

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université Mohammed-Seddik Ben Yahia- Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences de l'environnement
et des sciences agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

جامعة محمد الصديق بن يحيى
مكتبات علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 9.250

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de **Master Académique en Biologie**

Option: Phytopharmacie et gestion des agrosystèmes

Thème

**Recherche de Polluants Organiques Persistants
(POPs) dans les eaux d'irrigation et la fraise
cultivée à Jijel**

Jury de soutenance :

Président : M^r ROUBAH M.

Examinateur : M^r KERMICHE A.

Encadreur : M^{me} ROULA M.



Présenté par :

Alioua Hanane

Kahlessenane Samia

A decorative border surrounds the page, featuring a red ribbon that forms a wavy, stylized pattern. Interspersed with the ribbon are various flowers, including white roses, orange calla lilies, and yellow flowers. The background is a light, textured surface.

Remerciements

Avant tous, nous remercions le bon dieu tout puissant qui nous a donné la force et la foi et de nous avoir permis d'arriver à ce stade là. Comme nous tenons à remercier toute personne ayant participé à l'élaboration de ce présent mémoire.

Notre première pensée va tout naturellement à notre encadreur Mme Roula M., qui suit fidèlement notre travail. Nous tenons à Le remercier pour son encadrement et son soutien.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail à savoir : Mr Rouibah M., Mr Kermiche A

Nous adressons aussi nos sincères remerciements à tous les enseignants du Département de biologie.

Nous tenons particulièrement à remercier mes collègues les membre de laboratoire de biologie sans exception.

Très nombreux les gens qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail. Tout en nous excusant auprès dieu de ne pas les citer, nous leur exprimons notre vive reconnaissance.

Dédicaces

Je dédie ce travail

A mes parents

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il Faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour

Le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que

Je souhaite que Dieu vous réserve une longue vie.

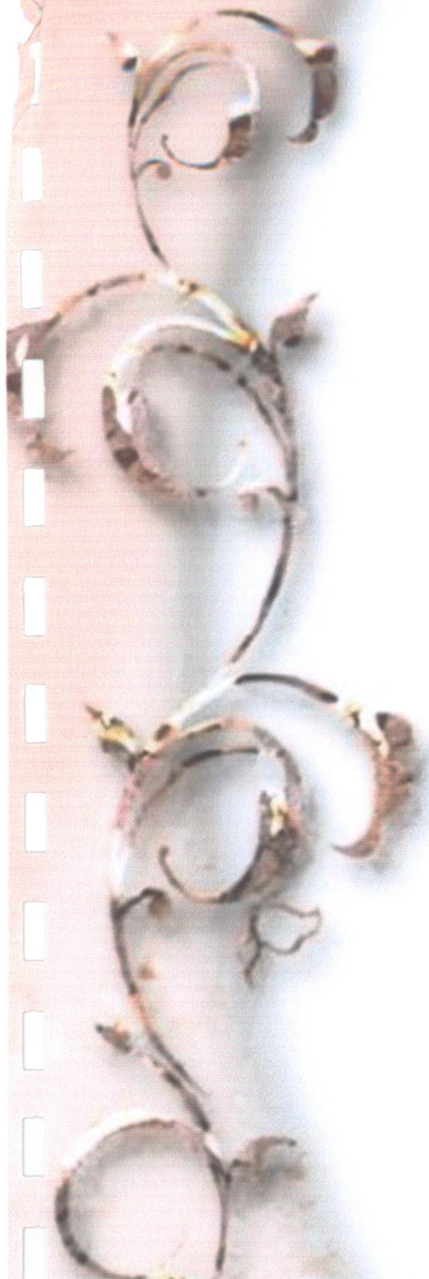
A mes sœurs et mes frères

A eux tous, je souhaite un avenir plein de joie et de bonheur

A tous les membres de ma famille

A tous mes amis

Samia



Dédicaces

Je dédie ce travail

A mes parents

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il Faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour

Le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que

Je souhaite que Dieu vous réserve une longue vie.

A mes sœurs et mes frères

A eux tous, je souhaite un avenir plein de joie et de bonheur

A tous les membres de ma famille

A tous mes amis

Hanane



Sommaire	i
Liste des figures	v
Liste des tableaux	vii
Liste des abréviations	viii
Introduction	01
Synthèse bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur les Polluants Organiques Persistants	
I.1. Définition.....	02
I.2. Les caractéristiques des POPs	02
I.2.1. La persistance	02
I.2.2. La bioaccumulation	02
I.2.3. Transport à longue distance.....	03
I.2.4. La toxicité	03
I.3. Les catégories de POPs.....	03
I.3.1. Les produits de synthèse	04
I.3.1.1. Les pesticides organochlorés	04
I.3.1.2. Les produits industriels.....	04
I.3.1.2.1. Les Hexabromobiphenyls	04
I.3.1.2.2. Les polychlorobiphenyls.....	05
I.3.2. Les substances produites non intentionnellement par des activités humaines	05
I.3.2.1. Les dioxines et furanes	05
I.3.2.2. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.....	05
I.4. La réglementation	06

Chapitre II : Les polluants organiques persistants dans l'eau

II.1. Généralités sur l'eau.....	08
II.2. Caractéristiques de l'eau.....	08
II.2.1. Caractéristiques physiques	08
II.2.2. Caractéristiques chimiques.....	08
II.3. Les eaux d'irrigation.....	08
II.3.1. Les méthodes d'irrigation.....	09
II.3.1.1. Irrigation de surface.....	09
II.3.1.2. Irrigation par aspersion.....	10
II.3.1.3. Irrigation par goutte à goutte	10
II.4. Pollution des eaux par les POPs.....	11
II.4.1. Les origines de la pollution	11
II.4.1.1. La pollution domestique	11
II.4.1.2. La pollution industrielle	11
II.4.1.3. La pollution d'origine naturelle.....	11
II.4.1.4. La pollution agricole.....	12
II.5. Contamination des eaux par les POPs.....	12

Chapitre III : Contamination des fruits par les POPs


III.1. La contamination des fruits par les POPs	13
III.1.1. Généralités sur les fruits.....	13
III.1.2. La fraise dans le monde	13
III.1.3. La culture de fraise dans la wilaya de Jijel	14
III.1.4. Les travaux antécédents	15

Partie expérimentale

Chapitre IV : Matériel et méthodes

IV.1. Présentation de la zone d'étude.....	17
IV.1.1. Situation géographique	17
IV.1.2. Etude climatologique	17
IV.1.3. Activités agricoles.....	17
IV.2. Echantillonnage.....	18
IV.2.1. Entretien.....	18
IV.2.2. Prélèvement des échantillons.....	19
IV.2.3. Mode opératoire	20
IV.3. La procédure analytique de résidus des POPs dans les fraises	21
IV.3.1. Extraction et concentration de résidus des pesticides organochlorés	21
IV.3.2. Purification et concentration de l'extrait primaire	22
IV.4. Echantillonnage de l'eau.....	24
IV.4.1. Prélèvement de l'eau.....	24
IV.4.2. Flaconnage	25
IV.5. Caractéristiques chimiques de l'eau.....	25
IV.5.1. La température	25
IV.5.2. Le pH	26
IV.5.3. La conductivité électrique	26
IV.6. Techniques analytiques de résidus des POPs dans l'eau	26
IV.6.1. Extraction et purification de résidus des POPs dans l'eau d'irrigation	26
IV.7. Matériel et produits utilisés.....	27
IV.7.1. Mode opératoire	27

IV.7.2. Analyse des échantillons par HPLC-UV visible.....	30
IV.7.2.1. Appareillage.....	30
IV.7.2.2. Principe de HPLC	30
Chapitre V : Résultats et discussion	
V.1. Analyses des POPs dans les fraises.....	31
V.1.1. Analyse qualitative des fraises par HPLC-UV visible.....	32
V.2. Analyses des POPs dans les eaux d'irrigation	33
Conclusion.....	36
Références bibliographiques	37
Annexes	I



Les listes des figures,
des tableaux
et des abréviations

Liste des figures

Figure 01: Irrigation par bassins	09
Figure 02 : Alimentation des sillons par siphons.....	09
Figure 03 : Alimentation des planches par siphons	10
Figure 04 : Irrigation par aspersion.....	10
Figure 05 : Irrigation par goutte à goutte	10
Figure 06 : La culture de la fraise dans la région de Beni-belaïd	15
Figure 07 : Répartition des terres de la wilaya de Jijel	17
Figure 08 : Répartition des productions par culture dans la région de Jijel.....	18
Figure 09: Extraction traditionnelle	21
Figure 10 : L'étape de filtration	22
Figure 11 : L'étape de l'évaporation.....	22
Figure 12 : Protocole de dosage de résidus des POCs dans les fraises.....	23
Figure 13 : Agitation magnétique	27
Figure 14 : Etape d'extraction.....	27
Figure 15 : Etape de purification	28
Figure 16 : Etape d'évaporation.....	28
Figure 17 : Protocole de dosage de résidus des POPs dans l'eau d'irrigation.....	29
Figure 18 : Appareil de HPLC-UV visible	30
Figure 19 : Chromatogramme de l'étalon de phénanthrène	35
Figure 20 : Chromatogramme de l'étalon de naphtalène	35
Figure 21 : Chromatogramme de l'étalon de benzopyrène.....	35
Figure 22 : Chromatogramme de l'étalon de l'endosulfan	35

Liste des figures

Figure 23 : Chromatogramme de l'étalon de dieldrine	35
Figure 24 : Chromatogramme de l'étalon de l'HCH	35

Liste des tableaux

Tableau 01 : La répartition des POPs selon l'origine	03
Tableau 02 : Sites et nombres des échantillons de fraises	20
Tableau 03 : Les sites de prélèvement des eaux d'irrigation.....	25
Tableau 04 : Les pesticides les plus utilisées à la culture fraisiers dans la wilaya de Jijel.....	31

Liste des abréviations

Liste des abréviations

% : Pourcentage

< : Inferieur

µl : Microlitre

° : Degré

ABS : Acrylonitrile-Butadiène-Styrène

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise d'Energie

ANDI : Agence Nationale de Développement de l'Investissement

ans : année

ARNH : Agence National des Ressources en eau

BaP : Benzo a Pyrène

C : Carbone

CAC : Comité de Codex Alimentaire

CAFL : Comité économique Agricole Fruits et Légumes

CAWJ : Chambre d'Agriculture de la Wilaya de Jijel

CE : Conductivité électrique

CEAEQ : Centre d'Expertise en Analyse Environnemental du Québec

cm : centimètre

COLEACP : Comité de Liaison Europe-ACP (Afrique, Caraïbes et Pacifique).

d : densité

DDD : 1,1-dichloro-2,2-bis-(4-chlorophényl) éthane

DDE : 1,1-bis-(chlorophényl)-2,2-Dichloroéthane

DDT : DichloroDiphénylTrichloroéthane

Liste des abréviations

EC : Emulsion Concentré

EFS : Extraction sur Fluide Supercritique

ELL : Extraction Liquide-Liquide

EPS : Extraction sur Phase Solide

g : gramme

g/kg : gramme par kilogramme

g/L : gramme par Litre

H⁺ : Cation

ha : hectares

HAPs : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

HCBs : HydroCarbonBrominés

HCH : HexaChlorocycloHexane

HPLC-UV : Liquide à Haut Performance une Chromatographie munie d'un détecteur Ultra-Violet

Inc: Chemonics International

ISSeP : Institut Scientifique de Service Public

ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles

Km : kilomètre

Km² : kilomètre carré

L (l) : Litre

LEAA : Laboratoire d'Expertises et d'Analyses Alimentaires

MATE : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

min : minute

ml : milliliter

Liste des abréviations

ml.min⁻¹ : millilitre par minute

ng/l : nanogramme par litre

nm : nanomètre

N : Nombre

n^o : numéro

PBBs : PolyBrominatedBiphenyls

PCBs : PolyChloroBiphenyls

PCDD : PolyChloroDibenzo-para-Dioxines

PCDF : PolychloroDibenzo- Furanes

pH : potentiel d'Hydrogène

POCs : Pesticides OrganoChlorés

POPs : Polluants Organiques Persistants

PPS : Produits Phytosanitaires

Qs : Qualitätsicherung

Qx : Quintaux

SAT : Superficie Agricole Totale

SAU : Superficie Agricole Utilisable

Sc : Suspension concentré

ST : Superficie Totale

T° : Température

UNEP : United Nations Environmental Program

UV : UltraViolet

V : Volume

Liste des abréviations

$\mu\text{g.L}^{-1}$: Microgramme par litre

$\mu\text{g/kg}$: Microgramme par kilogramme

$\mu\text{S/cm}$: Micro siemens par centimètre

$^{\circ}\text{C}$: Degré celsius



Introduction

Les polluants organiques persistants (POPs) sont une catégorie de polluants chimiques très dangereux qui sont reconnus comme une grave menace mondiale pour la santé humaine et les écosystèmes. Les POPs sont largement présents dans l'environnement dans toutes les régions du monde et polluent tous les jours les aliments sur le marché, en l'occurrence les fruits et légumes **(Weinberg, 2008)**.

De nos jours, l'eau est considérée comme une richesse rare. Il constitue l'une des ressources naturelles les plus sensibles à la pollution. Tout au long de son parcours, elle reçoit les apports réguliers et directs des polluants d'origines urbaine et industrielle ou les apports surtout diffus et irréguliers de polluants d'origine agricole **(Trifi, 2012)**.

L'usage des POPs dont les produits de traitement phytosanitaires actuel présente toujours des risques pour les applicateurs, les milieux de vie et la qualité de l'alimentation **(Bellec, 2002)**.

Certains pesticides organochlorés ont été interdits par la Convention de Stockholm car ils sont considérés comme des polluants organiques persistants à cause de leur toxicité, leur rémanence, et leur lente dégradation **(Sanou, 2009)**.

L'objectif de notre travail sera consacré à la recherche des résidus des POPs dans les eaux d'irrigation et dans les fraises récoltées dans différentes régions agricoles de la wilaya de Jijel pour cela nous avons fait un entretien et prélevée des échantillons des fraises et de l'eau d'irrigation. Nos échantillons sont prélevés, afin de faire une analyse par HPLC-UV visible.

Notre travail s'articule sur deux volets qui sont mentionnés ci-dessous :

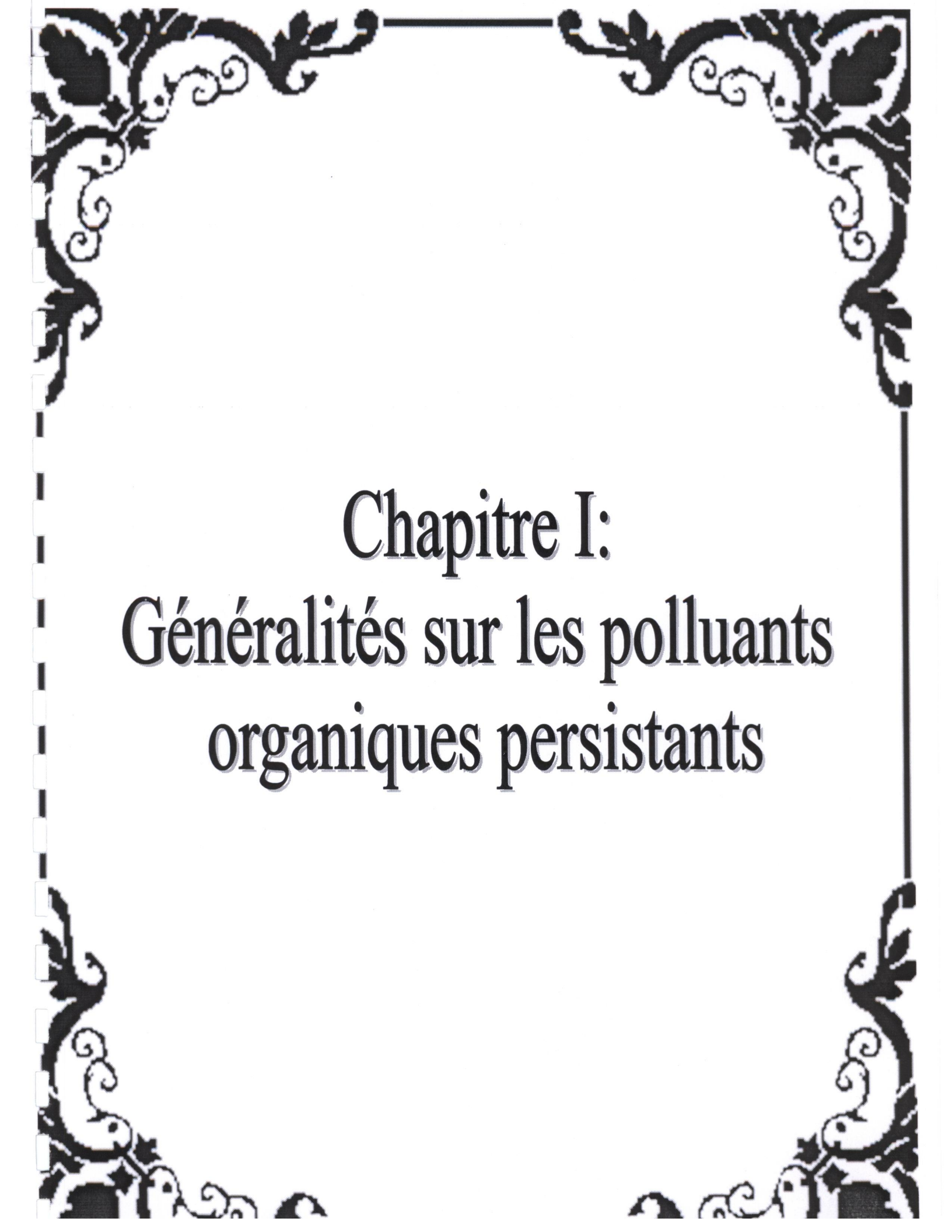
Une première partie qui comprend une synthèse bibliographique

Une deuxième partie représente la partie expérimentale qui consiste :

- Des sorties sur terrain pour réaliser un entretien auprès des agriculteurs et prélever les échantillons de fraises et d'eau.
- Notre étude expérimentale au laboratoire se résume en une étape d'extraction des POPs à l'aide de solvants organiques suivi de l'analyse des résidus de polluants organiques persistants dans l'eau et dans les fraises.



Synthèse
bibliographique



Chapitre I:
Généralités sur les polluants
organiques persistants

I.1. Définition

Les polluants organiques persistants (POPs) sont des substances chimiques qui sont persistantes dans l'environnement, s'accumulent à des concentrations élevées dans les tissus adipeux et sont bio-magnifiés à travers la chaîne alimentaire. Ils constituent par conséquent un grave danger pour l'environnement et représentent un risque important à long terme pour les espèces, les écosystèmes et la santé humaine.

Les substances chimiques appartenant à la catégorie des POPs peuvent causer des cancers et perturber les systèmes reproducteurs et immunitaires de même que le processus de développement. Ils constituent un risque particulier pour les nourrissons et les enfants, qui peuvent être exposés à des concentrations élevées par l'alimentation au sein et par la nourriture (Mörner *et al.*, 2002).

I.2. Les caractéristiques des POPs

I.2.1. La persistance

Certains processus de transformation peuvent réduire la persistance d'une substance dans l'environnement. Il s'agit de la biotransformation, de l'oxydation abiotique, de l'hydrolyse et de la photolyse. L'importance relative de ces processus dépend de la vitesse avec laquelle ils se produisent dans des conditions naturelles. Par ailleurs, ces vitesses dépendent de la structure et des propriétés chimiques de la substance et de sa répartition dans des divers compartiments de l'environnement.

Il faut cependant prendre en compte également les produits de dégradation (Métabolites) qui peuvent avoir des effets nocifs et être plus persistants que le composé d'origine (Ahour, 2006).

I.2.2. La bioaccumulation

La bioaccumulation désigne la capacité des organismes à concentrer et stocker les substances chimiques à partir de l'eau dans le cas des organismes aquatiques et/ou à partir de la nourriture.

Elle dépend en premier lieu de la nature chimique des composés, et tout particulièrement de leur hydrophobicité et de leur persistance.

La bioaccumulation se traduit par une augmentation de la concentration dans les tissus lorsqu'un individu vieillit. Les apports se font par absorption des contaminants à partir de l'eau (bioconcentration) et de la nourriture (bioamplification) (Bodiguel *et al.*, 2011).

I.2.3. Transport à longue distance

De par leurs propriétés de persistance et de bioaccumulation, ces molécules peuvent se déplacer sur de très longues distances et se déposer loin des lieux d'émission, typiquement des milieux chauds vers les milieux froids (ADEME, 2004).

Le potentiel de propagation à longue distance peut être mis en évidence en surveillant les caractéristiques physico-chimiques de la molécule qui favorisent de tels déplacements (UNEP, 2006).

I.2.4. La toxicité

Les POPs sont des polluants chimiques ayant le potentiel de causer des dommages à la santé humaine et/ou aux écosystèmes. Certains POPs ont été ou continuent d'être produits volontairement comme pesticides, y compris les insecticides, les herbicides et les fongicides. Soit des produits chimiques industriels.

En outre, certains sont des POPs produits non intentionnellement comme sous-produits au cours de procédés chimiques industriels ; ou sont produits involontairement au cours de combustions, y compris l'incinération, lorsque le chlore ou d'autres halogènes (par exemple, du brome, du fluor) sont présents (Weinberg, 2008).

I.3. Les catégories de POPs : (Selon la Convention de Stockholm)

Les POPs peuvent se répartir en trois catégories selon leur origine :

Tableau 01 : La répartition des POPs selon l'origine (Jondreville et al., 2011).

Produits de synthèse	
Pesticides	Produits industriels
Hexachlorobenzène, Mirex, DDT, Toxaphène, Lindane, Aldrine, Chlorodane, Dieldrine, Heptachlor, Endrin, HCH	Hexabromobiphenyls PCBs (PolyChloroBiphenyls)
Sous-produits involontaires des processus industriels et de combustion	
HAPs (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	
PCCD (PolyChloroDibenzo-para-Dioxine)	
PCCDF (PolyChloroDibenzoFurane)	

I.3.1. Les produits de synthèse

I.3.1.1. Les pesticides organochlorés

Les pesticides organochlorés sont les premiers pesticides de synthèse à apparaître sur le marché dans les années 1940 (insecticides, fongicides). Très efficaces quant aux rendements agricoles, leurs effets négatifs sur la santé et l'environnement se font toutefois rapidement sentir.

Leur utilisation est progressivement interdite, tandis que des molécules moins persistantes sont mises sur le marché dans les années 1970-1980.

Les pesticides organochlorés, en raison de leur stabilité et de leur caractère semi-volatil, subissent généralement un transport atmosphérique sur de longues distances et sont susceptibles d'être recyclés plusieurs fois (**Lachambre et al., 2007**).

Le DDT est un exemple représentatif de la famille des organochlorés :

Le Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) est un composé organique de synthèse. Synthétisé pour la première fois en 1874, son action comme insecticide n'a été découverte que depuis 1939. Il a été largement utilisé par les forces alliées durant la Seconde Guerre Mondiale et a été commercialisé à partir de 1945. Le DDT a été l'insecticide le plus utilisé dans le monde jusqu'au milieu des années 1960 (**Bodiguel, 2008**).

La toxicité aiguë du DDT, sa forte rémanence et sa tendance à s'accumuler dans les tissus en font un composé potentiellement nocif pour la santé humaine, même suite à de faibles expositions de manière chronique (**Bignon, 2010**).

I.3.1.2. Les produits industriels

I.3.1.2.1. Les Hexabromobiphenyls

Les hexabromobiphenyls appartiennent au large groupe des polybrominatedbiphenyls (PBBs). Ce sont des hydrocarbonbrominés fabriqués par l'homme.

Dans de nombreux pays, les hexabromobiphenyls furent utilisés comme retardateur de flammes dans les thermoplastiques acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), les carters de machines, les produits industriels et électriques et la mousse de polyuréthane pour la garniture automobile. Les PBBs sont des composés très stables et insolubles dans l'eau, mais hautement liposolubles. Ces propriétés en font un composé très stable dans l'environnement (**Bignon, 2010**).

I.3.1.2.2. Les polychlorobiphenyls (PCBs)

Les PCBs sont des composés chimiques synthétiques principalement ajoutés aux huiles afin de prévenir leur dégradation et maintenir leur viscosité à des températures élevées. Ils ont été principalement utilisés par l'industrie dans les transformateurs et les condensateurs, les équipements hydrauliques et les lubrifiants. Ils ont aussi été utilisés comme agent plastifiant dans les résines synthétiques.

La production des PCBs a débuté aux Etats-Unis en 1929, a vers le début des années 1970 pour se terminer en 1979. Cependant, aucune nouvelle application des PCBs n'a été autorisée au Canada depuis 1983. Il existe théoriquement 209 congénères de PCBs selon la position des atomes de chlore sur les cycles phényles (**Lebeuf, 2008**).

I.3.2. Les substances produites non intentionnellement par des activités humaines

La combustion incomplète de matière organique d'origine naturelle (feux de forêt, éruptions volcaniques...) ou les productions anthropiques via les procédés industriels par exemple sont à l'origine de la création des HAPs et des PCDD/F.

La formation de dioxines et furanes a lieu dans des conditions particulières de combustion mais plus particulièrement lors de l'incinération des déchets et de la production d'agglomérés pour les hauts-fourneaux (**Bignon, 2010**).

I.3.2.1. Les dioxines et furanes

Les PCDD/F (polychlorodibenzo-para-dioxines, PCDD et les polychlorodibenzo-furanes, PCDF) forment une famille de 210 composés chimiques. Les PCDD/F se caractérisent par une faible volatilité et une très forte liposolubilité et une stabilité très haute (**Bignon, 2010**).

Les dioxines Ce sont des substances chimiques produites involontairement en cas de combustion incomplète et aussi lors de la manufacture de certains pesticides et autres produits chimiques. Par ailleurs, le recyclage de certains métaux et le traitement de la pâte à papier peuvent aussi libérer des dioxines. On a aussi trouvé des dioxines dans les gaz d'échappement des voitures et les fumées émanant du tabac, du bois et du Charbon (**Bodénan et al., 2004**).

I.3.2.2. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Les HAPs (hydrocarbures aromatiques polycycliques) sont des molécules constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène organisés sous forme de cycles aromatiques, sont lipophiles très peu solubles dans l'eau. Les HAPs sont des composés cancérigènes représentants caractéristiques de

substances biotransformables et toxiques, présents dans l'environnement abiotique. le BaP (benzo a pyrène), seront modèles de substances métabolisables (Abarnou et *al.*, 2005).

I.4. La réglementation

❖ Au plan international

Un certain nombre de protocoles et de conventions ont vu le jour et dont les plus importants sont :

- Le protocole d'Aarhus (**Danemark, Juin 1988**), entré en vigueur en Octobre 2003, son objectif est de contrôler, de réduire ou d'éliminer les rejets, les émissions et les pertes de polluants organiques persistants dans l'environnement. Les POPs d'origine industrielle visés par ce texte sont les polychlorobiphényles (PCBs), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) et les Dioxines/Furannes.
- **La convention de Bale (1989)** relative au contrôle des mouvements transfrontières et de déchets dangereux et de leur élimination.
- **La convention de Rotterdam du 10 Septembre 1998** sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international.
- **La convention de Stockholm du 22 et 23 Mai 2001 à Stockholm (Suède)**. Elle a été signée par 92 Etats est un traité mondial dont l'objectif est de protéger la santé humaine et l'environnement contre les Polluants Organiques Persistants (POPs).

❖ Au plan national

Sur le plan réglementaire, un important arsenal juridique a été mis en place afin de permettre à l'Algérie de se mettre en conformité avec les engagements internationaux auxquels l'Algérie a souscrit afin d'assurer la prise en charge des questions environnementales dans la perspective d'un développement durable.

Ainsi, les grands principes de droit environnemental en Algérie sont consacrés dans trois textes de loi :

- **La loi n°01-19 du 12/12/2001** relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, définit les principes de base qui conduisent à une gestion intégrée des déchets, de leur génération à leur élimination.
- **La loi n°03-10 du 19/07/2003** relative à la protection de l'environnement et au développement durable, consacre les principes généraux d'une gestion écologique rationnelle.
- **La loi n°04-20 du 25 Décembre 2004** relative à la prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, définit clairement les responsabilités de chacun des acteurs impliqués dans le domaine de la prévention au niveau des zones et des pôles industriels.

En outre, des textes spécifiques relatifs aux PCBs, Pesticides, Dioxines/Furannes ont été élaborés pour permettre leur gestion efficace et définitive (**MATE, 2006**).



Chapitre II :

les POPs dans l'eau

II.1. Généralités sur l'eau

L'eau doit être considérée comme élément liquide avec ses caractéristiques physico-chimiques particulières et ses multiples usages, mais également comme élément constitutif d'un milieu naturel, d'un écosystème.

L'eau est une composante essentielle de la matière alimentaire où elle joue un rôle primordial dans toutes les transformations. Composante majeure ou mineure, il est nécessaire selon les recettes d'ajouter de l'eau ou d'en enlever (Gérard, 1999).

L'eau comme ressource naturelle est indispensable à la vie, qu'elle soit d'origine souterraine ou superficielle, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est nécessaire de leur appliquer un traitement, ne serait-ce qu'une désinfection dans le cas des eaux souterraines. L'eau que nous utilisons couramment est celle des lacs et des rivières, elle constitue seulement 1% de l'eau disponible sur terre (Graini, 2011).

II.2. Caractéristiques de l'eau

II.2.1. Caractéristiques physiques

L'eau semble, à première vue, être une molécule très simple, se composant de justes deux atomes d'hydrogène liés à un atome d'oxygène. En effet, il y a très peu des molécules qui sont plus petites ou plus légères qu'elle. La taille de la molécule d'eau, cependant, montre la complexité de ses actions ainsi que ses capacités uniques et ses propriétés anormales semblent s'adapter idéalement pour créer les conditions de la vie. La glace est de l'eau à l'état solide, cristallisée, gelée (Graini, 2011).

II.2.2. Caractéristiques chimiques

La molécule de l'eau est triangulaire, sa géométrie est indiquée ci-contre. La distance entre l'atome d'oxygène et les atomes d'hydrogènes est $d=0,096$ nm, l'angle entre les atomes d'hydrogènes est 105° (Graini, 2011).

II.3. Les eaux d'irrigation

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides et semi-aride (El-Asslouj et al., 2007).

II.3.1. Les méthodes d'irrigation

Les trois techniques les plus couramment utilisées sont (Brouwer *et al.*, 1990):

II.3.1.1. Irrigation de surface

L'irrigation de surface consiste à amener l'eau au point le plus haut du terrain et à la laisser s'écouler par gravité. L'eau est ensuite distribuée au champ, soit par submersion (irrigation par bassins), soit dans des sillons en terre (irrigation par sillons) ou bien par ruissellement à la surface d'une planche d'arrosage (irrigation par planches) (Brouwer *et al.*, 1990).

- Irrigation par bassins

La méthode par bassins est utilisée pour l'irrigation des arbres fruitiers. En général, cette technique d'irrigation s'applique à toutes les cultures qui peuvent tolérer la submersion par les eaux pour une longue durée (Barbisan *et al.*, 2012).



Figure 01 : Irrigation par bassins (Barbisan *et al.*, 2012)

- Irrigation par sillons/A la raie

Généralement, les plantes sont cultivées sur les billons séparant les sillons. Cette technique est valable pour l'irrigation de toutes les cultures en lignes et pour toutes les cultures qui ne tolèrent pas la submersion par les eaux de leur feuillage ou de leur collet pour une longue durée (Barbisan *et al.*, 2012).



Figure 02 : Alimentation des sillons par siphons (Brouwer *et al.*, 1990)

- Irrigation par planches

Les planches sont des bandes de terrain, aménagées en pente douce et séparées par des diguettes. Elles sont aussi appelées planches d'arrosage (Barbisan *et al.*, 2012).

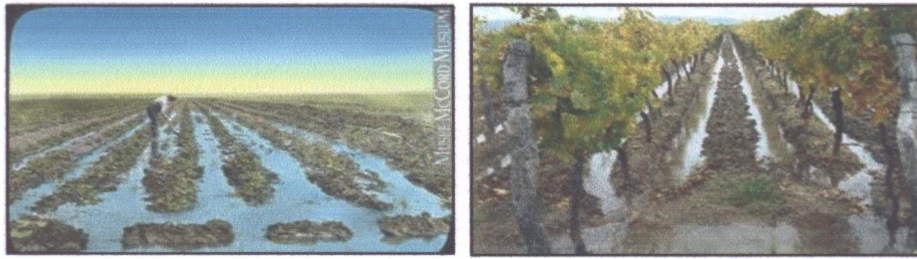


Figure 03 : Alimentation des planches par siphons (Barbisan et al., 2012)

II.3.1.2. Irrigation par aspersion

La technique d'irrigation par aspersion est conçue sur le modèle de la pluie naturelle. L'eau est refoulée sous pression dans un réseau de conduites, ensuite elle est diffusée par des asperseurs rotatifs sous la forme d'une pluie artificielle (Brouwer et al., 1990).



Figure 04 : Irrigation par aspersion (Barbisan et al., 2012)

II.3.1.3. Irrigation par goutte à goutte

L'irrigation par goutte à goutte consiste à amener l'eau sous pression dans un système de canalisations, généralement ; cette eau est ensuite distribuée en gouttes au champ par un grand nombre de goutteurs répartis tout le long des rangées des plantations.

La zone humidifiée du sol est celle située au voisinage immédiat des racines des plantes. Par conséquent, cette méthode d'irrigation a un haut degré d'efficacité de distribution d'eau.

L'irrigation par goutte à goutte est aussi appelée micro-irrigation (Brouwer et al., 1990).

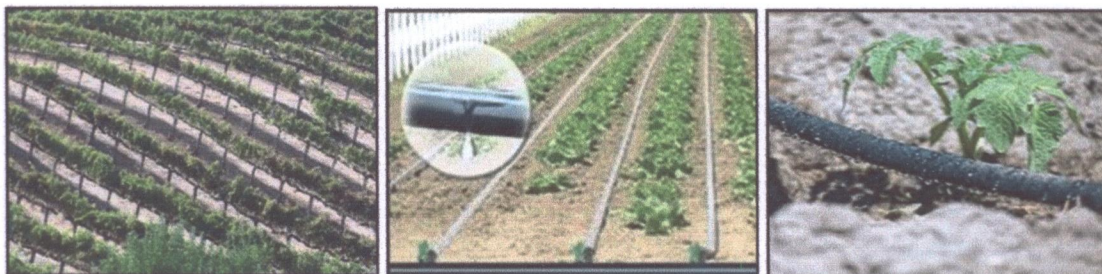


Figure 05 : Irrigation par goutte à goutte (Barbisan et al., 2012)

II.4. Pollution des eaux par les POPs

La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établit (**Methari, 2012**).

II.4.1. Les origines de la pollution

Selon l'origine des substances polluantes, quatre catégories de pollutions sont à distinguer (**Aissaoui, 2013**):

II.4.1.1. La pollution domestique

Elle provient des habitations et elle est, en général, véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. La pollution domestique se caractérise par la présence des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux et des détergents. Elle peut être responsable de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (**Aissaoui, 2013**).

II.4.1.2. La pollution industrielle

Elle provient des usines et elle est caractérisée par la présence d'une grande diversité des polluants, selon l'utilisation de l'eau tels que : les hydrocarbures, les métaux, les acides, les bases, les produits chimiques divers, l'eau chaude, les matières radioactives.

Il peut y avoir un effet toxique sur les organismes vivants, par l'accumulation de certains éléments dans les denrées alimentaires tels que les métaux et les pesticides (**Aissaoui, 2013**).

II.4.1.3. La pollution d'origine naturelle

La teneur de l'eau en substances indésirables n'est pas toujours le fait de l'activité humaine. Certains auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de pollution (**Faurie et al., 2003**) ; par exemple les éruptions volcanique, les hydrocarbures gisements sous-marins, certains filons géologiques de métaux lourd, des sources thermo-minérales, peuvent être des causes de pollution (**Vilaginès, 2003**).

En ce qui concerne l'eau de pluie, bien que longtemps considérée comme propre, l'eau d'origine pluviale est en fait relativement polluée. L'origine de cette pollution peut provenir des gaz ou solides en suspension rejetés dans l'atmosphère par les véhicules, les usines ou les centrales thermiques (Graini, 2011).

II.4.1.4. La pollution agricole

La pollution d'origine agricole provient surtout des engrais et pesticides épanchés dans le sol sur de très grandes surfaces à proximité ou pas de cours d'eau.

Ce type de pollution s'est intensifié depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation assez avancé. La concentration des élevages entraîne un excédent de déjections animales qui finissent par enrichir les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés, encourageant ainsi une source de pollution bactériologique (Khalfaoui, 2012).

La pollution d'origine agricole peut se présenter sous deux formes ; diffuse lorsque elle concerne de grandes surfaces et ponctuelle lorsqu'elle est accidentelle ou chronique sur un espace plus réduit (Aissaoui, 2013).

II.5. Contamination des eaux par les POPs

Les eaux d'irrigation peuvent être contaminées par les polluants organiques persistants ; beaucoup d'études montrent leurs présences dans l'eau :

Au Kenya, Munga (1985) a également étudié la présence de résidus de DDT et d'endosulfan dans les eaux d'irrigation de Hola.

Greichus et al (1978b) ont détecté des PCB dans le lac Nakuru, le plan d'eau le plus étudié du pays. Ils ont signalé des concentrations de < 1 ng/ml dans l'eau.

Au Nigéria, Nwankwoala et Osibanjo (1992) ont décelé des résidus de pesticides organochlorés dans les eaux superficielles d'Ibadan à des concentrations variées :

dieldrine (0,018 - 0,657 $\mu\text{g.L}^{-1}$), lindane (0,007- 0,297 $\mu\text{g.L}^{-1}$), heptachlore (0,004 – 0,202 $\mu\text{g.L}^{-1}$), aldrine (0,04 $\mu\text{g.L}^{-1}$), endosulfan (0,43 $\mu\text{g.L}^{-1}$) et DDT total (1,266 $\mu\text{g.L}^{-1}$).

Au Zimbabwe, Mhlange et Madziva (1990) ont communiqué les concentrations de HCH, aldrine, dieldrine et DDT total trouvées dans les eaux de lac Mcllwaine. En (ng/l) α -HCH 26-270 (100), aldrine <10-120 (100), dieldrine 10-530 (200), DDT total 30-700 (400).

Chapitre III: Contamination des fruits par les POPs



L'agriculture étant le secteur moteur des économies dans la plupart des pays du tiers monde, la recherche de mécanismes lui permettant de contribuer à la mise en place d'un processus permanent d'entraînement de la production par la demande des non-agriculteurs doit être et commence à devenir une préoccupation dominante dans les Etats, notamment sahéliens.

La transformation/valorisation, qu'elle soit artisanale, semi-industrielle ou industrielle, des produits agricoles locaux (céréales, culture de maraichage) participe à une meilleure adéquation de la production à la consommation à moyen et long termes (**Diallo, 1993**).

III.1. La contamination des fruits par les POPs

III.1.1. Généralités sur les fruits

Les fruits sont intégrés dans l'alimentation humaine quotidienne depuis toujours. Ayant des couleurs, des goûts et des arômes très attirants, ils constituent un des éléments essentiels du régime alimentaire. Frais ou sous forme de produits transformés, les fruits constituent une source inépuisable de nutriments dont les métabolites secondaires sont parmi les plus importants.

Les fruits représentent un élément pour une alimentation équilibrée et sont connus pour leur rôle dans l'entretien des fonctions vitales de l'organisme humain. La valeur alimentaire, diététique et thérapeutique des fruits est unanimement acceptée. Ils sont souvent considérés comme des « aliments fonctionnels » grâce au contenu riche en divers micronutriments tels que les composés phénoliques, les minéraux, les vitamines etc. Les fruits peuvent être classés dans plusieurs catégories en fonction de différents critères tels que la région géographique de provenance, les aspects botaniques ou la composition.

Les fruits sont des produits alimentaires facilement dégradables. Leurs stockages et leurs utilisations sont conditionnés par des restrictions légales (**Grigoras, 2012**).

III.1.2. La fraise dans le monde

Le fraisier est une plante exigeante en eau, principalement en raison de son système racinaire superficiel, de son importante surface foliaire et du contenu élevé en eau de ses fruits. Environ 50 à 90% des racines se retrouvent en effet dans les quinze premiers centimètres de profondeur et 25 à 50% dans les premiers 7,5cm. Sous les divers climats où la fraise est cultivée dans le monde, l'irrigation procure de nombreux avantages. L'augmentation de rendements associée à l'irrigation varie selon les conditions et les cultivars (**Bergeron, 2010**).

Les fraises provenant des différentes exploitations ont trois destinations distinctes. Les fraises cueillies entre Décembre et Février sont envoyées dans les stations de conditionnement avant

d'être exportées. Celles cueillies entre Mars et Juin sont surgelées et exportées. C'est avec les écarts de triage et les lots non vendus aux exportateurs qu'on alimente le marché national.

Etant un fruit très sensible à la chaleur, la fraise est manipulée avec une délicatesse extrême. Pour garder le maximum de qualité, les opérations de cueillette et de transport sont réalisées dans des délais courts. Le refroidissement du fruit à 1°C quelques heures après la cueillette est parmi les bonnes pratiques recommandées (Inc, 2005). Les fraises, particulièrement sensibles, font l'objet de nombreux traitements et recèlent fréquemment des résidus de pesticide (Emest-Ansermet, 2002).

La résistance du fraisier au froid dépend du stade végétatif : en hiver, pendant la période de repos, il peut résister à -25°. En Mai, période de la floraison, une petite gelée détruit la fleur. Les sols limoneux sont les meilleurs pour la culture de fraise, suivis par les sablo-limoneux. Il demande un sol perméable, suffisamment humide, mais bien drainé. Il craint l'humidité stagnante. Il préfère les sols humifères, profonds et légèrement acides (CAFL, 2005).

Les variétés de fraises les plus cultivées en Algérie sont : Tioga, Douglas, Chandler, Camarosa, Selva, Tudla, Russicada et Condonga.

La culture de fraise c'est un produit en plein champ, sous serre et sous tunnel, donc qui peut être cultivée dans presque toutes les régions du pays. Les fraises exigent des conditions favorables pour avoir une bonne production; en l'occurrence des sols argileux riches en humus et légèrement acides ou neutres, un climat très sec, une température optimale de 15 à 20°C et un pH entre 6 à 6,5 (ITCMI, 2001).

III.1.3. La culture de fraise dans la wilaya de Jijel

Dans la wilaya de Jijel, la culture intensive de la Fraise a été introduite en 2001, avec une superficie de quatre hectares, progressivement cette superficie a augmenté pour atteindre la superficie de cent cinquante-neuf hectares en 2012 (Annexe 01).

La wilaya de Jijel recèle des potentialités importantes pour le développement et l'intensification de la culture de la fraise, parmi ces conditions on note :

Un climat favorable et une importante ressource en eaux ainsi que l'existence de plaines alluviales et une force de travail y compris féminine importante et qualifiés. Les agriculteurs ont très vite remarqué la plus-value qu'ils pouvaient tirer de cette culture, et progressivement l'introduction de la fraise (sous serre et sous tunnel) dans la wilaya a augmenté d'année en année, et la superficie cultivée est passée à 245.42ha en 2014. La production attendue cette année est estimée à 80.000Qx. Les communes qui répondent aux exigences de la fraise sont : Taher, El kennar et Sidi-Abdelaziz (CAWJ, 2014).

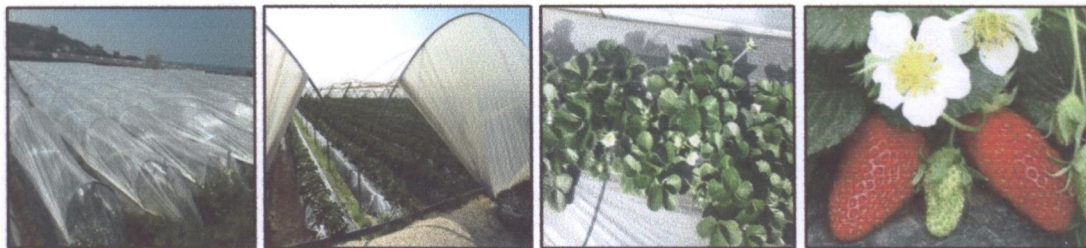


Figure 06 : La culture de la fraise dans la région de Beni-belaïd

III.1.4. Les travaux antécédents : Cas des pesticides organochlorés

Malgré l'interdiction d'utiliser certains des pesticides organochlorés autrefois largement répandus dans les zones agricoles, la plupart d'entre eux demeurent présents dans notre environnement. Comme ces composés chimiques sont liposolubles et persistants, on observe une bioaccumulation de ces composés dans les tissus adipeux des organismes vivants (Akhmetsadykova, 2012).

Au Kazakhstan, Rashitova (2009) ont été détectés dans certains échantillons de choux, de tomate et de carotte les pesticides organochlorés.

Zohair et al (2006) ont trouvé des résidus de HCB (0,001-0,0037 $\mu\text{g}/\text{kg}$) et de DDT (3,6-100 $\mu\text{g}/\text{kg}$) dans les carottes.

Battu et al (2005) ont trouvés des résidus de POCs dans les racines des espèces végétales comme les carottes, les pommes de terre, les betteraves, dans des fruits et les légumes et autres produits qui font partie du régime alimentaire quotidien.

Au Togo, Djaneye-Boundjou et al (2000) ont détecté des résidus de pesticides organochlorés à des concentrations variables dans des échantillons de légumes cultivés dans le périmètre maraîcher de Lomé et dans des échantillons de céréales prélevés sur les différents marchés de Lomé. Pour la laitue l'heptachlore 6 ($\mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$), aldrine 261 ($\mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$), dieldrine 102 ($\mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$),

DDT total 76 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), le poivron l'heptachlore 6 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), aldrine 10 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), dieldrine 210 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), et pour l'oignon on a le lindane 33 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), Heptachlore 163 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), aldrine 8 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), dieldrine 64 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) et pour le sorgho, lindane 34 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), Heptachlore 49 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), aldrine 34 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$).

Essobiyou en 1990 a révélé une contamination des produits vivriers (les céréales, les légumes) par les composés organochlorés. Les résultats obtenus de l'étude ont les suivantes :

Pour le Maïs ; lindane 1-350 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), dieldrine 25-36 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), DDT 74($\mu\text{g.kg}^{-1}$), la tomate ; lindane 1-4 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), endrine 10 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), DDT 2-140 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), la carotte ; lindane 3 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), endrine 120 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), DDT 110 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$).pour l'aubergine ; lindane 1 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), dieldrine 7 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), DDT 5 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), et pour le concombre ; lindane 72 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), dieldrine 6 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$).

Au Burkina Faso, Sanou (2009) a étudié la présence de bêta-HCH, l'Isobenzane, DDE, Isodrine, DDD, DDT dans l'épinard.



Partie
expérimentale



Chapitre IV:

Matriel et méthodes

IV.1. Présentation de la zone d'étude

IV.1.1. Situation géographique

La région de Jijel fait partie du Sahel littoral de l'Algérie; elle est située au Nord-Est entre les latitudes 36° 10 et 36° 50 Nord et les longitudes 5° 25 et 6° 30 Est. Le territoire de la wilaya dont la superficie s'élève à 2396Km² est bordé : au Nord par la méditerranée, au Sud par la wilaya de Mila, au Sud-est par la wilaya de Constantine, au Sud-ouest par la Wilaya de Sétif. La wilaya de Skikda délimite la partie Est, tandis que celle de Bejaia borde la partie Ouest.

IV.1.2. Etude climatologique

La région de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses d'Algérie. Elle est caractérisée par un climat méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été. Les températures varient entre 20°C et 35°C en été à 5°C à 15°C en hiver. La saison de pluie dure environs 6 mois. Les vents dominants soufflent généralement de la mer ver le continent (ANDI, 2013). L'annexe 02 représente la moyenne mensuelle de la température dans la wilaya de Jijel.

IV.1.3. Activités agricoles

Jijel fait partie de la zone du Sahel et des zones littorales qui, grâce à des conditions climatiques très favorables, sont occupées par les cultures maraîchères et plus particulièrement par la plasticulture. Au niveau de cette zone agro-écologique, toutes les cultures maraîchères sont pratiquées. L'utilisation des pesticides et des engrais est relativement importante pour les cultures menées sous serre. L'agriculture constitue l'activité économique principale de la wilaya de Jijel. La superficie totale de la wilaya (ST) 239.000ha et la superficie agricole totale (SAT) estimée à 98689ha, soit 41% de la superficie totale de la wilaya, la superficie des forêts 115.000ha, la superficie agricole utile (SAU) est de 43.589ha, cette dernière occupée par deux types de l'agriculture (CAWJ, 2014).

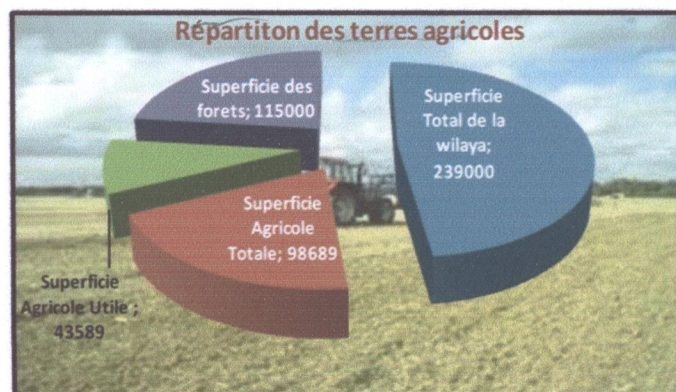


Figure 07 : Répartition des terres de la wilaya de Jijel (CAWJ, 2014)

La région de Jijel est caractérisée par une pluviométrie abondante et un climat méditerranéen très favorable. De point de vue production, les cultures maraîchères viennent en première position avec (733.200Qx), suivies par les cultures fourragères, l'arboriculture fruitière et la céréaliculture avec 300.000, 145.300 et 13.940 quintaux respectivement (figure 08) (CAWJ, 2014).

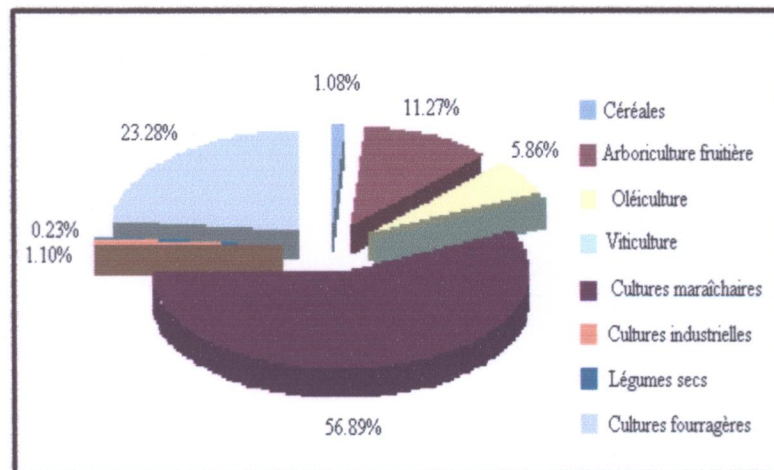


Figure 08 : Répartition des productions par culture dans la région de Jijel (CAWJ, 2014)

IV.2. Echantillonnage

IV.2.1. Entretien

Pour faciliter et orienter l'investigation nous avons fait un entretien avec les fournisseurs des PPS et les agriculteurs ayant pour objectif de lister les POPs qui ont été pulvérisés sur les échantillons de fraises prélevés.

A partir de sorties sur terrain, nous avons pu sélectionner 03 sites de prélèvement d'échantillons de fraises situés Taher, Sidi-Abdelaziz, Beni-Belaïd et 03 sites de prélèvement d'échantillons d'eau Kaous, Emir-Abdelkader et Taher dans la wilaya de Jijel.

D'autre part, nous avons demandé aux agriculteurs les pesticides organochlorés qui ont été précédemment utilisés dans les dernières années et qui éventuellement pourrait persister dans l'environnement, que ce soit dans le sol, l'eau ou l'air. Certains agriculteurs n'ont pas donné de renseignement pour le cas des pesticides organochlorés mais affirment que quelques POCs sont interdits par l'Organisation Mondiale de la Santé comme le DDT et l'endosulfan.

IV.2.2. Prélèvement des échantillons

Un échantillonnage est une procédure de prélèvement pour constituer un échantillon (COLEACP, 2012). Ce dernier est la quantité de produit prélevé d'un lot et soumis à des analyses en laboratoire (LEAA, 2013).

Le prélèvement est réalisé au sein d'exploitation agricole en présence du gérant (Qs, 2014).

Le conditionnement des échantillons se fera par espèce en regroupant, pour un même secteur, les individus échantillonnés. Ce conditionnement se fera généralement dans de petits sacs ou des boîtes en plastique sur lesquels des références permettent de remonter aux informations descriptives de l'échantillon (localisation, date de prélèvement, masse). La référence de l'échantillon doit impérativement être fournie au laboratoire d'analyse. Il est recommandé de noter la référence de l'échantillon à l'extérieur du sachet et à l'intérieur de celle-ci. Cette double identification préserve du risque de perdre l'information concernant l'échantillon entre le terrain et l'arrivée au laboratoire. Le conditionnement et le transport doivent être adaptés : glacière réfrigérée pour éviter la déshydratation des végétaux fragiles (tomate et fraise par exemple).

Les végétaux ne doivent pas être entassés. En effet, l'écrasement favorise la fermentation et l'altération du végétal. Pour la réalisation des prélèvements, les échantillons doivent être sortis du réfrigérateur pendant un temps maximum de 15 minutes et à la température ambiante de la pièce (ADEME, 2007; LEAA, 2013).

Notre étude est réalisée sur trois sites agricoles Taher, Sidi-Abdelaziz et Beni-Belaïd.

Site 01 : Taher

Taher est une commune algérienne de chef-lieu, située à 18Km à l'est de Jijel. C'est la deuxième plus grande ville de la wilaya après Jijel. Le territoire de la commune de Taher se situe au Nord de wilaya de Jijel. Taher est situé sur la cote de la wilaya de Jijel, avec son port de Djen Djen et la plage de Bazoul.

Site 02 : Sidi-Abdelaziz

Sidi-Abdelaziz est une commune et ville côtière de la wilaya de Jijel en Algérie. Le territoire de la commune de Sidi-Abdelaziz se situe au Nord-est de la wilaya de Jijel, à environ 25km à l'est de Jijel, à 100km au nord-ouest de Constantine et à proximité de l'embouchure de l'Oued-el-Kebir. La commune de Sidi-Abdelaziz est composée de vingt-cinq localités.

Site 03 : Beni-Belaïd

Elle se situe dans la wilaya de Jijel au Nord-est de l'Algérie. Elle est d'environ de 40km à l'Est de Jijel et 30km à l'Est de l'aéroport d'Achouat, située à 110km au Nord de Constantine, et 380km à l'Est de la capitale Alger.

Les prélèvements sont effectués sur la fraise entre le 04 Avril et 26 Avril 2015. Au total six échantillons ont été récoltés au niveau des exploitations agricoles qui sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 02 : Sites et nombres des échantillons de fraises

Sites	Quantité	Date de prélèvement	Nb D'échantillons
Taher	200g	04 Avril 2015	02
Sidi-Abdelaziz	200g	13 Avril 2015	02
Beni-Belaïd	200g	26 Avril 2015	02

IV.2.3. Mode opératoire**Matériel et produits utilisés**✓ **Matériel végétal**

- Fraise

✓ **Matériel analytique**

Plusieurs outils sont nécessaires pour aborder notre travail expérimental; une balance analytique pour effectuer les pesés nécessaire à l'étude, un évaporateur rotatif, verrerie usuelle de laboratoire (béchers, entonnoir, flacons, tubes à essai, ampoules à décanter, éprouvettes, la colonne, pipettes graduées), papier filtre (Wathman n°3).

✓ **Produits chimiques**

Nous avons utilisé l'acétate d'éthyle ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$), cyclohexane (C_6H_{12}), hexane (C_6H_{14}), méthanol, hexane pure comme des solvants organiques et ainsi on utilise le sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4), gel de silice, florisil.

IV.3. La procédure analytique de résidus des POPs dans les fraises : Cas des organochlorés

▪ Extraction

En général, l'extraction est précédée d'une préparation adaptée à la matrice de l'échantillon. Celle-ci peut comprendre, par exemple, les denrées sont découpées et broyées en morceaux uniformes. L'échantillon, homogénéisé, est extrait avec l'acétate d'éthyle par agitation (**Eppe et al., 2006**).

▪ Purification

Il existe une grande variété de molécules susceptibles d'être retenues sur le support de prélèvement, donc il n'existe pas de système permettant d'analyser directement les pesticides, les méthodes analytiques développées pour le suivi des résidus de pesticides nécessitent en général l'extraction des composés de la matrice d'intérêt suivie d'une purification éventuelle des extraits avant leur identification et quantification. Enfin, il sera alors nécessaire, après la mise en œuvre de la technique spécifique d'extraction des pesticides, de considérer des étapes de purification de l'extrait afin d'éliminer les composés susceptibles d'interférer dans la phase d'analyse proprement dite. Cette purification des extraits a été effectuée en présence de sels (**El Mrabet et al., 2008; Ngom et al., 2013**).

IV.3.1. Extraction et concentration de résidus des pesticides organochlorés

Dans ce travail nous appliquons une méthode analytique proposée par **Tahir et al. (2011)** pour réaliser l'extraction. Les échantillons des fraises 70g coupé et placé dans un mortier (mixeur) pour être broyé. A l'aide d'une spatule, on introduit la quantité dans une ampoule à décanter de 200ml on ajoute 100ml d'acétate d'éthyle et faire l'agitation traditionnelle pendant 25min.



Figure 09 : Extraction traditionnelle

Après la filtration, la phase organique est recueillie dans un bécher puis transvasée dans un ballon à fond rond, puis on fait une évaporation primaire à sec du solvant se fait dans un évaporateur rotatif dont le bain-marie est fixé à 40°C pour obtenir un extrait primaire. Le résidu sec d'évaporation primaire est repris par 2ml d'hexane

L'étape de filtration est représentée dans la figure 10 et l'étape de l'évaporation est représentée dans la figure 11.

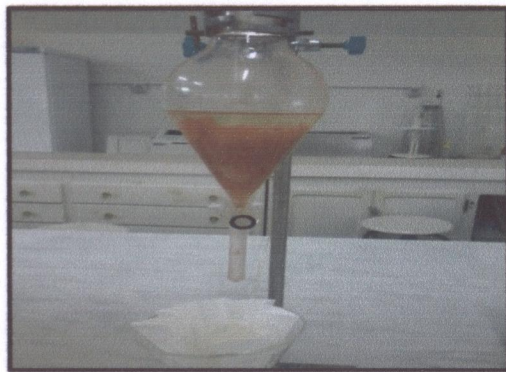


Figure 10 : Etape de filtration

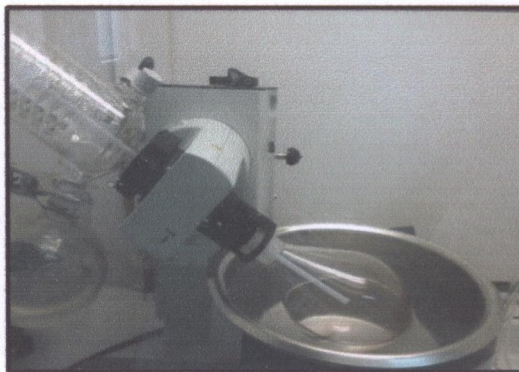


Figure 11 : Etape de l'évaporation

IV.3.2. Purification et concentration de l'extrait primaire

Nous avons utilisé une colonne pour la purification en verre d'une munie valve d'arrêt. On met une fine couche de 2g de gel de silice et 1g de sulfate de sodium, puis on dépose l'extrait primaire dans la colonne et on fait un élution par 20ml de la mixture (acétate d'éthyle et hexane V1/1).

Après la purification de l'extrait primaire, on met le filtrat obtenu dans un ballon à fond rond pour fait une deuxième évaporation à sec du solvant dans un évaporateur rotatif dont le bain-marie est fixé à 40°C pour obtenir un extrait secondaire.

On recueille le résidu sec par 2ml de méthanol pour obtenu un extrait final. Ce dernier est passé à l'appareil de HPLC-UV visible (Chromatographie a Haut Performance en Liquide) pour fait des analyses.

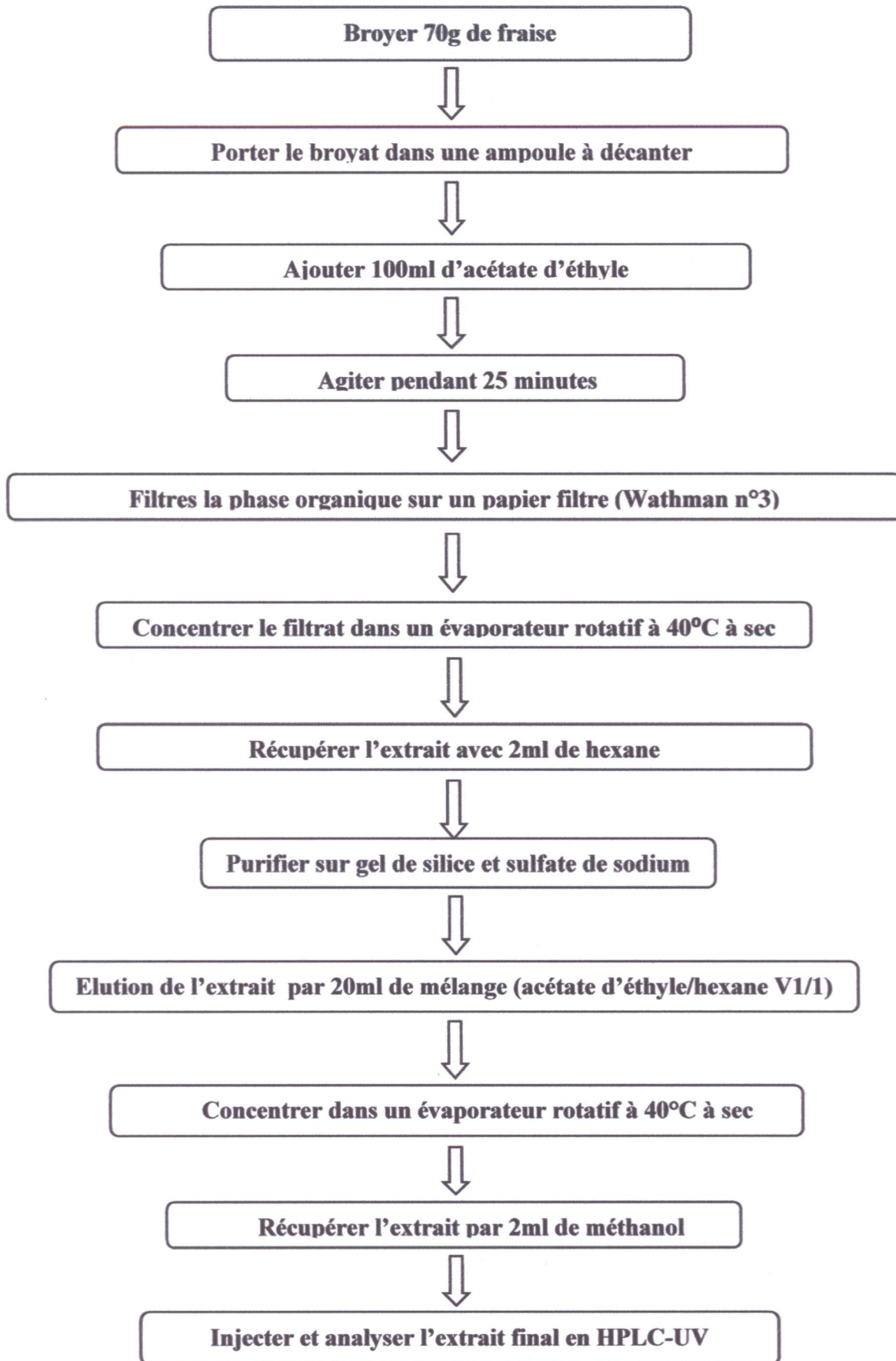


Figure 12 : Protocole de dosage de résidus des POCs dans les fraises (Tahir et al., 2011)

IV.4. Echantillonnage de l'eau

L'étape d'échantillonnage influence directement sur la qualité des résultats analytiques obtenus. Des précautions élémentaires sont alors nécessaires afin de minimiser les risques associés à la contamination et de permettre le maintien de l'intégrité des échantillons (CEAEQ, 2008).

- Les échantillons sont emballés dans des flacons en verre, l'emballage étant étanche pour les protéger convenablement contre tout facteur de contamination.
- Ils sont clairement étiquetés et identifiés : désignation, station, date de prélèvement, quantité, N° de l'échantillon.
- On a pris également toutes les précautions nécessaires pour éviter toute modification de la composition de l'échantillon pouvant survenir au cours du transport ou du stockage (CAC, 1999).

Le prélèvement de l'échantillon d'eau souterraine peut s'effectuer de plusieurs façons selon la profondeur des puits, l'idéal est de placer au centre de puits un seau en plastique bien nettoyé attaché par une corde et de le remplir.

IV.4.1. Prélèvement de l'eau

Trois sites de prélèvement situés dans la wilaya de Jijel ; Kaous, Emir-Abdelkader, Taher ont été sélectionnés pour l'échantillonnage de l'eau souterraine. Ces sites sont des oueds et des puits domestiques appartenant à des producteurs agricoles et situés en plein champs d'exploitation agricole. Ils sont utilisés tant pour l'irrigation que pour la fourniture de l'eau potable. La profondeur de ces puits varie de 5 à 12 mètre.

Site 01 : kaous

Kaous est une ville algérienne, située dans le daïra de Texenna et la wilaya de Jijel à environ 8km au sud-est. La ville compte 26137 habitants depuis le dernier recensement de la population. Entourée par Emir Abdelkader, Jijel et Texenna, Kaous située à 4Km au Nord-Ouest d'Emir Abdelkader la plus grande ville des environs. La commune de Kaous est composée de dix-sept localités.

Site 02 : Emir-Abdelkader

Emir-Abdelkader est une commune de la wilaya de Jijel en Algérie. Le territoire de la commune d'Emir-Abdelkader se situe au Nord de la wilaya de Jijel. La commune d'Emir-Abdelkader est composée de dix localités.

Le prélèvement a été effectué le 07 Mai 2015 dans des flacons en verre. Les échantillons ont été collectés directement au laboratoire où ils sont conservés dans le réfrigérateur à 4°C.

Nous prélevons les échantillons des eaux et collecter selon chaque sites dans le tableau suivant :

Tableau 03 : Les sites de prélèvement des eaux d'irrigation

Sites	Kaous		Emir-Abdelkader		Taher		
	Vanne	Oued	Réservoir	Puits	Oued	Réservoir	Source
Quantité	1L	1L	1L	1L	1L	1L	1L

IV.4.2. Flaconnage

Tous nos prélèvements ont été effectués dans des contenants de verre d'une capacité de 1L préalablement décontaminés par un rinçage à l'acétone, deux rinçages à l'hexane, un nouveau rinçage à l'acétone, puis rincer généralement à l'eau purifiée de façon à enlever toute trace d'acétone et égoutter le surplus. Sur le goulot de chaque flacon rempli, nous avons placé une feuille d'aluminium, afin d'empêcher tout contact entre l'échantillon et le bouchon en plastique (CEAEQ, 2008).

IV.5. Caractéristiques chimiques de l'eau**IV.5.1. La température**

La température est l'un des descripteurs de base pour la connaissance du milieu. La température doit être mesurée sur le terrain, à l'aide d'un thermomètre (Rodier, 1984).

IV.5.2. Le pH

Le pH mesure la concentration des ions H^+ dans l'eau. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibres physico-chimique (Messrouk, 2011).

le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain, à l'aide d'un pH-mètre (De Villers et al., 2005).

IV.5.3. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. Elle s'exprime en ($\mu S/cm$) (Bontoux, 1993).

La conductivité électrique mesuré sur le terrain, à l'aide d'un conductimètre de palliase.

IV.6. Techniques analytiques de résidus des POPs dans l'eau

❖ Extraction liquide-liquide

L'opération d'extraction liquide-liquide consiste à transférer une espèce chimique d'un liquide à un autre. C'est l'une des opérations les plus fréquemment réalisée en laboratoire de chimie organique.

L'extraction est possible si deux liquides ne sont pas miscibles (c'est-à-dire qu'ils forment deux phases distinctes). En général, il s'agit d'une phase aqueuse et d'une phase organique. Le plus souvent :

- Soit on extrait un composé d'une phase aqueuse vers une phase organique afin de l'isoler.
- Soit on lave une solution organique par une phase aqueuse, afin de se débarrasser des impuretés les plus solubles dans l'eau (Messrouk, 2011).

IV.6.1. Extraction et purification de résidus des POPs dans l'eau d'irrigation

Pour séparer les résidus de pesticides de leur matrice aqueuse, différentes méthodes peuvent être utilisées : l'extraction liquide-liquide (ELL), l'extraction sur phase solide (EPS) ou encore l'extraction sur fluide supercritique (EFS) (Rodier et al., 2005).

IV.7. Matériel et produits utilisés

✓ Matériel analytique

Plusieurs outils sont nécessaires pour aborder notre travail expérimental; une balance analytique pour effectuer les pesées nécessaires à l'étude, un évaporateur rotatif, verrerie usuelle de laboratoire (bêchers, entonnoir, flacons, tubes à essai, ampoules à décanter, éprouvettes, la colonne, pipettes graduées), papier filtre (Wathman n°3).

✓ Produits chimiques

On utilise l'acétate d'éthyle ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$), cyclohexane (C_6H_{12}), hexane (C_6H_{14}), acétonitrile, comme des solvants organiques et ainsi on utilise le sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4), gel de silice, florisol.

IV.7.1. Mode opératoire :

Nous avons réalisé l'extraction liquide-liquide à partir de 500ml d'eau percolée placée dans un bêcher de 1000ml auxquels nous avons ajouté 100ml de cyclohexane avant que l'ensemble ne soit agité par un agitateur magnétique durant une heure.

Après l'agitation, on transvaser l'échantillon dans une ampoule à décanter et laisser la séparation des deux phases (phase organique et aqueuse).

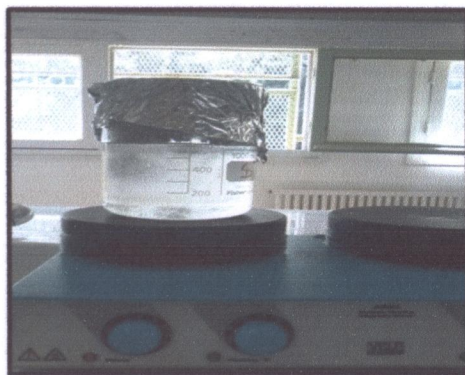


Figure 13 : Agitation magnétique

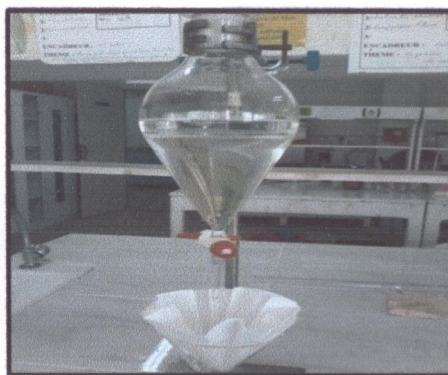


Figure 14 : Etape d'extraction

Après décanter, nous avons récupéré la phase organique puis renouvelé l'extraction de la phase aqueuse à la deuxième fois avec 50ml de cyclohexane.

Les deux phases organiques obtenues sont combinées *en* été ensuite réunies puis filtrées à travers un filtre contenant 10g de sulfate de sodium anhydre afin d'éliminer toute trace d'eau du solvant et mouiller avec 5ml de cyclohexane.

Evaporer l'extrait obtenu jusqu'à 0.5ml par un évaporateur rotatif sous vide dans un ballon chauffé dans un bain-marie à 40°C et puis rincer les parois du ballon par 25ml d'acétonitrile et fait une deuxième évaporation jusqu'à 0.5ml et contenu le volume jusqu'à 1ml par l'acétonitrile (extrait finale).



Figure 15 : Etape de purification

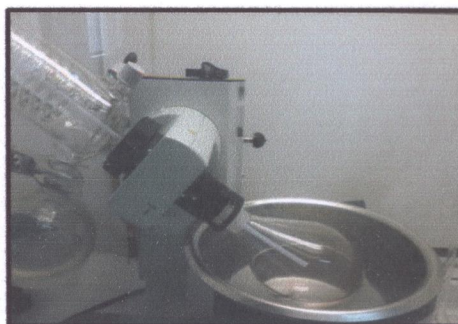


Figure 16 : Etape d'évaporation

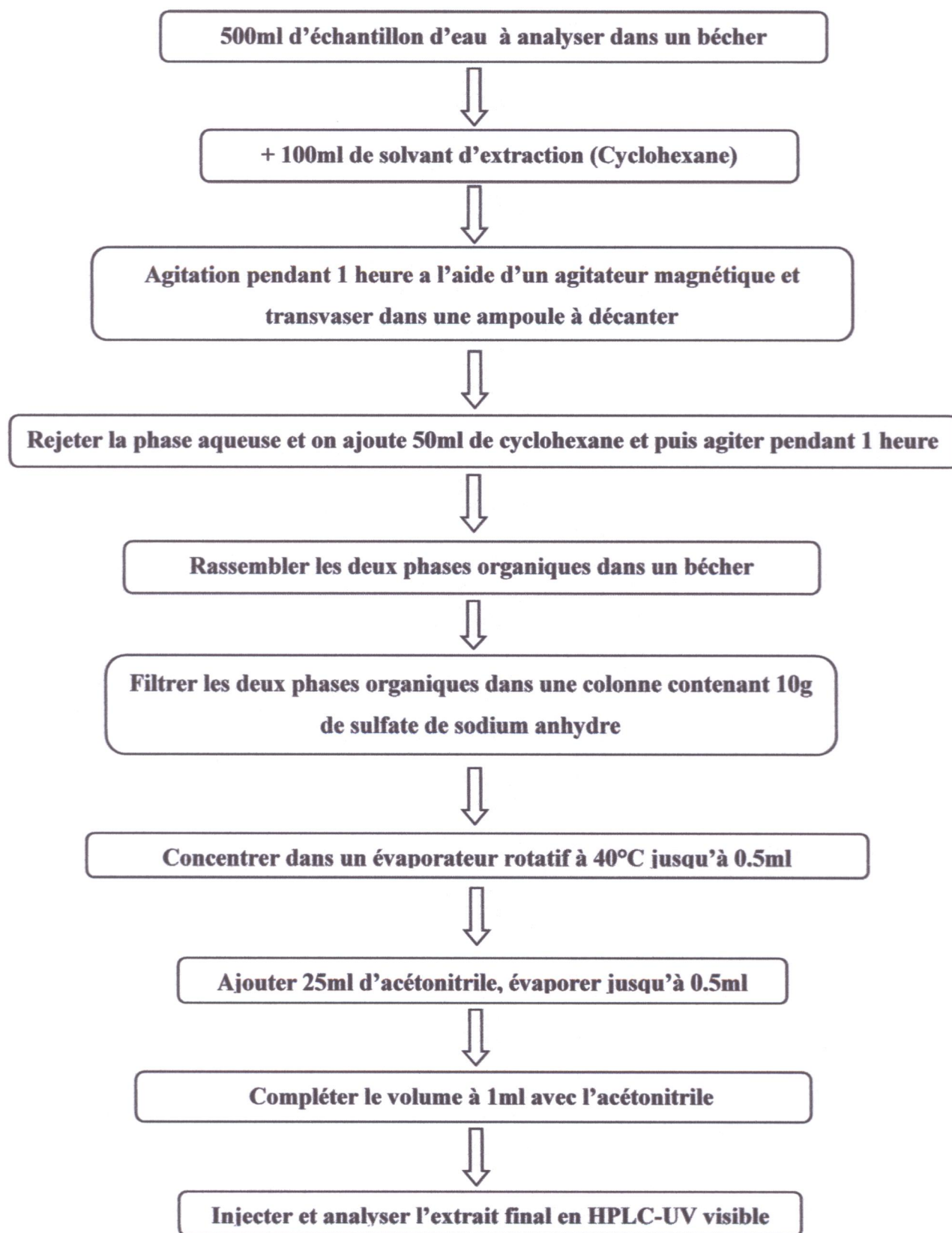


Figure 17 : Protocole de dosage de résidus des POPs dans l'eau d'irrigation (ISSeP, 2014)

IV.7.2. Analyse des échantillons par HPLC-UV visible

IV.7.2.1. Appareillage

La chromatographie liquide à haute performance (HPLC) est une technique d'analyse chromatographique dont le principe est basé sur la répartition du composé à analyser, entre une phase mobile liquide et une phase stationnaire très finement divisée. Cette méthode analytique doit son impressionnant développement à sa rapidité, sa simplicité, son coût relativement peu élevé et l'ampleur de son domaine d'application en tant qu'une méthode de séparation (Benaissa, 2010).

IV.7.2.2. Principe de HPLC

La Chromatographie Liquide Haute Performance permet de séparer et de doser différents composés d'une solution qui absorbe dans l'UV. Cette technique de séparation est basée sur la distribution des solutés d'un mélange entre deux phases: la phase mobile et la phase stationnaire (Safi, 2009). Pour des conditions opératoires précises, chaque composant présente un pic avec un temps de rétention bien défini. La hauteur des pics ou l'intégration de la surface de ces pics permet d'obtenir la concentration des produits (Benzidane, 2012).

Pour notre travail nous avons utilisé une HPLC ou chromatographie liquide à haute performance ultraviolet visible de type Shimadzu Prominence 20A en appliquant les conditions opératoires suivantes :

- Débit $0.5\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$
- Injection en 30 secondes
- Phase mobile : acétonitrile pure
- Colonne : C18
- Le volume injecté : $20\mu\text{l}$
- La température : 30°C .

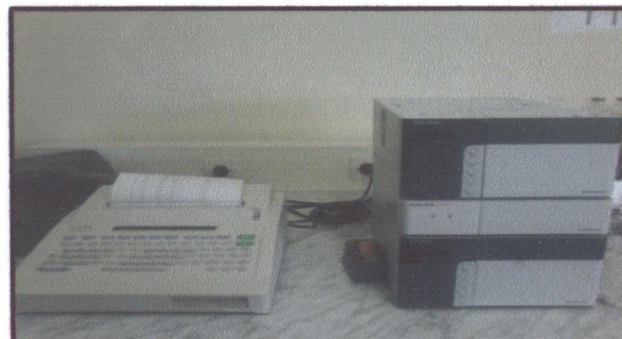


Figure 18 : Appareil de l'HPLC-UV visible

A decorative border with intricate floral and scrollwork patterns in the corners and along the sides, framing the central text.

Chapitre V:

Résultats et discussion

V.1. Analyses des POPs dans les fraises : Cas des organochlorés

L'objectif de notre recherche est de faire une analyse qualitative et d'identifier le ou les POCs détectés dans les échantillons de fraises que nous avons prélevés sur trois sites : Beni-belaïd, Sidi-Abdelaziz et Taher.

Nous avons sélectionné six POPs dans notre étude selon leur disponibilité à savoir : le phénanthrène, le naphthalène, le benzopyrène, l'endosulfan, dieldrine et HCH.

Pour les fraises nous avons ciblé le cas des POCs qui éventuellement ont été précédemment utilisé. De plus nous avons essayé de nous renseigner quand à l'utilisation de pesticides persistants ou non. D'après notre entretien, la région de Jijel est caractérisée par l'utilisation massive des produits phytosanitaires pour la lutte contre les ennemis des cultures maraichères ; nous avons pu noter l'absence d'utilisations des POCs ainsi que l'arrêt de l'utilisation de l'endosulfan dont la commercialisation a été interdite, le tableau suivant présente les pesticides les plus utilisés dans la région:

Tableau 04 : Les pesticides les plus utilisées pour la culture fraisières dans la wilaya de Jijel

Nom commercial	Classe	Matière active	Formulation
Sherpa 25 EC	Insecticide	250g/l de matière Cyperméthrine	Emulsion Concentré
CYREN.C 40 EC	Insecticide	500g/l Chloropyrifos + 50g/l Cyperméthrine	Emulsion Concentré
MEDBAN	Insecticide	480g/l de Chloropyrifos éthyle	Emulsion Concentré
Damitol 10 EC	Acaricide et insecticide	100g/l de Fenpropathrine	Emulsion Concentré

Blin exa 5 Sc	Fongicide	50g/l d'Hexaconazole	Suspension concentré
BIOKE 1.8 EC	Insecticide	18g/l d'Abamectine	Emulsion Concentré
RELDAN 40 EC	Insecticide	400g de Chloropyrifos	Emulsion Concentré
VAPCOMOR	Insecticide	200g/kg d'Acétamipride	Poudre soluble

Au niveau de cette région, on remarque que les applications sur les fraises concernent une dizaine de produits appartenant à différentes familles chimiques et dont les insecticides sont majoritaires.

V.1.1. Analyse qualitative des fraises par HPLC-UV visible

Avant l'injection des échantillons de fraises, nous avons procédé à la préparation des étalons purs de POCs à savoir : l'endosulfan, dieldrine et HCH.

Après injection de ces étalons en HPLC-UV visible nous avons obtenu des pics relatifs à chaque POC recherché et nous avons noté leurs temps de rétention (voir les figures 19, 20, 21, 22, 23, 24).

D'autre part, après l'injection des échantillons de fraises en HPLC-UV visible nous avons aussi obtenus 06 chromatogrammes relatifs aux échantillons analysés.

Ces chromatogrammes ne présentent aucun pic dont les temps de rétention sont similaires à nos étalons. On peut donc déduire une absence de ces POCs recherchés dans l'ensemble de nos échantillons de fraises analysés et ce en comparaison avec les graphes des étalons.

Contrairement à nos résultats, d'autres travaux ayant pour but la recherche de résidus des POPs dans certains produits agricoles ont détecté la présence de POCs contaminants :

Au Togo, Essobiyou (1990) a révélé une contamination des produits vivriers (les céréales, les légumes) par les composés organochlorés. Les résultats obtenus de l'étude sont les suivantes :

Pour le riz; lindane 3 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), la sorgo ; le lindane est 3-20 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), ainsi que pour la laitue lindane 1-5 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), dieldrine 20 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), DDT 3-29 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), le poivron ; lindane 5 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), endrine 8 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), DDT 67 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), et pour poireau ; le lindane 16 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), DDT 10-19 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), persil ; lindane 10 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), DDT 82 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$).

Djaneye-Boundjou et al (2000) ont aussi détecté des résidus de pesticides organochlorés à des concentrations variables dans des échantillons de légumes cultivés dans le périmètre maraîcher de Lomé et dans des échantillons de céréales prélevés sur les différents marchés de Lomé.

Pour l'aubergine ; heptachlore 4 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), aldrine 142 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), dieldrine 43 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), DDT total 106 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), haricot vert ; lindane 30 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), heptachlore 54 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), aldrine 420 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), dieldrine 58 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), endrine 12 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), aussi pour la carotte ; l'heptachlore 42 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), aldrine 13 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), dieldrine 302 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), endrine 502 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$), DDT total 1 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$).

Au Burkina Faso, Sanou (2009) a étudié la présence des organochlorés tels que l'alpha-HCH, l'heptachlore, l'alpha-endosulfan, le DDT, qui étaient présent dans le chou.

V.2. Analyses des POPs dans les eaux d'irrigation

L'objectif de notre recherche est de faire une analyse qualitative et d'identifier le ou les POPs détectés dans les échantillons des eaux que nous avons prélevés sur trois sites : kaous, Emir-Abdelkader et Taher.

Les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux d'irrigation sont résumés dans l'annexe 03.

Avant l'injection en HPLC-UV visible des échantillons d'eau, nous avons procédé à la préparation des étalons purs de POPs à savoir : le phénanthrène, le naphthalène, le benzopyrène, ainsi que l'endosulfan, dieldrine et HCH.

Après injection de ces étalons en HPLC-UV visible nous obtenons des pics relatifs à chaque POPs recherchés et nous avons noté leurs temps de rétention (voir les figures 19, 20, 21, 22, 23, 24).

D'autre part, après analyse des échantillons d'eau d'irrigation en HPLC-UV visible nous avons obtenus 07 chromatogrammes relatifs aux échantillons prélevés.

A partir de nos résultats et d'après l'analyse par HPLC-UV visible nous ne détectons aucuns résidus des POPs recherchés dans l'ensemble des échantillons collectés au niveau des trois sites de prélèvements.

Des études antérieures réalisées sur la recherche des résidus des POPs dans les eaux d'irrigation ont montré la présence des POPs contrairement à nos résultats :

Au Kenya, Mavura et Wangila (2004). Les concentrations moyennes résiduelles de DDT, DDD, DDE, lindane, heptachlore, dans les eaux du lac Nakuru sont respectivement de 1,09 ($\mu\text{g.L}^{-1}$), 6,89 ($\mu\text{g.L}^{-1}$), 0,90 ($\mu\text{g.L}^{-1}$), 1,33 ($\mu\text{g.L}^{-1}$), 3,85 ($\mu\text{g.L}^{-1}$).

Au Nigéria, Okonna (1985) mis en évidence la présence de résidus de pesticides dans les eaux de la lagune de Lagos ; les concentrations trouvées, en ng/l, étaient les suivantes : lindane 85.3 ; aldrine 19.3 ; DDE 12 ; HCB 1.9 ; endrine 12.5 et dieldrine 28.0.

Au Zimbabwe, Greichus et al (1978 a) ont détecté et quantifié des hydrocarbures chlorés dans les eaux de Zimbabwe, notamment des PCB, les concentrations relevées ont été les suivantes : pour le PCB <1000 ng/l, pour le DDT total <100 ng/l.

Au Burkina Faso dans la ville Wayalghin, Sanou (2009) a étudié la présence de l'heptachlore, gamma-HCH, endosulfan, DDE, aldrine dans les barrages et les puits qui utilisent comme source d'irrigation.

Après les analyses de résidus des polluants organiques persistants dans l'eau et dans les fraises ; par l'HPLC-UV visible comme méthode chromatographique analytique. Nous permet de déduire que les échantillons de fraises prélevées au sein des zones agricoles de la wilaya de Jijel ne sont pas contaminés par les polluants organiques persistants ; il en est de même pour les prélèvements d'eau qui ne présente aucune pollution relative aux POPs recherchés.

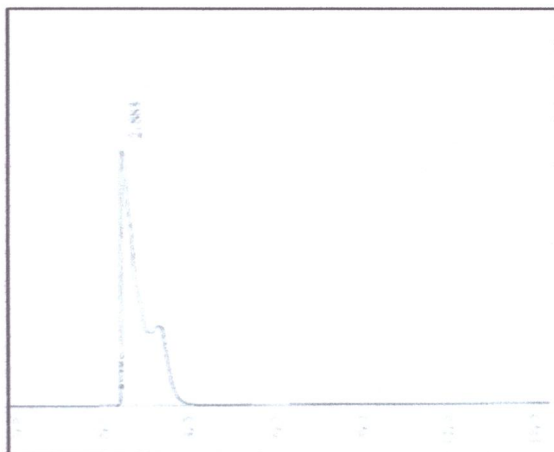


Figure 19 : Chromatogramme de l'étalon de phénanthrène

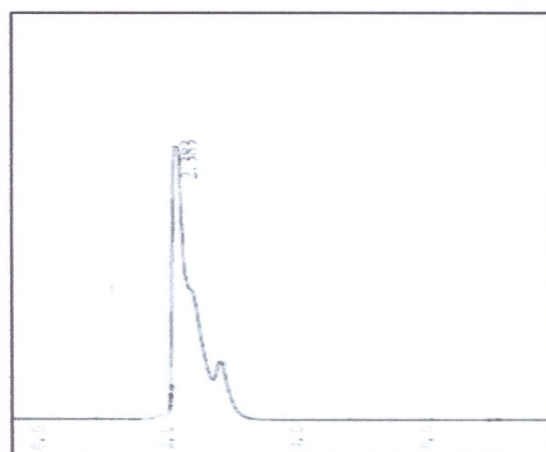


Figure 20 : Chromatogramme de l'étalon de naphthalène

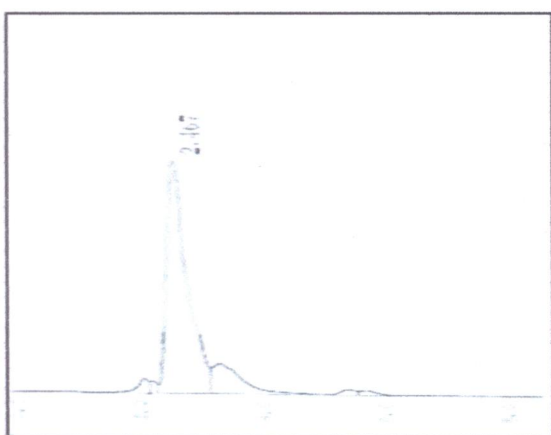


Figure 21 : Chromatogramme de l'étalon de benzopyrène

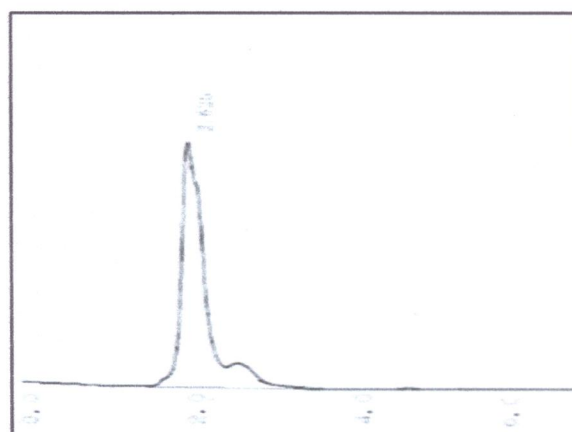


Figure 22 : Chromatogramme de l'étalon de l'endosulfan

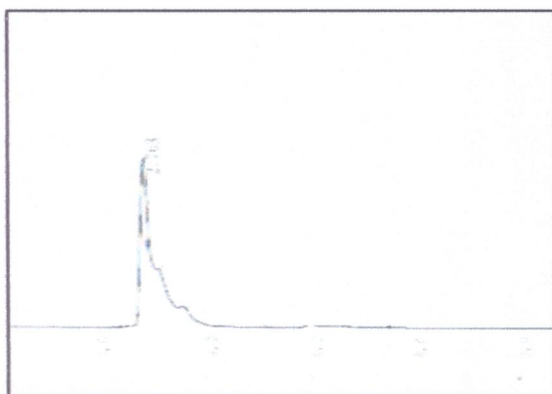


Figure 23: Chromatogramme de l'étalon de dieldrine

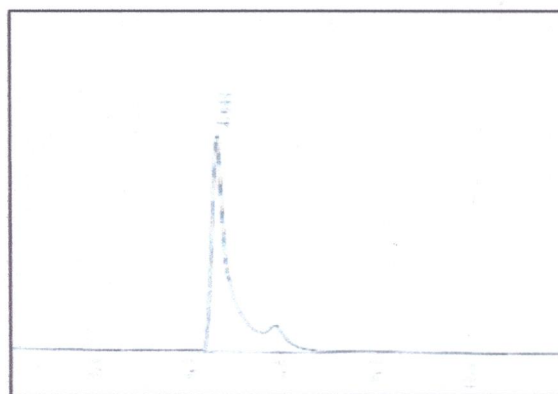


Figure 24: Chromatogramme de l'étalon de l'HCH



Conclusion

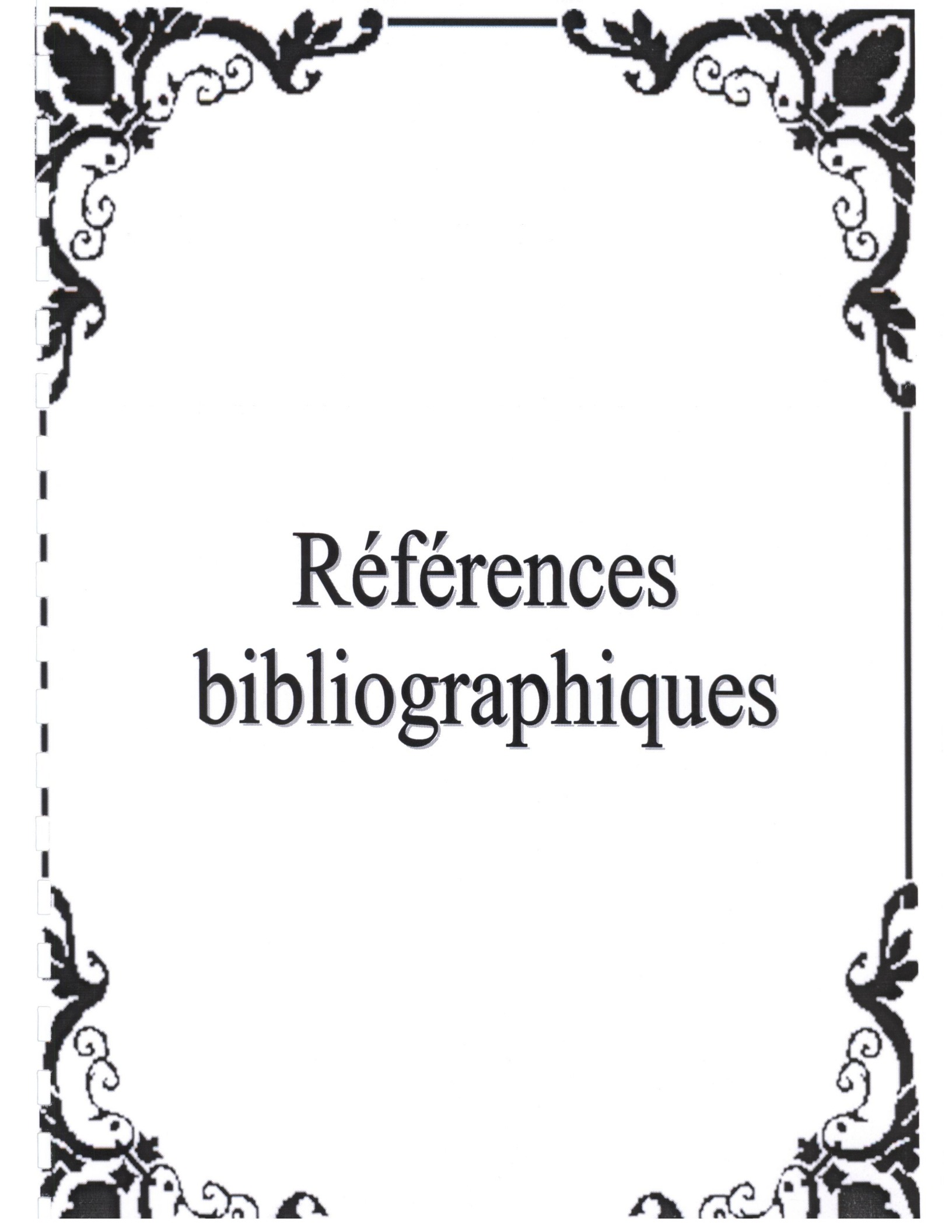
Conclusion

Les polluants organiques persistants font partie d'un groupe de substances chimiques qui ont été produits intentionnellement ou non et introduits dans l'environnement. En raison de leur stabilité et de leur faculté à se disséminer facilement dans l'environnement, ils sont maintenant largement distribués dans le monde.

Dans le but de rechercher les résidus de POPs susceptibles d'être présents dans les fruits récoltés au niveau des sites, Taher, Sidi-Abdelaziz, Béni-Belaïd, nous avons prélevé 06 échantillons de fraises durant la période du mois d'Avril 2015. D'autre part nous avons aussi prélevé 07 échantillons d'eaux d'irrigation au niveau des sites, Kaous, Emir-Abdelkader, Taher durant la période du mois de Mai.

Après l'extraction à l'aide de solvants organiques par une méthode multi-résiduelle nous avons recherché les résidus de polluants organiques persistants par HPLC-UV visible dans les échantillons prélevés.

Notre étude nous permet de déduire que les échantillons de fraises prélevées au sein des zones agricoles de la wilaya de Jijel ne sont pas contaminés par les polluants organiques persistants ; il en est de même pour les prélèvements d'eau qui ne présente aucune pollution relative aux POPs recherchés.



Références bibliographiques

-A-

Abarnou A et Duchemin J., 2005. Distribution et Devenir de Contaminants Persistants dans les Ecosystèmes Littoraux, Plouzané, 119p.

Achour A., 2006. Évaluation du Niveau de Contamination de quelques Produits Laitiers par les Pesticides Organochlorés, diplôme de Mastère, Université 7 Novembre à Carthage, 64p.

ADEME (Agence De l'environnement et de la Maîtrise d'Énergie), 2004. Dioxines et Polluants Organiques Persistants, Maison de la Chimie, Paris, 22p.

ADEME (Agence De l'environnement et de la Maîtrise d'Énergie), 2007. Guide d'échantillonnage des plantes potagères dans le cadre de diagnostics environnementaux, 29p.

Aissaoui A., 2013. Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région de Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles, diplôme de Magister, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, 75p.

Akhmetsadykova S., 2012. Impact de la pollution sur la qualité du lait de chamelle au Kazakhstan, thèse de doctorat, centre international d'études supérieures en sciences agronomiques, Université Nationale Kazakh al-Farabi, 172p.

ANDI (Agence Nationale de Développement de l'Investissement), 2013. Investissement en Algérie, wilaya de Jijel.

ARNH (Agence National des Ressources en eau), 2015. Jijel.

-B-

Barbisan N., Sevin H et Gabarrot F., 2012. Méthodes d'irrigation en milieu aride, Projet d'Eau 2012, 56p.

Battu R.S., Singh B., Kang B.K & Joia B.S. 2005. Risk assessment through dietary intake of total diet contaminated with pesticide residues in Punjab, India, 1999-2002. Ecotoxicology and environmental safety, 62(1):132-139.

Bellec S., 2002. Contamination par les produits phytosanitaires organochlorés en Martinique, Caractérisation de l'exposition des populations, paris, 37p.

Benaissa A., 2010. Etude de la dégradation photocatalytique d'un colorant synthétique et d'un tensioactif, diplôme de Doctorat, Université Mentouri Constantine, 87p.

Benzidane C., 2012. Effet toxique des résidus des pesticides utilisés sur la flore de la région de Sétif, Diplôme de Magister, Université Ferhat Abbas-Sétif, 87p.

Bergeron D., 2010. Régie De l'irrigation goutte au goutte dans la production de fraises à jours neutres au Québec, Université Laval Québec, 57p.

Bignon E., 2010. Caractérisation des micropolluants, Institut Technique de l'Agriculture Biologique, 110p.

Bodénan F et Garrido F., 2004. Devenir des dioxines dans les sols-Analyse critique de données bibliographiques, Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service Public du BRGM 03POLE07 et de l'étude 10 de la convention BRGM-MEDD n° CV 03 0000 12, France, 66p.

Bodiguel X., 2008. Caractérisation et modélisation des processus de bioaccumulation des PCBs chez le merlu (*Merluccius merluccius*) du golfe du Lion, 190p.

Bodiguel X., Bertrand J.A et Fremery J., 2011. Devenir de la chlordécone dans les réseaux trophiques des espèces marines consommées aux Antilles, France, 46p.

Bontoux J., 1993. Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boissons, 2^{ème} édition, Paris, 169p.

Brouwer C., Prins K., Kay M et Heibloem M., 1990. Gestion des eaux en irrigation, Méthodes d'irrigation, Manuel de formation n° 5, FAO, 65p.

-C-

CAC (Comité de codex alimentaire), 1999. Méthodes recommandées pour l'échantillonnage au dosage des résidus des pesticides en vue du control de conformité avec les LMR, CAC/GL33, 105p.

CAWJ (Chambre d'Agriculture de la Wilaya de Jijel), 2014. La fraise à Jijel, 3p.

CEAEQ (Centre d'expertise en analyse environnemental du Québec), 2008. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, 1^{ère} édition, 87p.

COLEACP (Comité de Liaison Europe-ACP (Afrique, Caraïbes et Pacifique)), 2012. Méthodologie d'échantillonnage pour les contrôles officiels spécifiques, Bruxelles, 34p.

CAFL (Comité Economique Agricole Fruits et Légumes), 2005. Guide technique fraise production agrobiologique, 9p.

-D-

De Villers J., Squilbin M et Yourassowsky C., 2005. Qualité physico-chimique des eaux de surface : cadre général (Bruxelles) ,16p.

Diallo A., 1993. La transformation des produits agricoles locaux au Burkina Faso : des innovations en échec, analyse de cas sur la méconnaissance du marché, France, 22p.

Djaneye-Boundjou G, Bawa LM & Boukari Y., 2000. Organochlorinated pesticide residues in vegetable food. Microbiologie et Hygiène Alimentaire 12:42-46.

-E-

El Mrabet K., Charlet P et Lalère B., 2008. Les pesticides, Paris, 15p.

El-Asslouj J., kholtei S., El Amrani N et Hilali A., 2007. Analyse de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la communauté des Mzamza, au voisinage des eaux usées. Afrique SCIENCE, 109-122.

Emest-Ansermet Q., 2002. Recherche de résidus de pesticides, Service de protection de la consommation, Genève, 8p.

Eppe G., Focant J-F., Pirard C., Xhrouet C., Maghuinrogister G et De Pauw E., 2006. Analyse des dioxines par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GCHRMS, GC/MS /MS et GC×GC-TOFMS). Chimie analytique, N° 92 :72-83.

Essobiyou T., 1990. In **Mawussi G., 2008.** Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café, thèse de doctorat, université de Toulouse, 332p.

-F-

Faurie C., Ferra CH., Medori P et Louis Hemptinne J., 2003. Ecologie approche scientifique et pratique, 6^{ème} édition. London, Paris, New York, 488p.

-G-

Gérard G., 1999. L'eau, usage et polluants, Tome II, Paris, 210p.

Graini L., 2011. Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique, Diplôme de Magister, Université Ferhat Abbas-Stif, 83p.

Greichus YA., Greichus A, Draayer HA & Marshall B., 1978. Insecticides, polychlorinate biphenyls and metals in African lake ecosystems. II. Lake McIlwaine, Rhodesia. Bull Environ Contam Toxicol, 19(4): 53-444.

Greichus YA, Greichus A, Ammann BD & Hopcraft J., 1978. Insecticides, polychlorinated biphenyls and metals in African lake ecosystems. III. Lake Nakuru, Kenya. Bull Environ Contam Toxicol. 19(4): 61-454.

Grigoras C.G., 2012. Valorisation des fruits et des sous-produits de l'industrie de transformation des fruits par extraction des composés bioactifs, Université d'Orléans, 247p.

-I-

Inc (Chemonics International), 2005. Filière de la fraise, 52p.

ISSeP (Institut Scientifique de Service Public), 2014. Métrologie environnemental, Recherche- Analyse Essais - Expertise, 10p.

ITCMI (Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles), 2001. Fiches techniques valorisées des cultures maraîchères et Industrielles, 3p.

-J-

Jondreville C., Fournier A., Travel A et Feidt C., 2011. Transfert de Polluants Organiques Persistants vers l'œuf : Résultats d'études expérimentales et modélisation du transfert à l'échelle de l'animal, paris, 18p.

-K-

Khalfaoui A., 2012. Etude Expérimentale de L'élimination de Polluants Organiques et Inorganiques par Adsorption sur des Matériaux Naturels: Application aux Peaux d'Orange et de Banane, Thèse du doctorat, Université Mentouri de Constantine, 143p.

-L-

Lachambre M et Fisson C., 2007. La contamination chimique: quel risque en estuaire de seine ?, France, 23p.

LEAA (Laboratoire d'Expertises et d'Analyses Alimentaires), 2013. Préparation des échantillons pour l'analyse microbiologique, Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, Québec, 17p.

Lebeuf M., 2008. La contamination du béluga de l'estuaire du Saint-Laurent par les polluants organiques persistants, Québec, 233p.

-M-

Mavura W.J et Wangila P.T., 2004. In **Mawussi G., 2008.** Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café , thèse de doctorat, Université de Toulouse, 332p

Messrouk H., 2011. Contribution à l'évaluation et au traitement des eaux usées dans la région d'Ouargla: Cas des composés phénoliques, diplôme de Magister, Université Kasdi Merbah Ouargla, 110p.

Methari M.S., 2012. Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes-Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 148p.

Mhlanga A.T & Madziva T.J., 1990. Pesticide residues in Lake Mellwaine, Human Envir. Zimbabwe, 19(8):368-372.

MATE (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement), 2006. Plan National de mise en œuvre (PNM) ALGERIE-convention de Stockholm, 97p.

Mörner J., Bos R et Fredrix M., 2002. Réduire et éliminer l'usage des pesticides organiques persistants, Document d'orientation sur des stratégies alternatives de gestion durable des déprédateurs et des vecteurs, Genève, 94p.

Munga D., 1985. In **Calamari D et Naeve H., 1994.** Revue de la pollution dans l'environnement aquatique africain, document technique du CPCA, No. 25, Rome, FAO. 1994, 129p.

-N-

Ngom S., Manga A., Diop M., Thiam M.B., Rousseau J., Cisse I et Traore S., 2013. Etude de l'évolution des résidus de pesticides dans les produits horticoles de grandes consommations au Sénégal. Science technologie, vol 21 :31-44.

Nwankwoala AU & Osibanjo O. 1992. Baseline levels of selected organochlorine pesticides in surface waters in Ibadan (Nigeria) by electron capture gas chromatography. Science of the Total Environment 119:179–190.

-O-

Okonna S.I., 1985. In **Calamari D et Naeve H., 1994.** Revue de la pollution dans l'environnement aquatique africain, document technique du CPCA, No. 25, Rome, FAO. 1994, 129p.

-Q-

Qs (Qualitätsicherung), 2014. Guide surveillance de résidus-fruits, légumes, pommes de terre, 32p.

-R-

Rashitova T.T., 2009. In **Akhmetsadykova S., 2012.** Impact de la pollution sur la qualité du lait de chamelle au Kazakhstan, thèse de doctorat, centre international d'études supérieures en sciences agronomiques, Université Nationale Kazakh al-Farabi, 172p.

Rodier J., 1984. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer 7^{ème} édition, Dunod, Paris, 1365p.

Rodier J., Bazin C., Brouti J.P., Chambon P., Champsour H et Rodi L., 2005. L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer), 8^{ème} édition, © Dunod, Paris, 1383p.

-S-

Safi M., 2009. Cours Chromatographie liquide A Haute Performance (HPLC), Université Hassan II- Mohammedia, 22p.

Sanou A.K., 2009. Polluants Organiques Persistants (POPs) dans la gestion durable des sols dans la zone périurbaine d'Ouagadougou, Université polytechnique de Bobo-Diaulasso, 85p.

-T-

Tahir A., Imtiaz A & Seema T., 2011. Determination of pesticide residues in fruits of Nawabshah district, Sindh, Pakistan, University of Karachi, Pakistan, 1139p.

Trifi B., 2012. Traitement des polluants organiques persistants par décharges à barrières d'électriques (DBD) et par décharges glissantes (Glidarc), Université Pierre et Marie Curie, Paris, 92p.

-U-

UNEP (United Nations Environmental Program), 2006. Chlordecone descriptif des risques, Comité d'étude des polluantes organiques persistants-Deuxièmes réunions, Genève, 32p.

-V-

Vilaginès R., 2003. Eaux, environnement et santé publique : introduction à l'hydrologie, 3^{ème} édition, Londres, Paris, 217p.

-W-

Weinberg J., 2008. Un guide pour les ONG sur les Polluants Organiques Persistants, Conseiller principal en politiques International POPs Elimination Network, IPEN, 78p.

-Z-

Zohair A., Salim A.-B., Soyibo A.A & Beck A.J. 2006. Residues of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides in organically-farmed vegetables. *Chemosphere*. 63 (4): 541-553.



Annexes

Annexe 01 : Evaluation de la culture de la fraise dans la wilaya de Jijel (2001 à 2014) (CAWJ, 2014)

Campagne	Superficie (ha)
2001/2002	004
2002/2003	042,20
2003/2004	074
2004/2005	067
2005/2006	074,50
2006/2007	067
2007/2008	059,50
2008/2009	060,50
2009/2010	120
2010/2011	146,76
2011/2012	159,01
2012/2013	175
2013/2014	245,42

**Annexe 02 : Répartition de la moyenne mensuelle de la température (1/10 °C) pour la période
2009-2014 (ARNH, 2015)**

Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Annuel
------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------	-----	------	---------	------	--------

2009/2010

Moyenne	233.00	198.00	171.00	151.00	126.00	137.00	146.00	159.00	177.00	216.00	262.00	264.00	187.00
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

2010/2011

Moyenne	234.00	203.00	156.00	137.00	125.00	115.00	142.00	176.00	193.00	223.00	265.00	278.00	187.00
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

2011/2012

Moyenne	241.00	19.50	161.00	124.00	109.00	76.00	130.00	154.00	191.00	254.00	266.00	293.00	168.00
---------	--------	-------	--------	--------	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

2012/2013

Moyenne	236.00	210.00	169.00	130.00	121.00	105.00	149.00	162.00	174.00	208.00	254.00	256.00	181.00
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

2013/2014

Moyenne	237.50	234.03	147.87	123.61	133.52	136.71	127.58	171.23	185.66	232.40		267.92
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--------

Annexe 03 : Les paramètres chimiques des eaux d'irrigation

Sites		T (°C)	Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	pH
Kaous	Vanne	20,3	400	6,55
	Oued	21	400	6,85
Emir- Abdelkader	Réservoir	21,8	800	7,78
	Puits	21,8	600	7,75
Taher	Oued	20,4	500	7,01
	Réservoir	22	300	7,10
	Source	23	300	7,82



Présenté par : Alioua Hanane
Kahlessenane Samia

Encadreur : M^{me} Roula M.

Date de soutenance : 29-06-2015

Thème

Recherche de Polluants Organiques Persistants (POPs) dans les eaux d'irrigation et la fraise cultivée à Jijel

Résumé

Ce travail a pour objectif d'étudier la recherche des polluants organiques persistants dans les fraises et les eaux d'irrigation de la wilaya de Jijel. Pour cela, nous avons prélevée 06 échantillons de fraises au sein de trois sites de Taher, Sidi-Ableaziz, Beni-Belaïd et 07 échantillons d'eau d'irrigation au niveau des sites de Kaous, Emir-Abdelkader, Taher dans la wilaya de Jijel. Nous avons procédé à une analyse qualitative des POPs en vue de déterminer éventuellement la présence des résidus de POPs dans les fruits et dans les eaux d'irrigation. Pour ce faire nous avons appliqué une méthode d'extraction solide-liquide pour les fruits et liquide-liquide pour les eaux à l'aide de solvants organiques. Les analyses de résidus des POPs ont été réalisées par HPLC-UV visible. Les résultats obtenus montrent dans l'ensemble des prélèvements collectés une absence de contamination des fruits et de pollution des eaux d'irrigation par les POPs.

Mots clés : POPs, fruit, eau, contamination, extraction, HPLC-UV.

Abstract

This work aim to study the research of POPs in fruit and irrigation water in the province of Jijel. For this we collected 06 samples of strawberries in three sites Taher, Sidi-Ableaziz, Beni Belaïd and 07 irrigation water samples at Kaous sites, Emir-Abdelkader, Taher in the wilaya of Jijel. Followed by a qualitative analysis of POPs to determine eventually the presence of these residues in fruit and in irrigation water. We applied a method of solid-liquid extraction for fruit and liquid-liquid for water using organic solvents. The analyses of the POPs residues were performed by HPLC-UV visible. The results show in all the collected samples an absence of POPs residues in both the fruit and the water samples. We conclude that our agriculture is relatively breast in comparison with that of other countries.

Key words : POPs, fruit, water, contamination, extraction, HPLC-UV.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة الملوثات العضوية غير القابلة للتحلل في الفراولة ومياه السقي بولاية جيجل لهذا السبب جمعنا ستة عينات من الفراولة في ثلاثة مناطق ؛ الطاهير, سيدي عبد العزيز, بني بلعيد وسبعة عينات من مياه السقي على مستوى ثلاث مناطق؛ قاوس, الأمير عبد القادر, الطاهير بولاية جيجل. ثم قمنا بالتحليل النوعي للملوثات العضوية الغير قابلة للتحلل لتحديد احتمال وجود هذه البقايا في الفراولة ومياه السقي باستعمال طرق الاستخلاص الصلبة السائلة للفواكه والسائلة السائلة للمياه وهذا باستخدام المنهيات العضوية, وهذه التحاليل أجريت بواسطة HPLC-UV المرئية. تظهر النتائج في جميع عينات الفراولة ومياه السقي التي تم أخذها غياب التلوث بالملوثات العضوية غير القابلة للتحلل.

الكلمات المفتاحية : الملوثات العضوية غير القابلة للتحلل, الفواكه, المياه, التلوث, الاستخلاص, HPLC-UV المرئية.