozoïde [36]. Environ 54% de cas d'intoxications sont en rapport avec des pesticides à usage agricole [37, 38]; ces intoxications sont source d'une morbidité et d'une mortalité conséquente. En effet, selon l'organisation mondiale de la santé, le nombre annuel des intoxications par les pesticides se situe entre 1 et 5 millions, dont plusieurs milliers de cas de morts sont les fœtus, les enfants, les nourrissons et les personnes âgées qui sont les plus sensibles. La malnutrition et la déshydratation accroissent la sensibilité aux pesticides [31, 37].

Ce sont les régions à fort potentiel agricoles qui sont les plus exposées aux risques des pesticides [39]. Au Maroc, environ 7% d'intoxications sont d'origine chimique dont la majeure partie est associée à la contamination des aliments par des pesticides [40]. L'exposition aux pesticides peut se faire par les voies cutanée, respiratoire et orale dont le risque s'accroît généralement avec l'augmentation de la dose qui n'améliore pas nécessairement l'efficacité du traitement et, aucun pesticide ne peut être utilisé de façon sécuritaire sans le port de vêtements de protection individuelle propre et en bon état [31].

Les métabolites dérivés peuvent également présenter un profil toxicologique inquiétant [33]. Leurs quantités et celle de la molécule mère dans ou sur les parties consommables du végétal à la récolte dépendent de la nature du pesticide, du climat, du végétal traité, des conditions de l'emploi et de la formulation [33].

Au Maroc, la menthe fraîche marocaine exportée vers les pays de l'Union Européenne connaît des dépassements des limites maximales des résidus fixées par cette dernière [41-43]. Pour acquérir des informations sur l'utilisation des pesticides en protection sanitaire de la menthe, il nous a semblé utile de préciser le statut des pesticides sur la menthe au Maroc en commençant par 7 régions du Centre-Sud marocain. L'étude a été réalisée sur la base d'une enquête, interview directe et l'observation sur le terrain; elle a porté sur les matières actives utilisées selon les cibles ainsi que les modalités d'usage de ces pesticides.

2. Matériel et méthodes

2.1. Enquêtes Sept régions de la Wilaya de Meknès-Tafilalet, situées au Centre-Sud du Maroc et caractérisées par différents étages bioclimatiques [44, 45] ont été retenues dans notre étude (Tableau1).

Les enquêtes ont été réalisées auprès de 74 producteurs répartis en nombre de 20, 10, 4, 10, 10 et 10, respectivement, dans la région de Meknès-El Hajeb, Azrou, Ifrane, Kef en Nsour, Arougou, Aglmous et Tinjedad. Le questionnaire a porté

sur l'âge, le sexe, le niveau d'instruction des enquêtés, la superficie agricole plantée, les variétés de la menthe, les problèmes phytosanitaires, le traitement (fréquence, dose, cible, origine de décision, période, délai avant la récolte), matériel de traitement (type, état, entretien et entreposage), les conditions de traitement (température, humidité relative, ensoleillement et vent), les produits utilisés (matière active, formulation, usage, homologation, emballage), la sécurité et le devenir des emballages.

Tableau 1: Caractéristiques des régions couvertes par l'étude

Régions	Altitude (m)	Latitude (Nord)	Longitude (Ouest)	Climat
Meknès-El Hajeb	550	33°25'	5°10'	Semi-aride à hiver tempéré
Azrou	1446	33°34'-33°35'	5°5'-10'	Subhumide à hiver frais
Ifrane	1450	33°55'-33°60'	5°30'-5°45'	Humide à hiver froid
Arougou	1140	33°8'	5°50'	Humide à hiver froid
Kef en Nsour	789	32°50'	5°50'	Semi-aride à hiver tempéré
Aglmous	1075	32°50'	5°30'	Semi-aride à hiver frais
Tinjedadt	1060	31°52'	5°03'	Aride à hiver frais

2.2. Analyse des données

Les données ont été synthétisées sous forme de fréquences des producteurs de la menthe en fonction du paramètre considéré; elles sont présentées soit sous forme de graphiques ou de tableaux à l'aide du logiciel Excel version 2007.

3. Résultats

La menthe verte (*M. spicata* L.) plantée est la menthe crépue, connue par son nom vernaculaire « Naana el meknassi ». Dans les régions d'Azrou, Aglmous et Kef en Nsour, les parcelles emblavées en menthe ont des superficies inférieures à 0,5 hectare; tandis que dans la région de Meknès-El Hajeb, les superficies complantées en menthe sont supérieures à 0,5 hectare. Concernant l'utilisation des pesticides en protection de la menthe, les résultats obtenus révèlent que 67,57% des agriculteurs enquêtés font recours aux pesticides de synthèses en protection de cette culture contre les agents nuisibles; ces agriculteurs se localisent dans les régions de Meknès-El Hajeb, Kef en Nsour, Aglmous et d'Azrou; dans les régions d'Ifrane, Arougou et Tinjedadt, sur les 24 exploitations visitées, aucune n'utilise des pesticides sur la culture de la menthe. Les caractéristiques des populations utilisant les pesticides en protection sanitaire de la menthe sont présentés dans ce qui suit.

3.1 Âges et niveau d'instruction des populations utilisatrices des pesticides

Tous les producteurs de la menthe sont des hommes. Leurs âges varient de 30 à plus de 50 ans; les populations ayant entre 41 et 50 sont les plus nombreuses, elles représentent 60% des exploitants entretenus. Les agriculteurs les plus jeunes ou les plus âgés représentent de 4 à 10% de la population ciblée selon la région considérée (Figure 1).

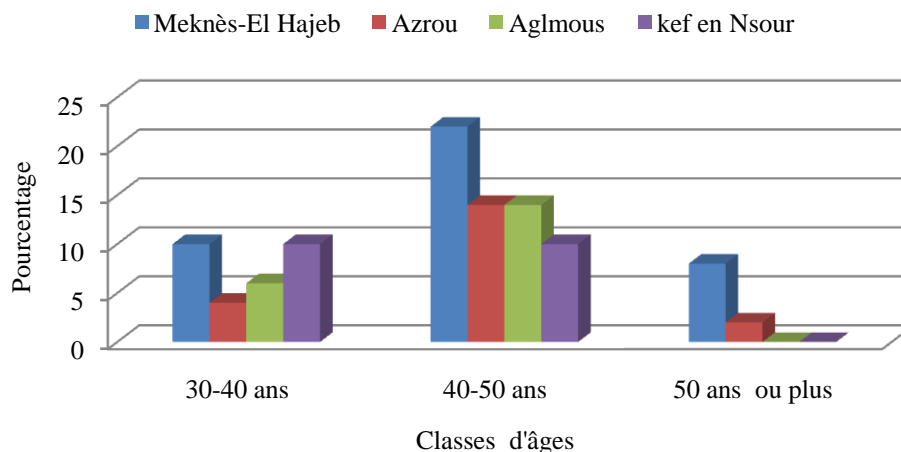


Figure 1: Répartition des exploitants utilisant les pesticides en protection sanitaire de la menthe par région selon leurs classes d'âges dans les régions concernées en 2010

Parmi la population utilisant les pesticides en protection sanitaire de la menthe, 52% n'ont aucun niveau d'instruction et 38% ont le niveau primaire; les autres ayant fréquenté le lycée ou/et le supérieur, représentent respectivement 8 et 2% des producteurs de la menthe; leur répartition est inégale entre les régions (Figure 2).

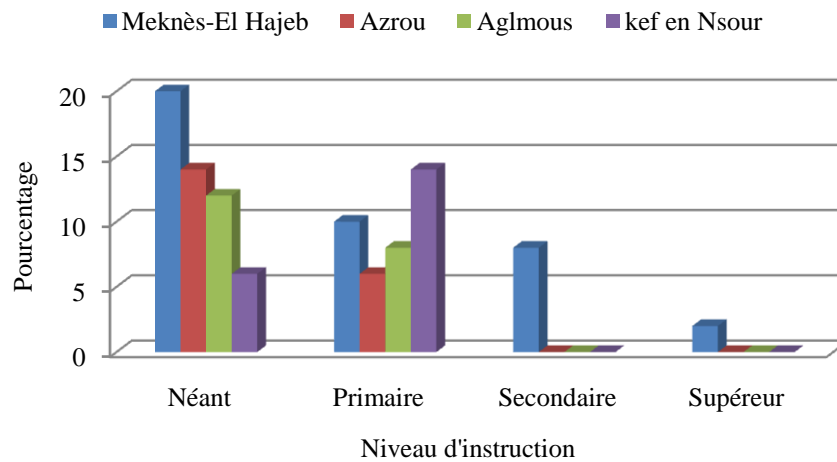


Figure 2: Répartition des producteurs de la menthe selon leur niveau d'instruction dans la Wilaya de Meknès-Tafilalet en 2010

3.2. Problèmes et traitements phytosanitaires

3.2.1. Ennemis ciblés

Dans toutes les régions d'étude, les principaux problèmes phytosanitaires de la menthe sont soulevés par les chenilles des lépidoptères, des pucerons et de l'oïdium. Dans la région de Meknès-El Hajeb, l'altise, la rouille et des cicadelles sont également signalés par les producteurs (Figure 3). Tous les producteurs traitent contre les pucerons et 60% d'entre eux luttent contre les chenilles et l'oïdium.

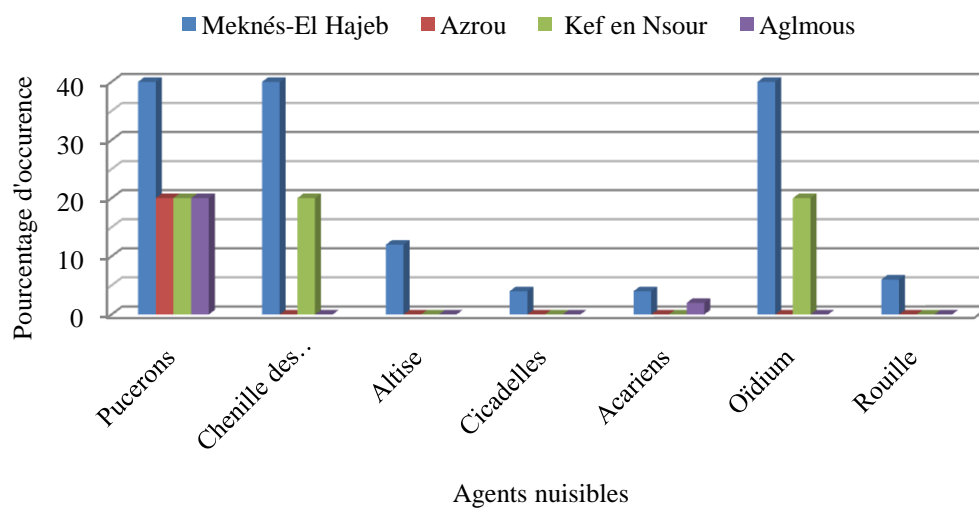


Figure 3: Répartition des producteurs de la menthe par région selon l'occurrence des agents nuisibles à la culture dans la Wilaya de Meknès Tafilalt durant 2010

3.2.2. Matières actives utilisées

Les matières actives utilisées concernent des insecticides et des fongicides; ces composés sont utilisés respectivement par 62,83% et 37,17% des producteurs de la menthe dans les régions où on traite. Parmi celles-ci, lambda cyhalothrine est la seule matière homologuée en 2014 contre les noctuelles sur la menthe au Maroc [28] suite à la procédure d'extension d'homologation pour un usage mineur [46]. Le temps, séparant le dernier traitement de la récolte varie selon la demande de l'acquéreur de la menthe, il s'étend de 1 à 25 jours pour tous les pesticides utilisés dans les régions visitées (Meknès-El Hajeb, Azrou, kef en Nsour et Aglmous). Aucun

producteur de la menthe n'utilise d'herbicides. Chez 98% des producteurs, les pulvérisations se font l'après-midi, quand il fait moins chaud en absence du vent fort et de pluies, mais sans tenue de protection. Le matériel le plus utilisé est le pulvérisateur à dos à pression manuelle (96%), tandis que 4% utilisent l'atomiseur à dos à pression mécanique. Les doses utilisées sont celles indiquées sur l'étiquette de l'emballage du pesticide avec l'aide des commerçants de pesticides, de membre de famille ou d'une personne qui a de l'expérience dans le domaine. A la fin des traitements, les pulvérisateurs sont rincés à l'eau des puits ou des rivières.

2.2.2.1. Insecticides

Les produits utilisés en contrôle des ravageurs de la menthe portent sur 13 matières actives. Ces pesticides appartiennent aux organophosphorés (diméthoate, malathion, chlorpyrifos éthyle), carbamates (pyrimicarbe, méthomyl), pyréthriinoïdes (bifenthrine, esfenvalérate, tralométhrine, cyperméthrine, lambda-cyhalothrine, deltaméthrine) et aux néonicotinoïdes (imidaclopride, thiacloprid). Tous ces produits sont neurotoxiques. Ce sont les pyréthriinoïdes qui sont les plus utilisés, plus particulièrement la deltaméthrine qui est rencontrée dans les 4 régions. Les organophosphorés et les néonicotinoïdes sont utilisés uniquement dans la région de Meknès-El Hajeb. Les carbamates sont rencontrés dans les régions de Meknès-El Hajeb et d'Azrou. La fréquence d'utilisation des insecticides varie selon la matière active et la région considérées. Par exemple, la deltaméthrine est utilisée par 11,83% des agriculteurs dans la région de Meknès-El Hajeb et 5,92% dans les régions d'Azrou, de kef en Nsour et d'Aglmous. La bifenthrine et le méthomyl sont utilisés uniquement dans la région d'Azrou, respectivement, par 0,59 et 5,92% de la population des agriculteurs enquêtés (Tableau 2). Ces pesticides sont formulés en émulsion, granulés ou en suspension (Tableau 2). A l'exception du pyrimicarbe, qui cible exclusivement les pucerons dans les régions de Meknès-El Hajeb et d'Azrou, les autres produits sont utilisés pour contrôler tous les ravageurs rencontrés.

Tableau 2: Pourcentages des producteurs de la menthe utilisant des insecticides contre les ravageurs relevés dans les régions étudiées durant 2010

Pesticides		Régions			
Matièresactives	Formulations	Meknès-El Hajeb	Azrou	Kef en Nsour	Aglmous
Pyrethriinoïdes					
Deltaméthrine		11,83	5,92	5,92	5,92
Lambda-cyhalothrine		11,83	- *	1,78	5,92
Cyperméthrine		3,55	-	-	-
Tralométhrine		2,37	-	-	-
Esfenvalérate	Concentré	2,96	-	-	-
Bifenthrine	émulsionnable	-	0,59	-	-
Organophosphorés					
Chlorpyrifos-éthyl		2,96	-	-	-
Diméthoate		11,83	-	-	-
Malathion		8,88	-	-	-
Carbamates					
Pyrimicarbe	Granulé dispersible	1,18	5,92	-	-
Méthomyl	Concentré émulsionnable	1,78	5,92	-	-
Néonicotinoïdes					
Thiacloprid	Suspension	1,18	-	-	-
Imidaclopride	concentrée	1,78	-	-	-

* : - = 0

2.2.2.2. Fongicides

Pour lutter contre les maladies cryptogamiques de la menthe, les producteurs utilisent 11 matières actives à Meknès-El Hajeb et uniquement l'héxaconazole à Kef en Nsour (Tableau 3). Parmi ces matières actives, ce sont les triazoles qui sont les plus utilisés, 61% des agriculteurs visités utilisent ce groupe des fongicides; les autres groupes sont appliqués de 1 à 13% par des producteurs de la menthe. Ces fongicides se présentent sous formes d'émulsions, de suspension, de granulés ou de poudres et ils sont utilisés essentiellement contre l'oïdium (Tableau 3).

Tableau 3: Pourcentages des producteurs de la menthe utilisant des fongicides contre les maladies cryptogamiques relevés dans les régions étudiées durant 2010

Matières actives	Pesticides Formulations	Régions			
		Meknès- El Hajeb	Azrou	Kefen Nsour	Aglmous
Carboxamide					
Boscalid	Granulés dispersibles	1	-*	-	-
Triazole					
Penconazole	Concentré émulsionnable	20	-	-	-
Myclobutanil		2	-	-	-
Hexaconazole	Suspension concentrée	20	-	10	-
Tétraconazole	Emulsion aqueuse	4	-	-	-
Triadiménoł		5	-	-	-
Benzimidazole					
Thiophanate-méthyle	Granulés soluble-eau	9	-	-	-
Composés Phénoliques					
Dinocap	Concentré émulsionnable	3	-	-	-
Strobilurin/Oximinoacetate					
krésoxim méthyle	Granulés dispersibles	2	-	-	-
Pyrimidine					
Fénarimol	Concentré émulsionnable	11	-	-	-
Minéraux					
Sulfate de cuivre (80%)	Poudre mouillable	13	-	-	-

* : - = 0

3.2.3. Devenir des emballages et conditions de stockage

Parmi les agriculteurs utilisant les pesticides sur la menthe, 80% abandonnent les emballages sur place; les autres les enfouissent ou les incinèrent (Figure 4).

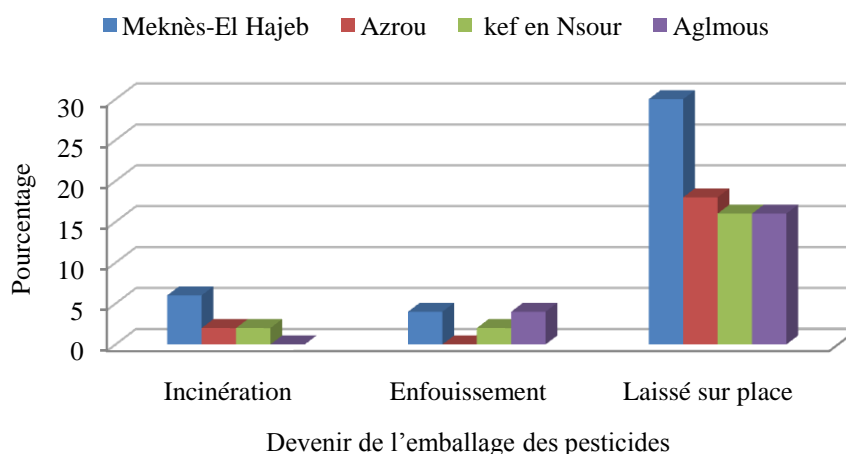


Figure 4: Répartition des producteurs de la menthe selon le devenir de l'emballage des pesticides utilisés contre les organismes nuisibles à cette culture dans la Wilaya de Meknès-Tafilalt durant 2010

Pour ce qui est du stockage des pesticides, chez 72% des producteurs de la menthe, l'entreposage des pesticides se fait dans leurs habitations à accès libre, tandis que 28% les entreposent dans des locaux fermés à clé mais non ventilés (Figure 5). Par ailleurs, il faut noter que ces locaux servent aussi à l'entreposage du matériel du traitement.

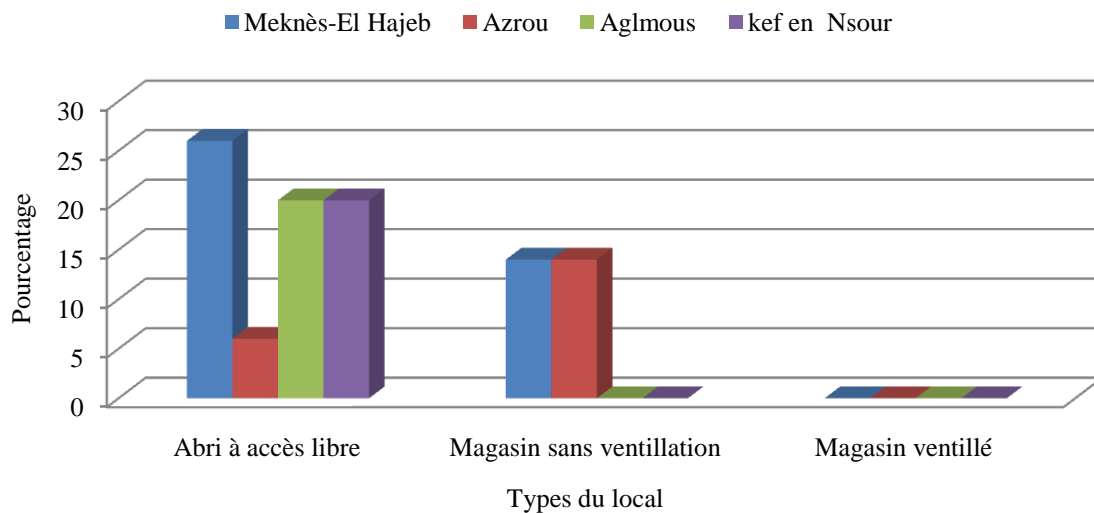


Figure 5: Répartition des producteurs de la menthe selon les conditions de stockage des pesticides dans la Wilaya de Meknès-Tafilalt durant 2010

4. Discussion

Dans la Wilaya de Meknès-Tafilalt, la culture de menthe est pratiquée sur des petites surfaces. Au cours de son développement, la menthe est attaquée par des agents biologiques nuisibles nécessitant un contrôle au moyen de produits chimiques de synthèse dans 4 régions sur 7 visitées.

L'absence de l'utilisation des pesticides dans les régions d'Ifrane, Arougou et de Tinjedad s'expliquerait par des conditions écologiques défavorables au développement des organismes nuisibles notamment les faibles températures d'hiver et les fortes chaleurs d'été, comme cela a été constaté par [47-49]. Au regard de la réglementation requise, la menthe de ces régions de production indemnes de pesticides peut être convertie en culture biologique.

Pour contrôler surtout les pucerons, des chenilles de lépidoptères ou l'oïdium, les agriculteurs utilisent à la fois des insecticides et des fongicides. Dans le Centre-Sud du Maroc, les molluscicides et les herbicides ne sont pas utilisés comme c'en est le cas dans la région de Settat [19]; cette dernière région est caractérisée par un climat aride sec. Dans les régions où on traite la menthe, les populations des agriculteurs sont constituées par des hommes âgés de 30 à plus de 50 ans et dont la majorité est analphabète ou ont un niveau d'instruction primaire. Par leurs sérieux effets secondaires sur la santé humaine [32, 33], les consommateurs, les utilisateurs ou les contaminés en général peuvent courir des risques d'intoxication de type chronique tels que le cancer, la suppression du système immunitaire, destruction hormonale, diminution de l'intelligence, reproductions anormaux avec des avortements [31, 34, 50, 51] et la modification de l'ADN [35].

Selon le classement de l'organisation mondiale de la santé [52], les matières actives utilisées sont soit très dangereuses (méthomyl), peu dangereuses (malathion, triadiméno, myclobutanil, dinocap), modérément dangereuses (pyrimicarbe, bifenthrine, lambda-cyhalothrine, esfenvalérate, cyperméthrine, deltaméthrine, imidaclopride, chlorpyrifos-éthyl, diméthoate, tétraconazole, sulfate de cuivre (80%) ou ne présentant vraisemblablement pas de risques dans des conditions normales d'utilisation (héxaconazole, penconazole, fénarimol, thiophanate-méthyle). Les pesticides utilisés en protection sanitaire de la menthe dans la Wilaya de Meknès-Tafilalt peuvent donc exposer le consommateur voire même l'utilisateur à des risques d'intoxication non maîtrisés. Les pyréthrinoïdes ont une toxicité aiguë et chronique létales élevées [53]. En effet, la deltaméthrine et la lambda-cyhalothrine, les plus fréquemment utilisées peuvent provoquer des perturbations endocrines en affectant le système hormonal de l'organisme, ce qui peut causer une augmentation des défauts natals, des anomalies sexuelles et des défaillances reproductives; la cyperméthrine, le malathion, le chlorpyrifos et le diméthoate pourraient être cancérigènes pour l'Homme [51, 54, 55-57]; les deux derniers organophosphorés sont parmi les pesticides les plus toxiques [36]. L'exposition aux organophosphorés affecte la qualité du spermatozoïde [36]. Par ailleurs, dans certains cas, les métabolites sont plus toxiques que la molécule mère; ainsi par exemple le malaaxon serait de 10 à 30 fois plus toxique que le malathion et pourrait induire des mutations géniques et des aberrations chromosomiques [55, 58]. Les carbamates sont plus toxiques à l'égard des

invertébrés et les poissons. Le méthomyl et la deltaméthrine, utilisés dans la zone d'Azrou sur des parcelles s'allongeant le long de la source d'Ain Aghbal, sont dangereux pour les poissons [59]. Les produits phytopharmaceutiques contenant du méthomyl sont autorisés sur plusieurs cultures (épinard, aubergine, asperge, tomate, pommier, laitue, etc...) avec des restrictions d'utilisation [27, 59, 60] après être retirés en 2008 [61] dans les pays de l'Union Européenne.

L'impact sur les espèces pollinisatrices, les auxiliaires en agriculture, la microflore et la microfaune des sols n'a pas été pris en considération même par les pays de l'Union Européen lors du processus d'homologation que pour les nouvelles molécules actives conformément à la directive européenne 91/914 relative à l'homologation des substances actives. Les produits phytosanitaires et plus particulièrement les insecticides à larges spectres d'action sont dangereux aussi pour les pollinisateurs, prédateurs, parasitoïdes et compétiteurs des ravageurs ciblés et créent un déséquilibre entre les populations composant les agro-écosystèmes. Par ailleurs, le déclin des espèces pollinisatrices, hyménoptères et diptères, très largement documenté dans la communauté scientifique, est attribué pour partie à l'utilisation des pesticides [50, 62]. Les poissons, les chats, les abeilles et d'autres insectes utiles sont sensibles aux pyréthriinoïdes [63-65]. Certains auteurs relataient la difficulté des ennemis naturels à se maintenir dans un environnement perturbé après une application de pesticide [66]. On constate globalement la diminution des effectifs d'insectes et d'autres invertébrés [67]. Les micro-organismes du sol, connus par une grande importance écologique et agricole, sont soumis à la pression des pesticides et plusieurs études ont été menées pour connaître les effets de ces derniers sur leurs populations (bactéries, champignons, algues, vers de terre et insectes) [67] et sur l'inhibition de la dénitrification [68].

À l'exception de la tralométhrine et le sulfate de cuivre qui ne sont pas mentionnés sur la liste réglementant l'utilisation des pesticides sur la menthe, les LMR tolérées sur les feuilles de la menthe des autres matières relevées dans notre travail sont établies [69]. La lambda-cyhalothrine est l'unique composé homologué en 2014 parmi ceux utilisés [28]. Dans la Wilaya de Meknès-Tafilalt, la récolte de la menthe se fait selon la demande indépendamment du délai de carence; or selon [25], la rémanence des produits utilisés par les producteurs entretenus varie généralement de 15 à 21 jours. Ce qui amplifie les risques d'intoxication du consommateur via les résidus des pesticides utilisés sur la menthe. L'utilisation du matériel de traitement non réglé et l'absence des vêtements de protection exposent le consommateur et l'opérateur lui-même à des intoxications directes [70]; sachant que les pesticides utilisés peuvent atteindre l'organisme par ingestion, contact et/ou inhalation. A ce propos, de 2004 à 2010, des dépassements des limites maximales des résidus de pesticides (chlorpyrifos éthyle, diméthoate et autres matières) ont été enregistrés sur les feuilles fraîches de la menthe destinée à l'exportation vers les pays de l'Union Européenne [42,43].

La contamination d'autres personnes telles que les membres de famille peut se faire par contact des vêtements de travail non changés et par la présence du logement de résidence à proximité des parcelles traitées. Ainsi par exemple, selon une étude conduite en Californie, des taux d'avortement élevés chez des mères vivant pendant leur grossesse à proximité des champs pulvérisés par des pesticides [71]. L'intoxication par des pesticides peut aussi survenir notamment chez les enfants, dans la mesure où les pesticides sont stockés dans des locaux à accès libre à l'intérieur même des habitations. Les emballages abandonnés au champ peuvent être nocifs aussi bien à l'Homme qu'à l'environnement [31]. Par des traitements, des pesticides arrivent dans l'air, les sols et les eaux, générant trois types de pollution correspondants, l'air et surtout les eaux font état de pollution par de pesticides et parfois à des concentrations élevées [53, 72-74]. Environ 54% de cas d'intoxications sont en rapport avec des pesticides à usage agricole [37, 38]. En fait, et contrairement aux directives de l'Organisation mondiale de la santé [75], le manque d'enregistrement des interventions phytosanitaires et l'adoption des bonnes pratiques agricoles, dû au faible niveau de formation technique des producteurs de la menthe au Maroc, rend difficile toute évaluation des risques inhérents à l'utilisation des pesticides.

Conclusion

Dans la Wilaya de Meknès-Tafilalt, sur les 7 régions enquêtées, trois d'entre elles (Ifrane, Arougou et Tinjedadt) n'utilise pas de pesticides en protection sanitaire de la menthe, ces régions peuvent revendiquer la conduite biologique de la culture de menthe. Dans les régions d'Azrou, Aglmous, Kef en Nsour et de Meknès-El Hajeb, les traitements de la menthe par des pesticides de synthèse peuvent exposer le consommateur, l'utilisateur et l'environnement à des risques d'intoxications immédiates ou/et différées dans le temps. Ces risques s'amplifient par le faible niveau de technicité des producteurs de la menthe. Pour éviter les effets négatifs des pesticides de synthèse utilisés sur la menthe, il est recommandé de commencer par homologuer des produits biologiques (Bactéries, champignons, nématodes, botaniques, etc.) efficaces vis-à-vis des

ravageurs et non nocifs au consommateur ni à l'Environnement. La formation des agriculteurs en protection phytosanitaire suivie de leur encadrement doit être une priorité pour le succès de la gestion intégrée des organismes nuisibles à la culture de la menthe. Avant d'élaborer un programme de gestion intégrée des organismes nuisibles à la menthe, une évaluation de la situation en termes d'impact des pesticides de synthèse utilisés jusqu'à présent en protection phytosanitaire de la menthe sur l'Homme et sur l'Environnement est à prévoir.

Remerciements-Nous remercions Hassan Hayati, directeur de l'Institut des Techniciens Spécialisés en horticulture de Meknès et Mohamed Ouissa, ex-directeur de la direction provinciale de l'agriculture de Khénifra pour l'appui qu'ils ont apporté à la réalisation de ce travail. Nous remercions également les producteurs de la menthe qui ont accepté de répondre à nos questions, de nous faire visiter leurs parcelles de la menthe et locaux de stockage des pesticides.

Références

1. Khanuja S.P.S., Shasany A.K., Srivastava A., Kumar S., *Euphytica* 111(2000) 5.
2. Chadeffaud M., Emberger L., *Traité de botanique (systématique)*, Masson et Cie (1960).
3. Good R., *The Geography of the Flowering Plants. (Ed) Addison-Wesley Longman Ltd* (1974) 518.
4. Hedge C., *Advances in Labiatae Science. Royal Botanic Gardens* (1992) 11.
5. Heywood V.H., *Flowering Plants of the World. Oxford University Press* (1978).
6. Dorman H.J., Kosar M., Kahlos K., Holm Y., Hiltunen R., *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (2003) 7.
7. Anton R., Lobstein A., *Tec & Doc, Lavoisier* (2005) 7.
8. Akdoan M., Tamer M.N., Cure E., Cure M.C., Koroglu B.K., Delibat N., *Phytother. Res.* 21 (2007) 4.
9. Kokkini S., Vokou D., *Economic botany* 43(2) (1989) 11.
10. Tucker A.O., *The Herb Companion* 4 (1992) 2.
11. Koul O., Walia S., Dhaliwa G.S., *Biopestic. Int.* 4 (1) (2008) 22.
12. Omar Nabil A., El-Sayed Zeinab I.A., Romeh Ahmed A., *Re. J. Agric. Biol. Sci.* 5 (6) (2009) 9.
13. Chattopadhyay A., Subrahmanyam K., Singh D.V., *Fertilizer Research* 35 (1993) 5.
14. FAO/EPPO, *Atelier de travail EPPO/FAO sur Solanum elaeagnifolium - Sousse, TN, 2006-05-29/31* (2006) 8.
15. Jullien F., *Transgenic Crops IV-Biotechnology in Agriculture and Forestry* 59 (Section V) (2007) 33.
16. Tazi A., *Revue de l'Académie du Royaume du Maroc* 3 (1986) 29.
17. Benaouda H., Chetto A., Benyahia H., El guilli M., *Bulletin trimestriel du Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kenitra.* 3 (2010) 3.
18. EACE, *Actualité export* 26 (2009) 22.
19. Tanji A., *Bulletin de Transfert et de Technologie de l'Agriculture* 167 (2008) 6.
20. Vaverková Š., Mistríková I., Hollá M., *Plant soil environ.* 55 (10) (2009) 6.
21. Eddaya T., Boughdad A., Zaïd A., Amechrouq A., *Proceedings du Septième Congrès de l'association Marocaine de Protection des Plantes, Maroc* (2010) 7.
22. Tzanetakos I.E., Postman J.D., Samad A., Martin R.R., *Am. Phytopath. Soc. Plant Disease* 94 (1) (2010) 9.
23. Edwards J., Parbery D.G., Taylor P.A., Halloran G.M., *Australian journal of agricultural research* 50 (7) (1999) 6.
24. Edwards J., Bienvenu F.E., *Crop Protection* 19 (2000) 5.
25. Elfadl A., Skiredj A., Elattir H., *Bulletin de Transfert et de Technologie de l'Agriculture* 97 (2002) 5.
26. Ezzahiri B., Bouhache M., Mihi M. *Index phytosanitaire – Maroc, Association marocaine de protection des plantes* (2007) 297.
27. Ezzahiri B., Bouhache M., Mihi M. *Index phytosanitaire – Maroc, Association marocaine de protection des plantes* (2011) 304.
28. ONSSA, <http://eservice.onssa.gov.ma/IndPesticide.aspx>, (Fichier consulté le 15/05/2014)
29. Pimentel D., Acquay H.A., Biltonen M., Rice P., Silva M., Nelson J., Lipner V., Giordano S., Horowitz A., D'Amore M., *Bioscience* 42 (10) (1992) 11.
30. Di Bella G., Saitta M., Pera L.L., Alfa M., Dugo G., *Chemosphere* 56 (2004) 6.
31. Samuel O., Saint-Laurent L., *Institut de recherche en santé et en sécurité de travail du Québec* (2001) 92.
32. Deguine J., Ferron P., Russell D. *Protection des cultures: De l'agrochimie à l'agroécologie, Quæ* (2008).
33. Cormis L., *Etud. Rech. Syst. Agraires Dév.* 28 (1994) 8.
34. Abhilash P.C., Singh N., *Journal of Hazardous Materials* 165 (2009) 12.
35. Goff L., André V., Lebailly P., Pottier D., Périn F., Périn O., Gauduchon P., *Mutation Research* 587 (2005) 13.
36. Perry M.J., Venners S.A., Chen X., Liu X., Tang G., Xing H., Barr D.B., Xu X., *ReprodToxicol.* 31 (2011) 5.
37. FAO/OMS. *Note commune à l'intention des medias OMS/FAO* 19 (2004) 3.

38. Van Maele-Fabry G., Lantin A.C., Hoet P., Lison D. *Cancer Causes and Control* 21 (6) (2010) 23.
39. Mmi N., Soulaymani R.A., Bencheikh S.R., *Toxicologie Maroc, Publication officielle du Centre Anti Poison du Maroc* 4 (2010) 3.
40. Belomaria M., Omar Nabil A., Ahami T., Aboussaleh Y., Elbouhali B., Cherrah Y., Soulaymani A., *Antropo* 14 (2007) 6.
41. EACE (Etablissement autonome de contrôle et de coordination des exportations), *Actualité export* 21 (2007) 19.
42. OAV/UE (Office Alimentaire et Vétérinaire/Union européenne), *Report Concerning controls of pesticides in food of plant origin intended for export to the European Union* (2006).
43. RASFF (The Rapid Alert System for Food and Feed), *Annual Report* (2009) 76.
44. Sauvage C., Inst. Sc. Chérif., Rabat (1963) 31.
45. Benabid A. Flore et écosystèmes du Maroc: Evaluation et présentation de la biodiversité, *Ibis Press* (2000).
46. ONSSA (Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires). *Décision*, (2013)1.
47. Vannier G., *Bull. Soc. Ecophysiol.* 12 (1987) 22.
48. Eger J.E., Witz J.A., Hartstack A., Sterling W.L., *Can. Entomol.* 114 (1982) 3.
49. Fields P.G., *J. Stored Prod. Res.* 28 (1992) 30.
50. Sauphanor B., Simon S., Boisneau C., Capowiez Y., Rieux R., Bouvier J.C., Defrance H., Picard C, Toubon J.F., *Innovations Agronomiques* 4 (2009) 12.
51. Alavanja M.C.R., Samanic C., Dosemecil M., Lubin J., Tarone R., Lynch C.F., Knott C., Thomas K., Hoppin J.A., Barker J., Coble J., Sandler D.P., Blair A., *Am J Epidem* 157 (2003) 15.
52. OMS (Organisation mondiale de la santé). Directives de l'organisation mondiale de la santé pour la classification des pesticides en fonction des risques (1996) 23.
53. Clavet R., Barriuso E., benoit P., Charnay M.P., Coquet Y. Les pesticides dans le sol: conséquences agronomiques et environnementales, *France agricole* (2005).
54. Lee W.J., Blair A., Hoppin J.A., Lubin J.H., Rusiecki J.A., Sandler D.P., Dosemeci M., Alavanja M.C.R., *Journal of the National Cancer Institute* (96) 23 (2004) 9.
55. US EPA (US Environmental Protection Agency). Reregistration Eligibility Decision (RED) for Malathion (2006).
56. US EPA. Revised Interim Reregistration Eligibility Decisions for Dimethoate. *Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances* (2008).
57. US EPA. Reregistration Eligibility Decision (RED) for Permethrin. *Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances* (2009).
58. US EPA Malathion: The toxicology chapter for the RED. *Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances* (2000).
59. Couteux A., Salaün C., *Index phytosanitaire ACTA*, (ed) Association de Coordination Technique Agricole (2009) 804.
60. CE (Commission européenne). Directive 2009/115/CE de la commission du 31 août 2009 modifiant la directive 91/414/CEE du Conseil en vue d'y inscrire la substance active méthomyl. *Journal officiel de l'Union européenne du 1.9.2009, L 228* (2009) 3.
61. CE. *Journal officiel de l'Union européenne* L 255 (2007) 2.
62. Streicher John J., *EPA/600/SR-97/059* (1997) 4.
63. Tasei J.N., CARRE S., Moscatelli B., Grondeau C., *Apidologis* 19 (3) (1988) 6.
64. Tyraud E. *Revue des sciences de l'eau*, 3 (1990) 5.
65. Provost C., Coderre D., Lucas É., Chouinard G., BostanianNoubar J., *Phytoprotection*, 84 (2003) 9.
66. Pickett A.D., Patserson N.A., *Can. Entomol.* 85 (1953) 7.
67. Vallet F., *ATMO Poitou-Charentes, campagnes 2001 et premier semestre 2002* (2002) 93.
68. Grant Michael A., Payne W. J., *Journal of Environmental Quality*, 11 (3) (1982) 4.
69. UE (Union Européenne). <http://ec.europa.eu>, (Fichier consulté le 23/11/2014)
70. FAO. *Directives sur la bonne pratique de l'application terrestre de pesticides*, FAO Rome (2001).
71. Bell M., Hertz-Piccioto I., Beaumont J.J., *Epidemiology* 12 (2001) 9.
72. Bedos C., Barriuso E., Calvet R., Cellier P., Gabrielle B., *Agronomie* 22 (2002) 13.
73. Briand O., Seux R., Millet M., Clément M., *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 15 (4) (2002) 21.
74. Rousseau M., Di Pietro L., Angulo-Jaramillo R., Tessier D., Cabibe B., *Vadose Zone Journal*, 3 (2004) 15.
75. OMS, *Directives de l'organisation mondiale de la santé sur les bonnes pratiques agricoles et les bonnes pratiques de récolte (DPA) relatives aux plantes médicinales* (2003) 84.