

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté de Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des sciences agronomiques

MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du diplôme du Master en Sciences Agronomiques

Spécialité : Eau et Environnement

Thème

Impact de la fertilisation chimique et transition vers l'agriculture biologique

Réalisé par
M^{elle} Ait Hamou Djedjiga & M^{elle} Ait Gherbi Messad

Devant les jurys:

Mr METAHRI MS.	Maître de conférences A	Président	UMMTO
Mr SMAIL A.	Maître de conférences B	Promoteur	UMMTO
Mr BERRADJ O.	Maître de conférences B	Examineur	UMMTO
Mlle BELMIHOUB N.	Doctorante	Examinatrice	UMMTO

Promotion (2019/2020)

Remerciements

D'abord nous tenons à remercier le bon Dieu de nous avoir accordé la santé et les moyens de réaliser ce travail.

Nous remercions particulièrement notre promoteur Mr Smail Adel de nous avoir encadrés, pour son soutien constant et sa persévérance pendant toute la durée de ce travail.

Nous remercions les membres du jury, qui ont accepté d'évaluer notre travail, afin de le perfectionner et le mettre à niveau.

A nos enseignants de département de biologie et d'agronomie qui nous ont suivi le long de notre cursus et nous ont permis d'accomplir notre formation.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mon cher frère Amer qui m'a toujours soutenu et aidé le long de mes études. Je te souhaite tout le bonheur du monde et une bonne réussite dans ta vie.

A ma chère cousine Naima et son mari

A mes tantes Zahia Nadia Lamia

A mes oncles Kamel Mourad

A la mémoire de ma chère mère que dieu L'accueil dans son vaste paradis

A ma chère Amie et sœur et binôme Messad je te remercie d'être avec moi tout au long de notre cursus universitaire

A ma meilleure amie et sœur mouna merci d'être avec moi dans les bons et les mauvais moments de ma vie je te souhaite une vie pleine de réussite et de bonheur

A toute la famille Oubachir spécialement Kahina

A ma meilleure amie Lynda je te souhaite la réussite dans tes études, et Fateh ammour pour son soutien et son aide.

A tous les amis(es) que j'ai connu de près ou de loin

Djidji

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail

A mon cher père Yousef

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai
pour vous.*

*Rien au monde ne vaut les efforts fournis jours et nuits pour mon éducation et mon bien
être.*

Je te souhaite tout le bonheur du monde.

A ma très chère mère Nadia

*Vous avez guetté mes pas, et m'avez couvé de tendresse, tes prières m'ont été d'un grand
secours pour mener à bien mes études.*

*Vous m'avez aidé et soutenu pendant de nombreuses années avec à chaque fois une
attention renouvelée. Puisse Dieu, tout puissant vous combler de santé, de bonheur et
vous procurer une longue vie.*

A mon mari AISSA

*Je ne saurais exprimer ma profonde reconnaissance pour le soutien continu dont tu as
toujours fait preuve. Tu m'as toujours encouragé, incité à faire de mon mieux, ton
soutien m'a permis de réaliser ce travail. Je te dédie ce travail avec mes vœux de réussite,
de prospérité et de bonheur.*

A mes chères sœurs Chafia, Warda.

Et frère Tarik, Seddik,

Ma petite nièce ange et douce Nada.

*Sans oublier ma deuxième famille qui m'a vraiment soutenu, mon beau père Tahar et ma
belle-mère Nadia je vous remercie infiniment.*

*Et mes belles sœurs Ouahiba, Lilia et Sarah et mon beau frère Abdelhafidh et sa femme
Hafidha.*

A ma chère amie, sœur et binôme Djedjiga.

A mes amies Mouna, Kahina, Linda, Leila, Siham.

A tous ceux qui me sont chers.

Messad

Liste des Figures

Figure 1 : Les différentes formes de l'eau.....	3
Figure 2 : La pollution des eaux.....	10
Figure 3 : La dissolution des roches	10
Figure 4 : La pollution atmosphérique	11
Figure 5 : Les sources de pollution de l'eau (engrais et pesticides).....	12
Figure 6 : L'irrigation des cultures.....	13
Figure 7 : Les différents systèmes d'irrigation.....	14
Figure 8 : Les engrais organiques et minéraux	23
Figure 9 : L'agriculture biologique	26
Figure 10 : Conversion vers l'agriculture biologique	31
Figure 11 : Procédure et temps de conversion pour une culture annuelle	31
Figure 12 : Procédure et temps de conversion pour une culture pérenne	32

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition de l'eau dans la biosphère	6
Tableau 2 : Les différentes stations de dessalement en Algérie	9

Liste des abréviations

AB : Agriculture Biologique

ADE : Algérie Des Eaux

AEC : L'Algerian Energy Company

AEP : Alimentation en Eau Potable

BIO : Aliment Biologique

Ca : Calcium

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

FABQ : Fédération Agriculture Biologique du Québec

IGES : Intégration de la gestion des eaux souterraines dans les organismes de bassin transfrontaliers en Afrique

ISO : Organisation Internationale de Normalisation

K : Potassium

Mg : Magnésium

N₂ : Azote

N₂O : Protoxyde d'azote

NO_x : Oxyde d'azote

NO₃⁻ : Ion nitrate

OGM : Organisme Génétiquement Modifié

ONA : Office National de l'Assainissement

pH : Potentiel hydrogène,

P : Phosphore

SO₄⁻² : Ion sulfate

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Eau	
1. Disponibilité de l'eau sur terre	3
2. La quantité d'eau douce sur la terre	4
2.1. Les eaux douces	4
2.2. Les eaux de surface	5
2.3. Les bassins fluviaux	5
2.4. Les zones humides	6
3. Répartition de l'eau dans la biosphère	6
4. L'eau en Algérie.....	7
4.1. Eaux conventionnelles.....	7
4.1.1. Les eaux superficielles	7
4.1.2. Les eaux souterraines	7
4.2. Les eaux non conventionnelles.....	7
4.2.1. Les eaux usées.....	7
4.2.2. Les eaux de mer.....	8
5. Pollution des eaux	9
6. Sources de pollution	10
6.1. Pollution naturelle	10
6.2. Pollution atmosphérique.....	11
6.3. Pollution urbaine	11
6.4. Pollution industrielle	12
6.5. Pollution agricole	12

7. Définition de l'irrigation	13
8. L'irrigation dans le monde	13
9. Etude des techniques d'irrigation.....	14
10. Importance de l'irrigation.....	15

Chapitre II : la fertilisation minérale et la fertilisation organique

1. Fertilisation.....	18
2. Les différents fertilisants minéraux.....	18
2.1. Eléments majeurs	18
2.1.1. L'azote.....	18
2.1.2. Phosphore	18
2.1.3. Potassium	18
2.2. Eléments secondaires ou méso-éléments	19
2.2.1. Calcium	19
2.2.2. Magnésium	19
2.2.3. Soufre	19
2.3. Oligo-éléments	19
3. Le choix des engrais	20
4. Impact de la fertilisation sur l'environnement	20
4.1. Impact de la fertilisation sur le sol	20
4.2. Impact de la fertilisation sur l'eau.....	20
4.3. Impact de la fertilisation sur l'air	21
5. Impact de l'agriculture conventionnelle sur la santé	21
6. Les engrais organiques	21
6.1. Les fumiers.....	21

6.2. Les engrais verts	22
6.3. Le compost	22
7. La gestion des engrais organiques.....	23

Chapitre III : L'agriculture biologique

1. Concept de l'agriculture biologique	26
2. Les caractéristiques techniques de l'agriculture biologique.....	27
3. Les objectifs de l'agriculture biologique.....	27
4. L'agriculture BIO en Algérie	28
5. La différence entre l'agriculture biologique et conventionnelle	30
6. Processus de conversion vers l'agriculture biologique	30
7. Cahier des charges et les organismes certificateurs	32

Chapitre VI : Discussion.....

Conclusion et perspectives.....

Références bibliographiques

L'eau est un élément de l'environnement et un bien collectif. Sa contribution au développement d'une société est si indispensable qu'on s'accorde à dire qu'il n'y a pas de vie sans eau (Belhadj, 2017).

Parallèlement l'eau constitue un facteur principal contribuant au développement des maladies à transmission hydrique provoquant des fléaux sanitaires dans le monde en développement. Les services de santé identifient cinq catégories de maladies d'origine hydrique, maladies transmises par l'eau (typhoïde, choléra, dysenterie, gastroentérite et hépatite infectieuse), infections de la peau et des yeux (trachome, gale, pian, lèpre, conjonctivite et ulcères), parasitoses (bilharziose et dracunculose), maladies dues à des insectes vecteurs comme les moustiques et les mouches, enfin infections dues au manque d'hygiène (tarnaises) (ONU, 1992). On estime que 25 000 personnes meurent chaque jour du fait de ces maladies (PNUE, 1991). Près d'un milliard de personnes dans le monde ne disposent pas d'eau potable de qualité. Or, améliorer l'accès à l'eau potable, c'est amélioré sensiblement la situation sanitaire (Postel, 1992).

Autrefois l'eau était uniquement appréciée par la qualité organoleptique mais aujourd'hui, nous parlons d'assurance de qualité physico chimique et biologique, de traçabilité et aussi de certification de produit et de label (Ali Ahmed et Tachebount, 2017).

L'effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur les cultures est une préoccupation des agronomes et des économistes chargés de la mise en valeur des territoires des zones arides et semi- arides (Landreau et Monition, 1977). Parce que l'activité agricole modifie fortement la qualité et la dynamique de l'eau dans le milieu. Par la transformation du couvert végétal, le travail du sol, l'apport de fertilisants et de pesticides, l'agriculture altère le cycle de l'eau comme de ses composés. La croissance de la production agricole au moyen de l'agrochimie et de la mécanisation durant ces dernières décennies a entraîné des dégradations des sols et des eaux dans de nombreuses régions du monde. Ces dégradations varient en fonction des formes et du niveau d'intensification agricole et en fonction du contexte pédoclimatique (Laurent, 2013).

En effet la fertilisation a des conséquences néfastes sur l'environnement, les fertilisants apportés en excédent aux plantes étant potentiellement polluant. En ce qui concerne la protection des végétaux contre les bio-agresseurs, une meilleure prise en compte de leur impact sur les eaux et déjà conduit à mesurer et maîtriser la présence des pesticides, dans les eaux (Morice, 2011)

Cependant, les consommateurs s'intéressent de plus en plus à la qualité des produits agricoles et alimentaires, et en particulier recherchent des produits typiques par rapport à leurs

spécificités d'un point de vue nutritionnel, gustatif, visuel, ou par rapport à leurs modes de production qui les différencie du produit standard sur le même marché (Lounis et Sahmi, 2017).

Dans le secteur agro-alimentaire, la plupart des innovations techniques et sociales ont été le fait de minorité communautaire active. C'est l'histoire du "label rouge" et de l'agriculture biologique. Un produit biologique, c'est-à-dire issu de l'agriculture biologique, doit pour obtenir cette dénomination résulter d'un mode de production bien spécifique. De façon générale, l'agriculture biologique vise à maintenir et à améliorer l'écosystème, à limiter la surexploitation, à réduire la pollution des ressources naturelles et la consommation d'énergie non renouvelable. Plus précisément, l'utilisation des engrais chimiques, des pesticides de synthèses et des désherbants ou hormones issues de manipulations génétiques est strictement interdite, toutes ces règles sont régies par la réglementation et nécessite une certification biologique garantissent la reconnaissance, la valorisation et l'origine de ses produits biologiques (Ait Ahmed et Tachebount, 2017).

Le but principal de cette revue est d'avoir un aperçu sur l'impact de la ferti-irrigation sur les milieux aquatique récepteurs.

L'eau est nécessaire à la santé, indispensable à notre organisme. Elle est une composante majeure du sang, elle contribue au maintien de la tension artérielle, au transport des substances nutritives, intervient dans le bon fonctionnement de notre organisme, des hormones, elle assure le maintien de la température corporelle ; elle permet la digestion des aliments, l'absorption des substances nutritives et l'élimination des déchets ; également alliée d'une bonne hygiène (Belhadj, 2017).

1. Disponibilité de l'eau sur terre

L'eau est l'une des ressources la plus abondante sur la Terre, mais il faut signaler également que seulement moins de 1% de cette ressource sont utilisables de façon fiable pour les besoins humains. L'eau se présente en majeure partie à l'état liquide mais elle est présente aussi à l'état solide et à l'état de vapeur. Donc l'eau douce disponible est une forme rare de l'eau, car 99 % de la masse totale de l'eau est soit salée (97% de l'eau est contenue dans les océans), soit à l'état solide (2% dans les calottes glaciaires et les glaciers). La majeure partie de l'eau restante (1%) est souterraine, une proportion infime étant présente dans les lacs, l'humidité du sol, les cours d'eau et les systèmes biologiques. Malgré cette rareté de l'eau, l'être humain n'a pas encore compris ni reconnu que les disponibilités en eau sont finies. Tout le monde est pourtant d'accord pour reconnaître que la rareté croissante de l'eau douce et le mauvais usage que l'on en fait menace gravement le développement durable (Belhadj, 2017) (Figure 1).

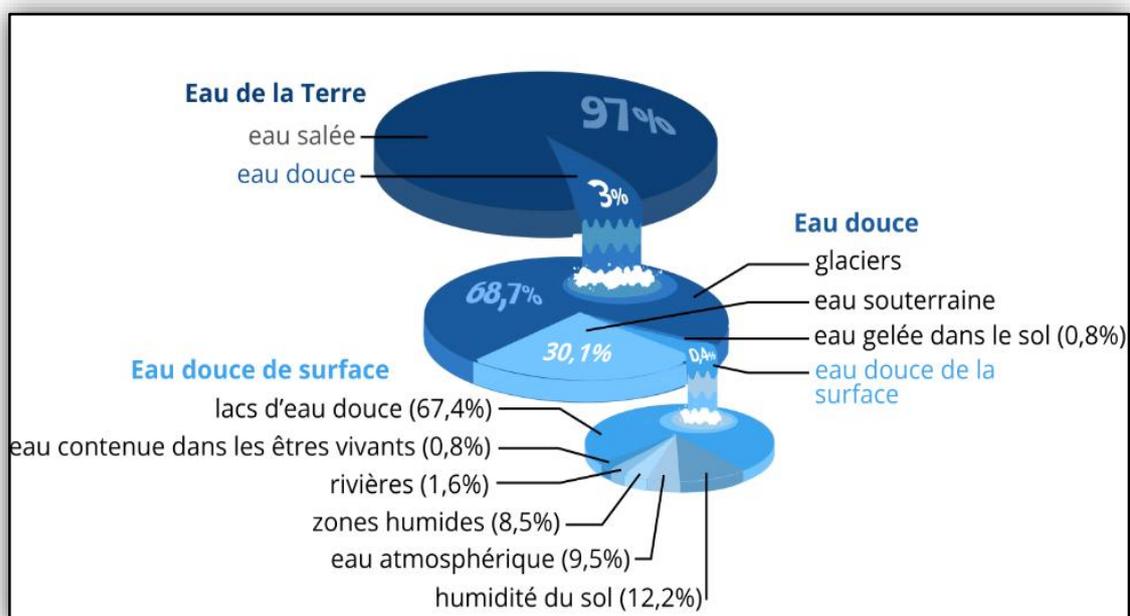


Figure 1 : Les différentes formes de l'eau (Bouziani, 2000)

2. La quantité d'eau douce sur la Terre

La masse d'eau totale de l'hydrosphère ne varie pas au cours des années. L'eau change d'état au cours de son cycle mais sa quantité globale reste inchangée depuis 3 milliards d'années, date de son apparition sur Terre. C'est l'énergie solaire qui est le moteur du cycle de l'eau en entraînant ses changements d'état (Maurel, 2006).

2.1. Les eaux douces

Quatre-vingt-seize pour cent de l'eau douce liquide se trouve sous la surface terrestre. Les nappes phréatiques alimentent les sources, les ruisseaux et les zones humides, aident à maintenir la stabilité des surfaces terrestres et constituent une ressource en eau fondamentale. Environ 60% de l'eau extraite du sol est utilisée par le secteur agricole dans les zones arides et semi-arides, et entre 25% et 40% de l'eau potable de la planète provient du sous-sol. Des centaines de villes à travers le monde, y compris la moitié des plus grandes, utilisent de façon significative les nappes phréatiques. Cette eau peut s'avérer particulièrement précieuse lors de pénuries d'eau de surface. Les nappes aquifères diffèrent au niveau de la profondeur, de la quantité d'eau qu'elles contiennent et de la vitesse à laquelle elles se rechargent. Ces variations dépendent également de caractéristiques géologiques spécifiques. Une grande partie de l'eau souterraine ne se reconstitue que très lentement, voire pas du tout. On la qualifie alors de « non renouvelable ». Les plus grandes nappes aquifères dont l'eau est non renouvelable se trouvent en Afrique du Nord, au Moyen-Orient, en Australie et en Sibérie. Les opinions divergent quant à savoir comment et quand utiliser cette eau. Beaucoup de nappes aquifères qui contiennent des ressources en eau souterraine non renouvelables sont partagées par plusieurs pays et doivent être gérées en commun afin de profiter à toutes les entités administratives concernées. Si l'infiltration des précipitations recharge la nappe aquifère, on considère que cette eau souterraine est « renouvelable » et qu'elle peut être utilisée pour l'irrigation ainsi qu'à des fins domestiques ou autres. Même si la plupart des nappes phréatiques renouvelables sont de bonne qualité et ne nécessitent aucun traitement, il convient de les faire analyser avant de les utiliser afin d'éviter d'éventuels impacts sur la santé. Toutefois, rares sont les pays qui évaluent la qualité de leurs nappes phréatiques ou la vitesse à laquelle elles sont exploitées. La surveillance de ces nappes s'améliore en Europe et en Inde, mais elle reste minime dans de nombreux pays en voie de développement et même se détériore dans de nombreux pays industrialisés. Il est donc difficile de gérer durablement les ressources en eaux souterraines (ONU-Eau WWAP, 2006).

2.2. Les eaux de surface

Les lacs, les étangs, les réservoirs, les fleuves, les ruisseaux et les zones humides ne représentent qu'un faible pourcentage du volume total d'eau douce sur Terre (0,3%). Cependant, elles représentent environ 80% des eaux de surface et des nappes phréatiques renouvelables disponibles pour une année donnée. Ces masses d'eaux remplissent de nombreuses fonctions dans l'environnement et fournissent aux populations leur principale source d'eau potable, de l'énergie, un cadre pour les loisirs, ainsi qu'un moyen d'irrigation et une source de transport. Les lacs et autres réservoirs permettent de palier aux fluctuations dans le débit des rivières d'une saison à une autre car ils stockent de grandes quantités d'eau. Les lacs contiennent de loin la plus grande quantité d'eau douce de surface. Mais l'hydrologie de seulement quelque 60% des plus grands lacs a été étudiée en détail, il reste donc beaucoup à apprendre (ONU-Eau WWAP, 2006).

2.3. Les bassins fluviaux

Ils constituent une « unité naturelle » très utile pour la gestion des ressources en eau, même s'ils s'étendent bien souvent sur plus d'un pays. Les zones de drainage des bassins fluviaux internationaux couvrent environ 45% de la surface de la Terre (à l'exception des régions polaires). Parmi les plus grands bassins on peut citer celui de l'Amazonie, qui apporte 15% de la totalité de l'eau se jetant dans les océans, et celui du Congo-Zaïre, qui transporte un tiers de toute l'eau des rivières d'Afrique. Le débit des fleuves peut varier considérablement d'une saison et d'une région climatique à l'autre. Dans les régions tropicales, on observe d'importants débits tout au long de l'année, alors que dans les zones arides les rivières sont souvent éphémères et ne coulent que périodiquement après un orage. Les zones sèches représentent environ 40% des terres émergées de la planète et n'abritent que 2% des toutes les eaux de ruissellement. Les données concernant le débit et le niveau de l'eau récoltée par le passé peuvent nous aider à prédire les variations saisonnières ou annuelles, mais il est difficile de faire des prévisions exactes à plus long terme. Certaines données des pays industrialisés remontent à 150, 200 ans. En revanche, de nombreux pays en voie de développement n'ont commencé que récemment à consigner des données, qui sont bien souvent de piètre qualité (ONU-Eau WWAP, 2006).

2.4. Les zones humides

Notamment les marécages, tourbières, marais et lagunes - recouvrent 6% de la surface émergée de la Terre et jouent un rôle essentiel dans la conservation des ressources en eau. Beaucoup de ces zones humides ont été détruites ou transformées pour satisfaire d'autres usages au cours du dernier siècle. Celles qui subsistent aujourd'hui peuvent encore jouer un rôle important au niveau de la conservation des écosystèmes, de la prévention des inondations et du maintien du débit des rivières (ONU-Eau WWAP, 2006).

3. La répartition de l'eau dans la biosphère

Le tableau 1 nous indique la répartition de l'eau dans la biosphère :

Tableau 1 : Répartition de l'eau dans la biosphère (Genin et *al.*,2003).

	volume en km ³	% du total
Eau liquide		
Océans	1300000000	97,2
Lacs et mers internes	123000	0,009
Cours d'eau	100000	0,008
Eau du sol	1230	0,0001
Nappes aquifères (jusqu'à 800m de profondeur)	65000	0,005
Eaux profondes	4000000	0,31
Eau solide		
Glaciers polaires	32000000	2,5
autres glaciers	1000	0,0001
Eau vapeur		
Eau dans l'atmosphère	12700	0,001
Eau contenue dans les organismes vivants	400	0,00005

D'autres estimations existent, selon les masses d'eau prise en compte. Ainsi, les eaux disponibles directement pour les êtres vivants représentent un potentiel très faible par rapport à la quantité d'eau totale du globe, puisqu'il n'y a que 3% environ d'eau douce, dont les trois quarts sont stockés sous forme de glace (Genin et *al.*, 2003).

4. L'eau en Algérie

L'Algérie est un pays semi-aride, voire même Aride (200 à 400 mm) et les ressources en eau sont faibles, irrégulières, et localisées dans la bande côtière (Kettab, 2001).

4.1. Les eaux conventionnelles

4.1.1. Les eaux superficielles

L'essentiel de ces ressources hydriques pour l'approvisionnement en eaux sont localisées dans le nord algérien pour la haute plaine avec une capacité de 12.5 milliards de m³ /an, le secteur des ressources en eau compte 70 barrages de grande et moyenne envergures, avec une capacité de 7 milliards de mètres cubes. La ressource hydrique reste encuvement pluviale marquée par l'irrégularité interannuelle et par conséquent par le déficit hydrique (Labbaci et Gharbi, 2017).

4.1.2. Les eaux souterraines

En Algérie ces ressources en eau sont évaluées à plus de 7 milliards de m³/ans. Ces eaux non renouvelables sont importantes dans le sud Algérie (5 milliards de m³/ans) est représentées par les deux grands réservoirs des deux bassins sédimentaires : le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire (Labbaci et Gharbi, 2017).

4.2. Les eaux non conventionnelles

4.2.1. Les eaux usées

Le volume global d'eau usée rejetée annuellement est évalué à près de 600 millions de m³, dont 550 pour les seules agglomérations (office national de l'assainissement « ONA »). La réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation doit concerner en priorité les zones déficitaires en eau conventionnelle afin d'alléger le recours à cette dernière.

La réutilisation des eaux usées nécessite, comme pour les eaux naturelles, une infrastructure de collecte, de traitement. Des risques sanitaires existent qui doivent être pris pour éviter les risques de contamination (Labbaci et Gharbi, 2017).

4.2.2. Les eaux de mer

L'Algérie, qui dispose de 1200 km de côtes, a mis en œuvre l'alternative du dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre pour alimenter en eau potable des villes et localités du littoral, et jusqu'à 60 km aux alentours (Mozas et Ghosn, 2013).

Le coût de cette technique est passé de 10 \$/m³ à 0,6- 0,8 \$/ m³ d'eau entre les années 1980 et aujourd'hui. Cette réduction des coûts a rendu cette technique compétitive et les spécialistes estiment à plus de 10 % par an l'augmentation de capacité installée grâce à ces usines à travers le monde (Mozas et Ghosn, 2013).

De nombreux pays méditerranéens, dont l'Espagne et l'Algérie en tête, développent cette technique. Le recours aux unités de dessalement permet également de réserver une partie plus importante des eaux de barrages à l'agriculture (Mozas et Ghosn, 2013).

L'Algérie compte en 2013 neuf grandes stations de dessalement en exploitation à même de produire jusqu'à 1,4 millions de m³ d'eau dessalée par jour. La mise en exploitation de deux autres stations portera la capacité de production totale à 2,1 millions de m³ /jour (Mozas et Ghosn, 2013).

En moyenne, ces stations ont une capacité de production qui se situe entre 100000 et 200000 m³ par jour (Mozas et Ghosn, 2013).

La station d'El-Magtaa, proche d'Oran, dont l'entrée en exploitation est prévue fin 2013 disposera d'une capacité de 500000 m³ /j. Soit l'une des plus grandes unités de dessalement par osmose inverse, permettant la couverture à long terme des besoins de cinq millions de personnes en eau potable (Mozas et Ghosn, 2013).

Ces stations sont gérées par des sociétés de production pilotées par l'Algerian Energy Company (AEC), société créée par les groupes Sonatrach et Sonelgaz. La production d'eau dessalée est vendue à l'ADE sous le régime du « take or pay ». En complément de ces grandes stations, on relève la présence d'une vingtaine de stations monoblocs de petite capacité (entre 2500 et 7000 m³ /j) dont certaines ont été délocalisées pour renforcer l'AEP des localités plus déficitaires (Mozas et Ghosn, 2013).

Le tableau 2 montre qu'il existe 11 stations de dessalement en cour de service, et trois autres stations de dessalement en cour de réalisation (Labbaci et Gharbi, 2017).

Tableau 2 : Les différentes stations de dessalement en Algérie (kherifi, 2017)

Les Station de Dessalement en Algerie					
Projet s	Capacité (M3)	CAPEX MUSD	Mise en service	Partenaires	Banques (Chef de fil)
Kahrama	96 000	400	Depuis 2006	Black & Veatch "Afrique du Sud" : 05%	SH/SG
Hamma	200 000	258	Depuis 2008	GE Ionics "Etats-Unis" : 70%	OPIC
Skikda	100 000	136	Depuis 2009	Geida (Befesa/Sadyt) "Espagne" : 51%	BNA
Beni Saf	200 000	240	Depuis 2010	Cobra/Espagne" : 51%	BEA
Souk Tlata	200 000	251	Depuis 2011	TDIC (Hyflux/Malakoff) "Singapour" : 51%	BNA
Fouka	120 000	180	Depuis 2011	AWI (Snc Lavalin/Acciona) : 51%	CPA
Mostaganem	200 000	227	Depuis 2011	Inima / Aqualia "Espagne" : 51%	BEA
Honaïne	200 000	291	Depuis 2011	Geida (Befesa/Sadyt) "Espagne" : 51%	CPA
Cap Djinet	100 000	138	Depuis 2012	Inima / Aqualia "Espagne" : 51%	BNA
Magtaa	500 000	492	4eme Trimestre 2013	Hyflux "Singapour" : 47%, ADE "10%	BNA
Ténès	200 000	231	3eme trimestre 2014	Befesa "Espagne" : 51%	CPA
Oued Sebt	100 000	En cours de développement			
El Tarf	100 000				
Bejaia	100000				

5. La pollution des eaux

La pollution comme étant toute modification défavorable des propriétés physiques, chimiques ou biologiques, ou tout rejet de substances liquides, gazeuses ou solides dans l'eau de façon à créer une nuisance ou à rendre cette eau dangereuse à être utilisée (Chaouki, 2017).

La pollution de l'eau est due essentiellement aux activités humaines ainsi qu'aux phénomènes naturels. Elle a des effets multiples qui touchent aussi bien la santé publique que les organismes aquatiques, ainsi que la flore et la faune terrestre. L'ensemble des éléments perturbateurs parviennent au milieu naturel de deux façons différentes : par rejets bien localisés (villes et industries) à l'extrémité d'un réseau d'égout ou par des rejets diffus (lessivage des sols agricoles, des aires d'infiltration dans les élevages, décharges, ...). L'introduction dans le sous-sol provoque une pollution des eaux souterraines qui est caractérisée par une propagation lente et durable (une nappe est contaminée pour plusieurs dizaines d'années) et une grande difficulté de résorption ou de traitement (Chaouki, 2017) (Figure 2).



Figure 2 : La pollution des eaux (Pearson, 2007)

6. Source de pollution

6.1. Pollution naturelle

Cependant, et grâce notamment aux développements technologiques et analytiques qui ont permis des mesures de plus en plus fines pour de nombreux éléments polluants, il a été montré que certains polluants dans les eaux et les sols peuvent également avoir une origine naturelle. On retrouve le plus souvent ces polluants dits géogéniques dans des zones où ils sont naturellement concentrés. Cette accumulation naturelle résulte de processus géologiques. Par exemple, le contact de l'eau avec les gisements minéraux peut, par érosion ou dissolution, engendrer des concentrations inhabituelles en métaux lourds (exp: arsenic...). Des éruptions volcaniques, des épanchements sous-marins d'hydrocarbures... peuvent aussi être à l'origine de pollutions (Chaouki, 2017) (Figure 3).



Figure 3 : La dissolution des roches (Perrault, 2009)

6.2. Pollution atmosphérique

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. Ces polluants (oxyde de carbone, dioxyde de soufre, poussière...) sont envoyés vers le sol à la moindre averse. Lorsqu'elle ruisselle, l'eau de pluie a un second effet nocif : elle transporte les hydrocarbures, les papiers, les plastiques et les débris végétaux accumulés sur la terre et les toitures. De plus, cette pollution est déversée sur de courtes périodes et peut atteindre des valeurs très élevées ce qui provoque un effet de choc sur le milieu biologique (Chaouki, 2017) (Figure 4).

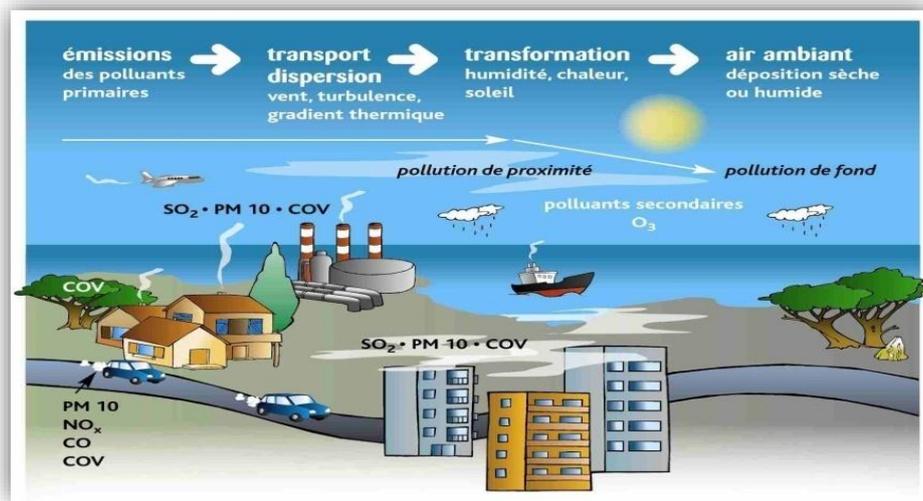


Figure 4 : La pollution atmosphérique (Tonye, 2015)

6.3. Pollution urbaine

Ce sont les eaux des habitations et des commerces qui entraînent la pollution urbaine de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les rejets domestiques, les eaux de lavage collectif et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération notamment des rejets industriels rejetés par les entreprises en quantités variables selon l'importance de l'agglomération et son activité. Les eaux résiduaires urbaines peuvent être considérées comme la plus importante industrie en termes de masse de matériaux bruts à traiter ; Dans la communauté européenne il est produit quotidiennement un volume proche à 40 millions de m³ d'eaux usées. Le « tout -à- l'égout » est une expression significative ; elle exprime cette diversité. On trouve les excréments, les restes d'aliments, les déversements d'abattoirs, les déversements hospitaliers, les lessives, les détergents, les insecticides, les hydrocarbures, les déchets de la petite industrie et divers produits toxiques (Chaouki, 2017).

6.4. Pollution industrielle

Le développement accéléré des techniques industrielles modernes a engendré une pollution très importante. En effet, celle-ci est devenue plus massive, plus variée et plus insidieuse. Devant l'extrême diversité de ces rejets, une investigation propre à chaque type d'industrie est nécessaire : il est donc primordial d'être parfaitement informé sur les procédés de fabrication et le circuit des réactifs et des produits. Il est évident que les effluents déversés sans traitement approprié entraînent des changements indésirables dans le milieu récepteur et des pollutions très néfastes (Chaouki, 2017).

6.5. Pollution agricole

Ce type de pollution s'intensifie depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation. Les pollutions d'origine agricole englobent à la fois celles qui ont trait aux cultures (pesticides et engrais) et à l'élevage (lisiers et purins). Néanmoins, le problème de la pollution agricole est un peu différent, dans la mesure où cette source de pollution n'arrive qu'indirectement à la station. C'est le cas en particulier des engrais et pesticides qui passent d'abord à travers les milieux naturels (nappes phréatiques, rivières...). C'est aussi le cas des déchets solides issus des industries agro-alimentaires et des concentrations des élevages qui entraînent un excédent de déjections animales (lisiers de porc, fientes des volailles...) par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles ; celles-ci, sous l'effet du ruissellement de l'eau et de l'infiltration dans le sous-sol, enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent aussi une source de pollution bactériologique (Chaouki,2017) (Figure 5).



Figure 5 : Les sources de pollution de l'eau (engrais et pesticide) (Para, 2017)

7. Définition de l'irrigation

C'est une opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés afin d'améliorer le rendement pour permettre leurs développements.

L'irrigation permet la diversification des cultures, l'équilibre entre les cultures d'hiver et d'été, donc une sécurité face aux aléas climatiques. Le maintien de rendements élevés et réguliers permet une trésorerie stable. L'irrigation est la meilleure des « assurances récolte ». Mais c'est sur la durabilité économique des filières, la sécurisation des débouchés, que l'irrigation apporte le plus (Renoux, 2011) (Figure 6).



Figure 6 : L'irrigation des cultures (Renoux, 2011)

8. L'irrigation dans le monde

La consommation d'eau agricole est très variable d'un pays à l'autre. Elle n'intéresse que 273 millions d'hectares dans le monde éparpillé très irrégulièrement sur tous les continents contrairement à ce que l'on pourrait penser, les pays qui irriguent le plus ne sont pas les pays au climat aride ou semi-aride (Bouaroudj, 2012).

Bien que l'irrigation n'y soit pas indispensable, elle est néanmoins utilisée, et ce d'autant plus facilement que l'eau est disponible, afin de diversifier et d'améliorer les cultures, d'obtenir des récoltes multiples, ou encore d'augmenter les rendements. Même si elle n'est pas systématique, l'irrigation peut donc être conséquente, c'est le cas de certains pays tels que le Japon la Chine, ou le Pakistan (Milos, 1971).

Des facteurs autres que la situation géographique interviennent également, qui doivent être pris en compte pour expliquer la répartition mondiale de l'irrigation. Par exemple, l'irrigation nécessitant des infrastructures parfois trop cher, la richesse des pays considérés est un élément important. Il explique notamment qu'en Afrique ou au Brésil l'irrigation soit moins développée. En conséquence, les pays qui irriguent le plus sont ceux situés dans le sud-ouest asiatique, lesquels rassemblent plus de 60 % des terres irriguées de la planète, et certains pays du pourtour méditerranéen (FAO, 2012).

9. Etude des techniques d'irrigation

Le manque d'eau et l'accroissement constant des besoins en eau en agriculture, conjugués aux conflits d'usage avec les autres secteurs, tels que l'industrie et la consommation en eau potable, nous amènent à constamment réfléchir sur les économies d'eau et d'énergie. Ceci passera forcément par une gestion efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et le choix des systèmes d'irrigation (Aouata, 2015). Dans la pratique, on distingue l'irrigation gravitaire, l'irrigation goutte à goutte et l'irrigation par aspersion (Figure 7).



Figure 7 : Les différents systèmes d'irrigation (Aouata, 2015)

Pour choisir une méthode d'irrigation, l'agriculteur doit connaître les avantages et les inconvénients des différentes méthodes. Malheureusement dans bien des cas, il n'existe pas une unique bonne solution car toutes les méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients (Regt, 1990).

Malgré ces techniques, l'efficacité de l'irrigation est à déplorer. Il est indispensable de pratiquer d'autres techniques plus efficaces et peu consommatrices d'eau, en particulier dans le cas des zones semi-arides et arides, dont le potentiel de ressources en eau mobilisées est faible. La recherche et l'expérimentation de nouvelles techniques d'irrigation économes en eau est indispensables pour mieux intensifier l'agriculture en zones arides (Aouata, 2015).

10. L'importance de l'irrigation

Jusqu'à présent l'irrigation reste le seul moyen d'augmenter les rendements et de les régulariser dans bien des régions du monde. En effet, selon les espèces et variétés cultivées, selon les terres, et selon les techniques utilisées, l'irrigation peut permettre d'obtenir de deux à cinq fois plus de production (et même dix en zone aride) (Plauchu, 2004). L'irrigation n'est pas uniquement un apport d'eau sur une terre cultivée en vue de compenser l'insuffisance des précipitations et de permettre le plein développement des cultures. Mais elle est considérée plutôt comme un ensemble d'actions de développement intégré des milieux agricole et rural qui doit se traduire non seulement par l'augmentation de la production et l'amélioration du niveau de vie de l'agriculteur, mais doit se traduire également par la préservation du milieu, notamment des terres agricoles, et par une économie de l'eau d'irrigation qui elle-même se traduit par une économie dans l'utilisation de l'énergie (Ollier et Poirée, 1983).

11. Les avantages et les inconvénients de la ferti-irrigation

La fertigation permet de combiner à l'eau d'irrigation les engrais minéraux, c'est un des moyens les plus efficaces et les plus pratiques d'approvisionnement de l'eau et l'engrais minéral. Ce mélange entraîne inévitablement une productivité plus élevée et de qualité supérieure et à moindre coût tout en préservant l'environnement (Saou, 2017).

L'application d'engrais via le système d'irrigation présente plusieurs avantages : (Ted et *al*, 2006).

- Incorporation des engrais au sol sous climat sec. Pour les cultures irriguées au goutte-à-goutte en régions arides, l'irrigation fertilisante est le seul moyen d'assurer l'incorporation au sol des engrais. On peut donc dire que dans ces cas, l'irrigation fertilisante est une nécessité plutôt qu'une option.
- Distribution efficace des engrais. Comme l'irrigation au goutte-à-goutte apporte l'eau directement au système racinaire des plantes, on obtient une distribution d'engrais plus uniforme, sous réserve que le système d'irrigation soit bien conçu.
- Éléments nutritifs plus accessibles aux plantes. L'engrais est distribué sous forme assimilable par les plantes.
- Dosage réglé en fonction du stade végétatif de la culture. Les engrais peuvent être distribués durant toute la saison de végétation, à des doses et des fréquences déterminées pour chaque stade du cycle végétatif de l'espèce cultivée.

L'irrigation fertilisante présente néanmoins certains désavantages, dont voici les mieux connus : (Ted et *al*, 2006).

- Ne convient pas pour tous les engrais. Les engrais ne sont pas tous assez solubles pour être distribués avec l'eau d'arrosage, et certains ne donnent pas les résultats attendus lorsqu'ils sont distribués de cette manière.
- Nécessite l'emploi de dispositifs de sécurité. Le réseau d'irrigation doit être pourvu des dispositifs anti-retour appropriés afin d'éviter la contamination des sources d'eau potable, et les mesures préventives qui s'imposent à cet égard doivent être respectées.
- Nécessite une modification des pratiques de gestion. Les opérateurs doivent connaître parfaitement le mode de réglage de l'injecteur de même que le fonctionnement du système d'irrigation, des vannes d'isolement et des dispositifs anti-retour.
- Engrais corrosifs. Certaines solutions chimiques peuvent avoir une action corrosive sur des éléments du système d'irrigation.
- Irrigation inopportune. Le recours au système d'irrigation pour la fertilisation peut imposer des arrosages à un moment où les cultures n'en ont pas besoin ou lorsque le sol est déjà trop mouillé. Le problème se pose principalement dans les régions à climat humide.
- Augmentation du pH du sol. Certains engrais peuvent augmenter le pH du sol, ce qui oblige à des arrosages supplémentaires pour éliminer les éléments acides du volume du sol exploitable par les plantes.
- Compétence de l'opérateur. Pour être efficace et sûre, l'irrigation fertilisante exige de la part de l'opérateur une exécution méticuleuse et une surveillance attentive.

1. Fertilisation

C'est un apport exogène d'éléments nutritifs pour les plantes, sous forme de matières minérales ou organiques. Elle vient en complément des ressources disponibles dans le sol, pour assurer un objectif de production. Elle modifie les caractéristiques et le fonctionnement des sols (Red Paca, 2015).

Pour fertiliser efficacement, il faut apporter les éléments minéraux en quantité suffisante et au meilleur moment, mais aussi faire un épandage correct et utiliser des engrais de bonne qualité (Red Paca, 2015). Les principaux éléments de choix d'un engrais sont sa composition chimique et la forme sous laquelle il se présente (granulé, en poudre, en solution) (Red Paca, 2015).

2. Les différents fertilisants minéraux

2.1. Les éléments majeurs

2.1.1. L'azote

Cet élément favorise le départ de la végétation, accélère la croissance des plantes et fait verdifier leur feuillage. Il convient en particulier à tous les légumes-feuilles comme les salades et les épinards (Mouhoub et Koudil, 2004).

2.1.2. Le phosphore

Chez la plante, il améliore la rigidité des tissus, favorise la fécondation et la fructification. (Mouhoub et Koudil, 2004). Il assure l'expansion des racines et favorise la résistance aux maladies. Il joue un rôle important dans la formation des graines et des fleurs. Il est notamment capable de stimuler la croissance des légumes-fruits comme les tomates et les aubergines, ainsi que celle des arbres fruitiers (Mouhoub et Koudil, 2004).

2.1.3. Le potassium

Le potassium est un élément majeur important pour la croissance et le développement des Plantes. Il est absorbé en quantité relativement importante par les végétaux, notamment par les plantes à racines et les Plantes à tubercules. (Mouhoub et Koudil, 2004). Il permet de récolter de beaux légumes, de meilleur goût car favorisant l'accumulation des sucres, de la cellulose et de l'amidon. On lui doit également de favoriser la croissance des racines et des bulbes, ainsi que d'améliorer la saveur des fruits et les couleurs des fleurs. Un manque de cet

élément conduit en particulier à la présence de nécroses brunes à la pointe et entre les nervures des feuilles (Mouhoub et Koudil, 2004).

2.2. Les éléments secondaires ou méso-éléments

2.2.1. Calcium

Le calcium est un élément fondamental des parois cellulaires, il confère la résistance tissulaire des membranes. Une mauvaise irrigation induit une mauvaise absorption de l'élément et par conséquent il provoque une nécrose apicale du fruit (Mouhoub et Koudil, 2004).

2.2.2. Magnésium

Le magnésium est inclus comme élément secondaire dans les engrais adaptés aux cultures exigeantes, sous formes de sels de magnésium ou de sels complexes de magnésium et d'autres éléments tels que le potassium (Roger, 2000).

2.2.3. Soufre

Le soufre est un élément qui ressemble beaucoup à l'azote. Dans la plante, il entre dans la décomposition de molécules organiques et notamment des acides aminés soufrés. Les teneurs en soufre sont environ 1/15 à 1/10 de celles en azote. Le soufre est lentement minéralisé puis oxydé en SO_4^- , forme sous laquelle il est absorbé par les plantes (Roger, 2000).

2.3. Oligo-éléments

Les apports d'Oligo-éléments peuvent être faits avec les engrais enfouis dans le sol ou par des pulvérisations foliaires, qui permettent de rectifier des situations de carence en cours de culture ou d'éviter le blocage des éléments dans le sol (Roger, 2000).

En fonction de la croissance des plantes, on divise les oligo-éléments, ou éléments mineurs en deux groupes : les oligo-éléments obligatoires, qui devraient être présents en proportion diverse dans toutes les plantes; et les non obligatoires qui peuvent être présents dans certaines plantes, ou facultativement présents dans toutes les plantes, en variant selon les conditions de croissance. L'absence de ces derniers n'est pas considérée comme étant problématique pour la croissance des plantes. Dans la littérature spécialisée actuelle, on considère le bore, le chlore, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène et le zinc comme étant les oligo-éléments obligatoires (Petit et Jobin, 2005).

3. Le choix des engrais

Différentes formules d'engrais sont fabriquées car des cultures exigent des quantités variables en chaque élément nutritif. L'efficacité de ces engrais varie avec les sols, les cultures et les conditions d'application. L'engrais à utiliser dépend de plusieurs facteurs et la prise de décision doit tenir compte des conditions spécifiques dans la quelles en trouve (Boudhar et Chaou, 2006).

- Le pH du sol ;
- Type de climat ;
- La richesse du sol ;
- Le prix de l'unité fertilisante ;
- Le moment d'apport ;
- Les apports de fond.

4. Impact de la fertilisation sur l'environnement

4.1. Impact de la fertilisation sur le sol

L'épuisement et la dégradation des sols sont de sérieux problèmes, car ils entraînent une baisse des rendements des cultures (Kouyaté et *al.*, 2007). Pernes-Debuyser et Tessier (2002) rapportent que les engrais ammoniacaux conduisent à des parcelles très acides, à faible capacité d'échange cationique, qui est essentiellement saturée par l'aluminium échangeable. Provoquant une diminution progressive de la somme des bases échangeables et de la capacité d'échange cationique, accompagnée d'une baisse du pH, une diminution des teneurs de matière organique, d'azote total, de phosphore total et de potassium, ainsi qu'une baisse de production. La fertilisation améliore la teneur en matière organique du sol mais son effet est faible. Par ailleurs, elle tend à l'appauvrir en P, K et Mg extractibles. L'effet acidifiant des engrais est remarquable étant donné que le sol d'une culture fertilisée perd plus de cations que celui cultivé sans engrais (Mills et Fey, 2003).

4.2. Impact de la fertilisation sur l'eau

Malgré l'existence des programmes d'assainissement agricole, diverses études, majoritairement gouvernementales, font le constat que la contamination des eaux de surface et souterraines par les nitrates s'accroît dans les régions d'agriculture intensive (Painchaud, 1997). Le phosphore (ou les fertilisants) est le principal élément stimulant la croissance du

phytoplancton et des plantes aquatiques en eau douce. Les apports en phosphore constituent donc la cause directe de l'eutrophisation des cours d'eau, c'est-à-dire de la croissance excessive de plantes aquatiques qui peut mener à un déficit en oxygène nuisible aux autres espèces (Painchaud, 1997 ; Parent, 1990). Ce déficit en oxygène peut causer la mortalité de plusieurs espèces animales et végétales. L'utilisation de grandes quantités de phosphore sous forme de fumiers et d'engrais minéraux entraîne à long terme la saturation des sols et provoque l'enrichissement des eaux de surface des bassins agricoles (Simard et *al.*, 1995).

4.3. Impact de la fertilisation sur l'air

L'impact de l'utilisation d'engrais sur le changement climatique tient à l'émission des engrais azotés dans l'air se traduisent par de l'ammoniac, précurseur des particules fines et ultrafines dans l'atmosphère, oxydes d'azote (NOx) et de protoxyde d'azote (N₂O) en provoquant des pluies acides. Ces émissions sont liées à l'application d'engrais minéraux (Marcus et Simon, 2015). Les engrais minéraux ont également un effet indirect sur le changement climatique du fait de l'énergie nécessaire à leur synthèse et leur transport (Marcus et Simon, 2015).

5. Impact de l'agriculture conventionnelle sur la santé

Même si, tous les auteurs ne sont pas d'accord sur les effets de l'agriculture conventionnelle sur la santé, la tendance est à la méfiance de la part des consommateurs. D'autant plus que de nombreux agriculteurs souffrent de maladies qui semblent avoir un lien direct avec leur profession et la quantité de pesticide avec laquelle ils ont été en contact. Dans une société de surconsommation, les enjeux liés à la santé deviennent majeurs et ouvrent de nouveaux marchés prometteurs. Les produits biologiques offrent à ce titre une garantie de qualité (Causeur, 2019).

6. Les engrais organiques :

Les engrais organiques proviennent de la transformation des déchets végétaux et surtout animaux, ils apportent au sol tous les éléments, non seulement l'azote, le phosphore et le potassium, mais aussi le soufre, le calcium, le magnésium, le sodium et la plupart des oligo-éléments (Baiecke et Medjbour, 2007).

6.1. Les fumiers

Les fumiers sont le mélange des déjections animales et de litière. Sur les fermes d'élevage, l'utilisation des fumiers aux champs permet de recycler les nutriments. Ce recyclage est de toute première importance pour maintenir et améliorer la fertilité. Ils représentent la base de la stratégie de fertilisation en agrobiologie. (La fédération d'agriculture biologique du Québec, 2005). Importés sur la ferme sans élevage, les fumiers apportent de nouveaux nutriments. Ils sont souvent la meilleure source de fertilisant dont peut disposer le céréaliculteur. En plus de fertiliser, les fumiers nourrissent l'activité biologique du sol. Surtout en élevage, c'est le choix de la rotation des cultures qui joue le rôle le plus important dans cette tâche, mais l'apport des fumiers renforce ce rôle (FABQ; 2005).

6.2. Les engrais verts

C'est une culture réalisée dans le seul but d'améliorer la fertilité du sol. On utilise des plantes à croissance rapide qui stockent des quantités importantes d'éléments minéraux dans des tissus jeunes. Avant l'installation de la culture suivante, l'engrais vert peut être enfoui sous le sol ou laissé en mulch à la surface. Il est généralement utilisé sur place, mais il peut aussi être transporté et éventuellement composté. On préfère souvent des légumineuses qui fixent de l'azote, mais ce n'est pas une nécessité car les plantes qui remontent les nitrates drainés ont aussi un effet très favorable sur le maintien de la fertilité. Les engrais verts ont l'avantage de prélever les éléments assimilables disponibles dans le sol et de les stocker dans la biomasse dans l'attente de la culture suivante. Ils peuvent ainsi éviter les pertes par drainage (Ca, Mg, NO_3^- , etc.) ou les pollutions des nappes phréatiques (NO_3^-) (Baikhech et Medjbour, 2007).

6.3. Le compost

Le compostage est un procédé biologique aérobie de dégradation et de valorisation de matière organique en un produit stabilisé et hygiénisé disposant des caractéristiques d'un terreau enrichi en composés humiques (Ait Ahmed et Hamzi, 2011).

Cette décomposition de la fraction organique fermentescible des déchets s'opère en présence d'air et par des micro-organismes aérobies (bactéries, champignons,...) dans des conditions contrôlées : d'air, de température, et d'humidité (Ali Ahmed et Hamzi, 2011).

Le compostage est une pratique consistant à fabriquer du compost à partir de divers déchets organiques (Ait Ahmed et Hamzi, 2011) (Figure 8).

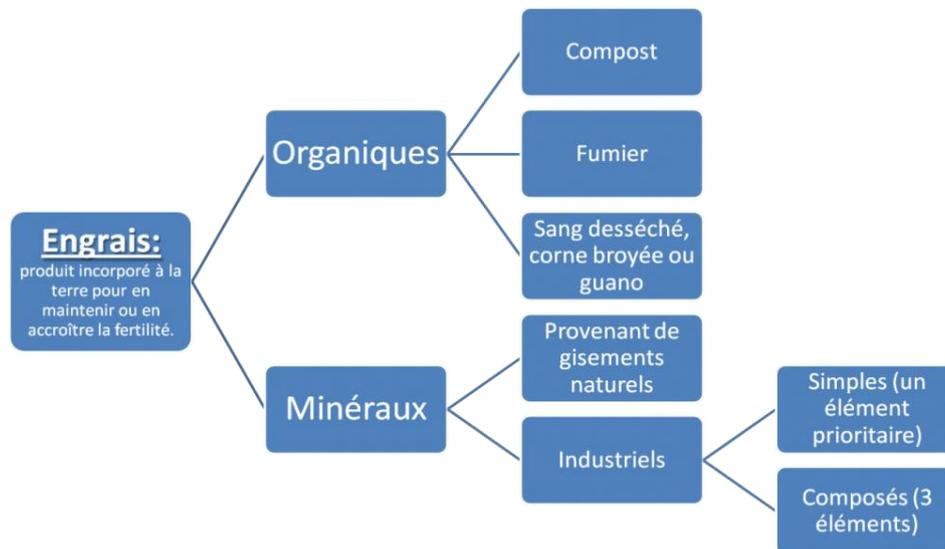


Figure 8 : Les engrais organiques et minéraux (Boudhar et Chaou, 2006)

7. La gestion des engrais organiques

L'utilisation des engrais organiques (fumiers, lisiers, composts, etc.) est de première importance dans la planification des cultures en bio. Qu'ils soient produits sur l'entreprise ou importés d'entreprises voisines, ils sont la source de fertilisants la plus commune et la plus utile des fermes en agrobiologie (FABQ; 2005).

Il est nécessaire de planifier la distribution des engrais organiques dans le temps et dans l'espace. Tous les sols de la ferme doivent en recevoir régulièrement.

L'épandage des engrais organiques tient compte du plan de rotation. Ce dernier doit être construit de manière à offrir des moments d'application tout au cours de la saison de croissance des plantes. Les besoins de la culture déterminent les doses d'apport. Mais attention, le gaspillage d'azote est relativement fréquent. Il n'est pas toujours équivalent d'apporter 45 tonnes de fumier tous les trois ans ou 15 tonnes par année pendant trois ans. Les gros apports sont possibles sur des sols dont la capacité de fixation est excellente, mais contre-indiqués dans des sols filtrants dont la capacité de fixation est faible (FABQ; 2005). On pourrait discuter longtemps à propos d'une date limite d'épandage à l'automne. Il n'en

demeure pas moins que l'utilisation des fumiers sur une plante en croissance offre les meilleures conditions de valorisation des engrais apportés. Cette technique est justifiée pleinement pour son efficacité environnementale, mais aussi pour son efficacité agronomique et économique à recycler les éléments nutritifs de la ferme. (FABQ; 2005). Aujourd'hui, la technologie d'épandage des engrais organiques (solides et liquides) offre beaucoup plus de flexibilité d'utilisation au cours de la saison. On peut épandre en pré-semis, en post-levée, au cours de la saison en couches très minces, etc. Ceci facilite tout particulièrement la mise en disponibilité de l'azote aux cultures exigeantes en départ de végétation (FABQ; 2005).

1. Concept de l'agriculture biologique

L'agriculture biologique est un système de gestion de production holistique qui favorise et met en valeur la santé de l'agro écosystème, y compris la biodiversité, les cycles biologiques et l'activité biologique du sol (Lounis et Sahmi, 2017).

L'agriculture biologique permet la croissance autarcique des cultures, c'est-à-dire sans apport de complément d'engrais ni de traitements. Ainsi l'agriculture biologique est un mode de culture basé sur l'observation et le respect des lois de la vie, qui consiste à nourrir non pas directement les plantes avec des engrais solubles, mais les êtres vivants du sol qui élaborent et fournissent aux plantes tous les éléments dont elles ont besoin, Pour protéger le sol, les agriculteurs plantent chaque année des cultures différentes sur le même champ (Figure 9). D'un point de vue réglementaire, Les producteurs sont soumis à des contrôles annuels de leur production pour ensuite être certifiée (Lounis et Sahmi, 2017).

L'agriculture biologique s'intéresse à tous les êtres vivants. Sans oublier les humains. Les bonnes pratiques de l'agriculture biologique s'appliquent à maintenir, voire à augmenter, la diversité animale et végétale: utilisation de fumier composté, rotation des cultures et choix de variétés résistantes, lutte biologique, plantation d'arbres et de haies, interdiction des organismes génétiquement modifiés. (Lounis et Sahmi, 2017)



Figure 9 : L'agriculture biologique (Maurice, 2011)

2. Les caractéristiques techniques de l'agriculture biologique

L'agriculture biologique exige des techniques spécifiques et leurs bonnes maîtrises, parmi ces techniques on retrouve :

- La rotation des cultures en alternant cultures nettoyantes et salissantes afin de maintenir les terres propres, de conserver, voire améliorer la richesse des sols et réduire la pression parasitaire et les risques de maladies. Les travaux du sol sont généralement superficiels pour ne pas altérer la fertilité physique, chimique et biologique des sols ;
- La fertilisation interdit les engrais chimiques de synthèse et valorise des matières organiques issues de la ferme (fumiers, composts, etc.) ;
- La mise en avant du désherbage mécanique ou thermique pour la maîtrise des adventices ;
- L'utilisation de semences, de matériels de reproduction végétative et de plants biologiques, l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés, de clonage et de produits ayant subi un traitement par ionisation sont interdits ;
- La protection phytosanitaire est une caractéristique de l'agriculture biologique par la prévention, le choix d'espèces et de variétés appropriées, la bonne date d'implantation, le choix de la rotation, et la lutte biologique par la prophylaxie (Lounis et Sahmi, 2017).

Enfin, si un danger menace la production, l'agriculteur biologique est autorisé à utiliser certains produits d'origine naturelle figurant dans une liste positive (Lounis et Sahmi, 2017).

3. Les objectifs de l'agriculture biologique

Selon Rhône-Alpes (2015), les objectifs de l'agriculture biologique sont :

- Tendre vers une agriculture globale (productions végétales et animales) permettant un bilan équilibré des éléments exportés et des éléments importés, en évitant le gaspillage grâce à un bon recyclage des résidus et des déjections animales ;
- Préserver, renouveler et accroître l'humus pour lutter contre la destruction des sols, leur érosion et leur lessivage par la diversité des cultures et des élevages ;
- Développer une agriculture qui ne pollue pas la biosphère ;
- Utiliser les variétés ou les races animales les plus adaptées au complexe sol climat et respecter les spécificités des terroirs en favorisant l'expression des potentialités naturelles et humaines ;

- Fournir à l'homme et à l'animal des aliments sains, de composition nutritionnelle équilibrée et sans résidus toxiques ;
- Intégrer harmonieusement les sites de production dans l'environnement et reconstituer des paysages harmonieux et adaptés à la diversité des situations géographiques et climatiques des cultures et des élevages ;
- Favoriser une démarche écologique à tous les stades de la filière ;
- Rapprocher le producteur du consommateur par l'information sur les conditions de production et par la transparence dans les garanties ;
- Favoriser la coopération plutôt que la concurrence ;
- Lutter contre la désertification des campagnes en permettant le maintien des paysans à la terre et en créant des emplois (Rhône-Alpes, 2015).

4. L'agriculture biologique en Algérie

L'Algérie est en fin de compte le pays qui enregistre le plus grand retard en matière de développement de l'agriculture biologique. Une très faible surface s'est convertie depuis les années 2000 grâce à l'implication de jeunes agriculteurs dynamiques, ayant souvent des relations avec la diaspora algérienne établie en France (Hadjou et al, 2013).

C'est le cas dans le secteur phonicole qui a vu ses premières dattes biologiques certifiées grâce à une entreprise créée par un Français d'origine algérienne et résidant en France. L'évolution récente des surfaces converties en bio alerte sur leur faiblesse. Cela s'explique en grande partie par le manque de politique nationale claire de soutien en faveur de cette agriculture biologique, d'autant plus que comme au Maroc, il existe des surfaces importantes de culture biologique non certifiée (Hadjou et al, 2013).

L'enjeu est ici de mettre en place les mécanismes de soutien financier pour la certification, l'accompagnement et la formation des agriculteurs.

Les premières exploitations qui ont réussi leur conversion en bio ont eu recours à des organismes de certification étrangers (Hadjou et al, 2013).

Les cultures bios se limitent essentiellement aux dattes, aux olives et à l'huile d'olive.

Le secteur du bio en Algérie doit être différencié en deux catégories principales : les produits bio non certifiés et les produits bio certifiés. Dans la première catégorie, il faut mettre une large part de la production relevant de l'agriculture traditionnelle, qui représente la majorité du secteur agricole algérien. Une grande partie de la population des zones rurales et

notamment des montagnes a accès à ces produits biologiques et à des prix raisonnables. Par ailleurs, il ne faut pas négliger toute la production issue des petites exploitations familiales, destinée principalement à l'autoconsommation.

Cette production est complètement naturelle, les paysans recourant très rarement à des fertilisants ou à des produits de traitement.

Il est difficile d'évaluer néanmoins, la proportion de dattes biologiques non certifiées qui sont consommées par les familles productrices et les quantités mises sur le marché.

L'agriculture bio certifiée qui relève de la seconde catégorie est quant à elle à un stade embryonnaire. Il n'existe en effet aucune stratégie nationale propre à définir des objectifs de production et/ou d'exportation pour le présent ou pour les années à venir.

Le marché intérieur est inexistant, les consommateurs urbains cherchent avant tout des produits avec des prix accessibles, L'absence de circuits de distribution organisés, comme les grands magasins type Hyper ou Super Marché, ne permet pas de saisir l'attractivité potentielle des produits bio auprès des consommateurs algériens.

En Algérie, il n'existe pas de plan national pour l'agriculture bio, les textes législatifs spécifiques à ce secteur ne se sont mis en place que tardivement. Les organismes nationaux de certification sont également inexistant (Hadjou et al, 2013).

C'est du local que les premières initiatives de conversion en bio ont commencé à sortir depuis une décennie. Elles concernent quatre principaux produits : l'olive de table, les dattes, les vins et l'huile d'olive. Les entreprises engagées dans le processus de certification de ces produits se situent dans une logique de marché extérieur. C'est donc des produits destinés en totalité à l'exportation. Cela s'explique par la faible demande interne et la forte demande émanant des marchés européens et américains. Les entreprises ont recours à des organismes étrangers, pour obtenir le label bio, en conformité avec la réglementation internationale (Hadjou et al, 2013). Le nombre d'exploitations certifiées ne dépasse pas la centaine. Les exportations de dattes bios se sont élevées à 336 tonnes. La faiblesse de ces initiatives locales reflète les nombreuses difficultés auxquelles sont confrontés les opérateurs : lourdeurs administratives, faiblesses institutionnelles (absence de cadre législatif), manque de soutien et de stratégie nationale, logistique défaillante et difficultés d'adaptation aux normes (absence d'organismes de certification). Avant d'aborder le potentiel et les difficultés du développement de l'agriculture biologique en Algérie, il faut déjà signaler le « flou » marquant les données officielles sur ce type d'agriculture. En l'absence d'une agence nationale de l'agriculture biologique en Algérie (à l'instar de l'organisme tunisien), les données souffrent d'un manque de fiabilité, d'actualisation et peuvent traduire des différences importantes selon les sources mobilisées.

Il existe de nombreux atouts pouvant permettre à l'agriculture biologique de se développer en Algérie. Il s'agit tout d'abord de la disponibilité d'un potentiel important dans le secteur de l'agriculture traditionnelle pouvant « rapidement » faire l'objet d'une certification. Cela est d'autant plus pertinent pour les agriculteurs situés en zones de montagne ayant peu recours aux pratiques modernes (chimisation, utilisation intensive d'intrants industriels, etc.). Par ailleurs, de nombreux produits peuvent être concernés par les conversions à l'agriculture biologique : dattes, huile d'olive, olives, figues, oranges, clémentines, autres fruits, légumes, plantes médicinales, aromatiques...etc (Hadjou et al, 2013).

5. La différence entre l'agriculture biologique et conventionnelle

La différence entre agriculture biologique et agriculture conventionnelle tient à l'origine des produits (engrais et pesticides) utilisés. En agriculture biologique, les pesticides et engrais doivent être "d'origine naturelle" (c'est à dire qu'il doit s'agir de produits que l'on peut trouver dans des matérielles naturelles, comme le sulfate de cuivre minéral), alors qu'en agriculture conventionnelle, ils peuvent être synthétiques (c'est à dire fabriqués en laboratoires) (Le Campion et *al.*, 2016).

6. Processus de conversion vers l'agriculture biologique

On appelle conversion à l'agriculture biologique, ou parfois transition, le processus de changement entre la situation initiale d'agriculture dite conventionnelle, et la situation finale certifiée dénommée « agriculture biologique ». Le passage à l'agriculture biologique implique un changement de gestion des ressources mais aussi un changement de raisonnement.

L'opérateur suit les règles de production de l'agriculture biologique sous le contrôle d'un organisme certificateur. Cette période est de 2 à 3 ans à partir du début de la conversion (Lounis et Sahmi, 2017) (Figure 10).

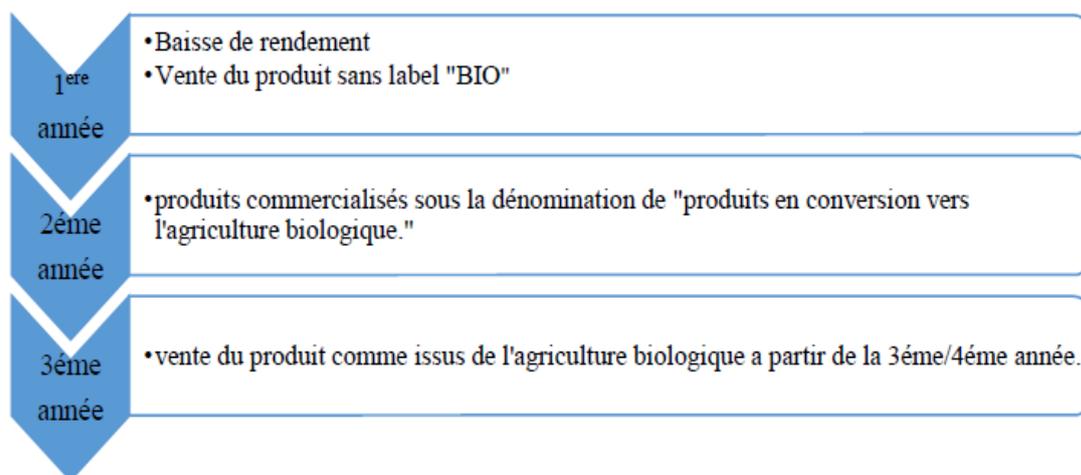


Figure 10 : Conversion vers l'agriculture biologique (Ben Alaya et al., 2006)

Pour une culture annuelle la période de conversion est égale au moins à 2 ans avant l'ensemencement, les produits de la période de conversion peuvent être commercialisés sous la dénomination produits en conversion vers l'agriculture biologique et ça durant la deuxième année de conversion et comme produit biologique à partir de la 3^{ème} année (Lounis et Sahmi, 2017) (Figure 11).

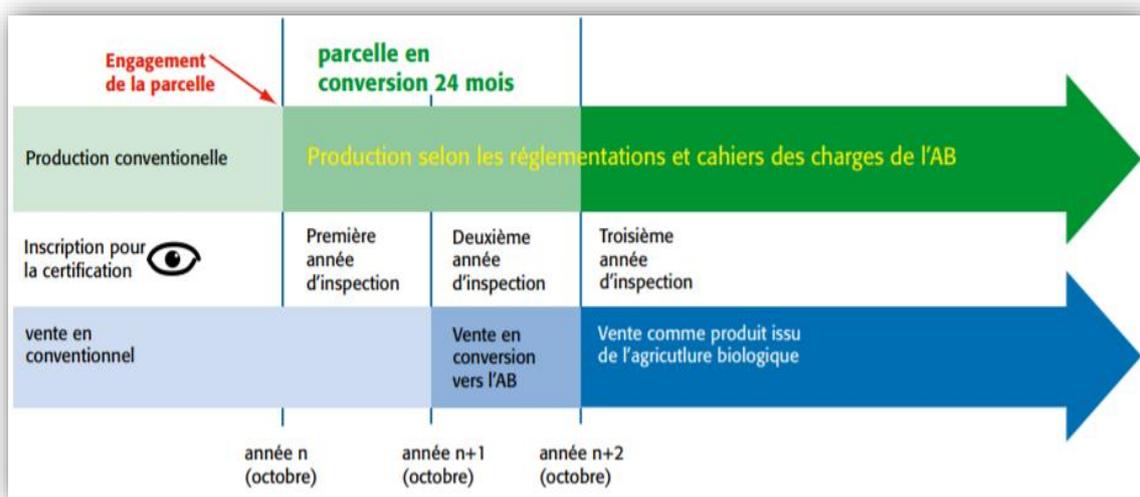


Figure 11 : Procédure et temps de conversion pour une culture annuelle (Ben Alaya et al., 2006)

Pour une culture pérenne, La période de conversion est égale au moins à trois ans avant la première récolte. Les produits récoltés durant la deuxième et la troisième année de conversion sont commercialisés sous la dénomination de produits en conversion vers l'agriculture biologique et portent la marque AB au bout de la 4^{ème} année (Lounis et Sahmi, 2017). (Figure 12).

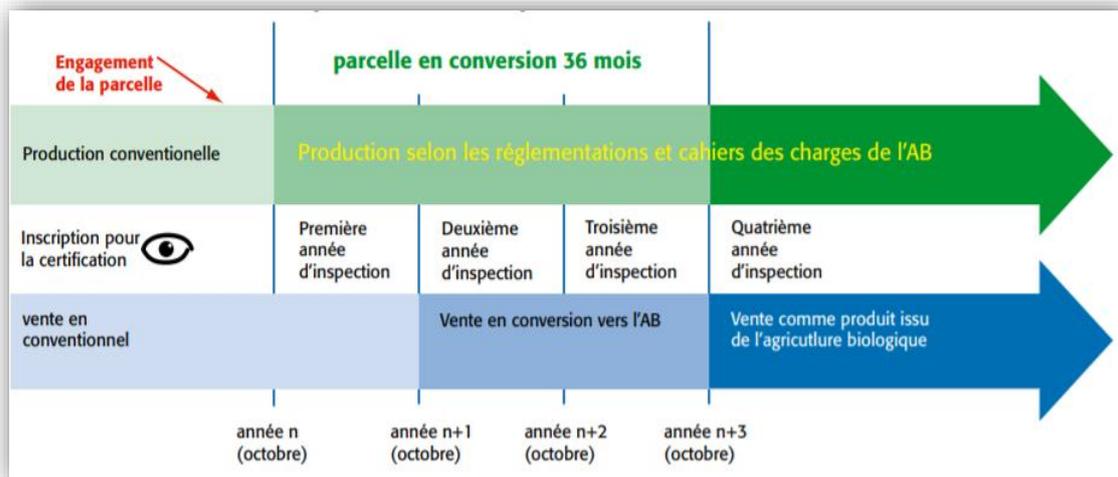


Figure 12 : Procédure et temps de conversion pour une culture pérenne (Ben Alaya et al., 2006)

Cette période de conversion peut être réduite ou prolongée par l'organisme de contrôle et de Certification après avis de l'autorité compétente (Lounis et Sahmi, 2017).

7. Cahier des charges et les organismes certificateurs

Le plan réglementaire exige la tenue d'un cahier des charges établi par des professionnels et homologué par l'Etat, des vérifications sont effectuées par des organismes de certification.

Pour pouvoir commercialiser leur récolte en tant que production biologique, les agriculteurs et les entreprises doivent avoir recours aux services d'un organisme de certification afin de confirmer que les produits en question sont conformes aux normes établies par divers partenaires commerciaux nationaux et internationaux. En effet, plusieurs labels bios existent, chacun avec son propre cahier des charges. Les producteurs doivent choisir le label qu'ils souhaitent apposer à leurs produits en fonction du marché visé.

L'organisme de certification envoie un inspecteur qui visite les producteurs sur le terrain afin de pouvoir accorder la certification biologique. Avant de pouvoir obtenir la certification, la ferme doit passer par une période de conversion de deux à trois ans entre le système conventionnel et le système biologique, dépendamment des pays. Par la suite, une inspection annuelle est effectuée pour assurer la conformité à long terme.

Un produit peut porter la mention « biologique » lorsque les règles spécifiques à la production biologique définies dans l'un des règlements reconnus par la communauté internationale sont respectées, et que l'opérateur a obtenu un certificat valide pour ce produit. Pour cela, chaque

opérateur doit s'engager à être contrôlé par un organisme tiers indépendant accrédité selon la norme guide ISO 65 (Lounis et Sahmi, 2017).

Il existe plusieurs organismes certificateurs dans le monde, les plus importants sont des organismes européens (Lounis et Sahmi, 2017).

Les résultats de ce travail ont montré que l'agriculture intensive requiert l'usage soutenu des produits chimiques, d'infrastructures et de machines.

Dans sa course visant à améliorer la production vivrière, l'agriculture est devenue une industrie qui consomme progressivement des intrants anthropogéniques sous forme d'engrais chimiques, de pesticides et des produits génétiquement modifiés (Lakhdari, 2017). L'intensification de l'agriculture s'accompagne fréquemment d'une augmentation de l'érosion des sols, d'une augmentation des charges sédimentaires dans l'eau, et d'une utilisation excessive (ou abusive) d'intrants agricoles (les pesticides et engrais par exemple) afin d'augmenter la productivité. Lorsque l'utilisation de tels produits dépasse la capacité d'assimilation des systèmes agricoles, elle entraîne une augmentation de la charge de polluants dans l'environnement (UNESCO, 2017). Ces polluants ont des répercussions sur les écosystèmes aquatiques en raison de leur importation à partir des exploitations, du transport le long du cycle hydrologique et de la concentration dans les plans d'eau (UNESCO, 2017). La pollution de l'eau par les éléments nutritifs se produit lorsque la quantité d'engrais appliquée est largement supérieure à la capacité d'absorption des cultures, ou lorsque l'engrais est lavé à la surface du sol avant d'avoir été absorbé par les plantes. L'excédent d'azote et de phosphates peut s'infiltrer dans les eaux souterraines et contaminer les cours d'eau par ruissellement (UNESCO, 2017).

En effet, le phosphore est très peu soluble dans l'eau, et atteint rarement les nappes sauf dans les sols très perméables. En revanche, l'azote est soluble dans l'eau et rapidement se transforme en nitrates, qui peut contaminer la nappe phréatique, sauf si elle est utilisée par les plantes. Des niveaux élevés de nitrates peuvent conduire à l'eutrophisation des plans d'eau (IGES, 2015).

Pour ce qui concerne les pesticides, les substances utilisées sont conçues pour leurs toxicité et parfois leurs persistance. Lorsqu'ils sont mal choisis et gérés, ils peuvent polluer les ressources en eau par des substances cancérigènes et d'autres substances toxiques qui peuvent affecter l'être humain et plusieurs espèces d'animaux sauvages. De nombreux pesticides ne se dégradent pourtant que très lentement dans les aquifères et, de ce fait, peuvent persister dans les eaux souterraines pendant de très longues périodes (Quevauviller, 2010).

L'utilisation excessive de l'eau en irrigation augmente également les flux retours d'eaux usées d'origine agricole dans les masses d'eau sous la forme de percolation profonde en direction des aquifères et de ruissellement vers les eaux de surface (UNESCO, 2017).

Avec l'augmentation de la demande de produits agricoles, les agriculteurs se tournent vers des sources d'eau non conventionnelles (UNESCO, 2017). Les nutriments que contiennent ces eaux (azote, potassium, phosphore, zinc, bore et soufre, par exemple) doivent être présents à des concentrations appropriées, ils peuvent être préjudiciables aux cultures et/ou à l'environnement. Par exemple, les eaux usées renferment souvent de fortes concentrations d'azote. Or, si les végétaux ont besoin d'azote pour se développer, une quantité excessive de cet élément peut stimuler exagérément la croissance, retarder la maturité et donner des produits de piètre qualité. Les besoins en azote des plantes varient selon leur stade de croissance. Dans les premiers stades de leurs développements, les végétaux peuvent nécessiter d'importantes quantités d'azote (au tout début, les besoins en azote peuvent être très élevés, mais les plantes sont trop petites pour assimiler utilement la quantité appliquée), mais par la suite, aux stades de la floraison et de la formation des fruits, ces besoins chutent. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'ajuster la teneur en azote en mélangeant divers approvisionnements en eau (Ayers et Westcot, 1985). Les teneurs en chlorure de sodium, en bore et en sélénium doivent être suivies de près. De nombreux végétaux sont sensibles à ces substances. On trouve fréquemment du bore dans les eaux usées car cet élément est utilisé dans les détergents ménagers. De nombreux arbres fruitiers (citronniers, arbres porteurs de fruits à noyau) ont une croissance perturbée en présence du bore dans l'eau, même à faible concentration (Ayers et Westcot, 1985). Le sélénium peut être toxique pour les plantes à très basse concentration et s'accumuler dans les tissus végétaux jusqu'à atteindre des niveaux toxiques (Tanji et Kielen, 2002). On peut faire baisser les concentrations de ces éléments dans l'eau d'irrigation en mélangeant plusieurs approvisionnements en eau si l'on en dispose. La qualité de l'eau est aussi un facteur à prendre en compte dans le choix de la méthode d'irrigation. Par exemple, l'irrigation par aspersion avec une eau renfermant des concentrations relativement élevées d'ions sodium ou chlorure peut endommager les feuilles de cultures sensibles (Ayers et Westcot, 1985). Les cultures subissent des dommages analogues lorsqu'on pulvérise directement sur leurs feuilles des eaux usées contenant de fortes teneurs en chlore résiduel (>5 mg/l) (Asano et Levine, 1998). Certaines de ces substances sont éliminables par les procédés de traitement lorsqu'ils existent, mais d'autres restent présentes en quantités suffisantes pour être toxiques à l'égard des cultures (Tanji et Kielen, 2002). L'utilisation à long terme des eaux usées pourrait provoquer une salinité des sols, leur engorgement, l'effondrement de leur structure, la réduction globale de leur capacité productive et une baisse des rendements agricoles (UNESCO, 2017), alors que le sol est une ressource naturelle, non renouvelable à court terme, très coûteux à remettre en état ou à

améliorer une fois que sa structure physique a été dégradée. Les répercussions sont en fonction de facteurs tels que la source, l'intensité d'utilisation et la composition des eaux usées, ainsi que les propriétés du sol et les caractéristiques biophysiques propres aux cultures (UNESCO, 2017). Par conséquent, nos aliments sont très souvent contaminés en cours de production, de transformation, de transport et de manipulation par des substances potentiellement dangereuses pour la santé. Notre environnement est contaminé par des agents chimiques, physiques et biologiques qui risquent de porter atteinte à notre santé

Selon Panisset (2003), les aliments constituent probablement la partie de l'environnement humaine la plus complexe au point de vue chimique et la plus susceptible d'être contaminée par des produits organiques et inorganiques, d'origine environnementale et industrielle.

Divers contaminants peuvent être donc captés par la chaîne alimentaire par voie digestive.

Les risques toxiques principaux sont : intoxications alimentaires, allergie alimentaire, toxicité spécifique des produits, mutagénèse, cancérogénèse, tératogénèse, l'immunotoxicité, effet sur le comportement, effet sur la mémoire (Panisset, 2003). La contamination environnementale de l'alimentation peut se faire sous deux formes, une contamination à long terme, à faible dose, résultant d'une diffusion graduelle des produits chimiques rémanents dans l'environnement et une contamination à court terme et à plus forte concentration résultant d'une application directe, d'une libération accidentelle ou d'une contamination liée au traitement des déchets (Panisset, 2003).

La dégradation des sols, la salinisation, le prélèvement excessif des eaux souterraines et la réduction de la diversité génétique des cultures et du bétail portent atteinte aux fondements de l'avenir de l'agriculture elle-même (FAO, 2004).

A cet effet, pour éviter les dégâts que provoque l'agriculture chimique, on se dirige de plus en plus vers l'agriculture biologique qui utilise des engrais organiques naturels et des traitements naturels, qui ne provoquent pas un risque ni pour l'environnement ni pour la santé humaine. L'agriculture biologique est un système de gestion globale de la production qui exclut l'utilisation d'engrais et des pesticides de synthèse et d'organismes génétiquement modifiés, réduit au maximum la pollution de l'air, du sol et de l'eau, et optimise la santé et la productivité de la communauté interdépendante de végétaux, d'animaux et d'humains (FAO, 2007). Elle a pour avantage de maintenir les terres propres, de conserver, voire améliorer la richesse des sols et réduire la pression parasitaire et les risques de maladies. De plus, l'agriculture biologique se caractérise par la protection des cultures par la prévention, le choix d'espèces et de variétés appropriées et la lutte biologique par la prophylaxie. La

transition de l'agriculture conventionnelle à l'agriculture biologique exige de nombreux changements, dont l'un des principaux est la manière de penser des agriculteurs. Les approches conventionnelles ont souvent recours à des solutions à action rapide, qui ont malheureusement le défaut de traiter rarement la cause du problème. Les agriculteurs en transition passent généralement trop de temps à se préoccuper de remplacer les matières synthétiques par des produits biologiques permis, au lieu d'envisager des pratiques agronomiques fondées sur une bonne gestion et des stratégies de prévention. (Anonyme, 2013). Il est important de bien connaître les exigences du cahier des charges en ce qui concerne la production et la préparation des produits biologiques. Si on ne répond pas aux exigences, la période de transition risque d'être prolongée et la certification retardée (Anonyme, 2013).

En production biologique, l'agriculteur doit être en mesure de recycler les éléments nutritifs grâce à une bonne gestion des éléments fertilisants. On procède au recyclage en faisant une bonne utilisation du fumier, du compost, des rotations de cultures et de plantes de couverture (engrais verts, cultures dérobées et plantes fixatrices d'azote) et en réduisant les pertes d'éléments fertilisants causées par le lessivage, la fertilisation excessive et les mauvaises conditions d'entreposage, de manutention et d'épandage de fumier et de compost (Anonyme, 2013).

Mais l'agriculture biologique peut ne pas être encore Bio, parce que beaucoup d'agriculteurs ne respectent pas et ne suivent pas toutes les règles mentionnées dans le cahier des charges, et certains ne contrôlent pas la qualité de l'eau avec laquelle ils arrosent leurs cultures, qui peut être contaminée par l'agriculture chimique, ce qui rend le produit non Bio. Ils contrôlent uniquement les intrants utilisés « engrais, pesticides », mais ils ne contrôlent pas la qualité de l'eau destinée à l'irrigation. Alors que, Pour permettre leurs croissance végétative et leurs développement, les plantes ont besoin d'eau appropriée en qualité et en quantité, à portée de leurs racine et au bon moment (FAO, 2004). Toutefois, lorsqu'elles sont traitées de façon adéquate et utilisées sans risque, les eaux usées constituent une source précieuse d'eau et de nutriments, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire et à l'amélioration des moyens de subsistance (UNESCO, 2017).

Les eaux usées collectées doivent suivre certaines procédures de traitement au niveau de l'usine de traitement des eaux usées avant d'être utilisées dans les champs ou à toute autre fin.

Les eaux usées traitées ou l'eau réutilisée devront ensuite passer par des techniques d'application convenablement contrôlées, et éventuellement subir un traitement supplémentaire si besoin (UNESCO, 2017).

Donc, Il ne suffit pas qu'un produit porte la mention « Bio », qu'on peut trouver sur certains jus de fruits ou dans des soupes par exemple, indique seulement qu'une partie du produit est issue de l'agriculture biologique. Pour qu'un produit soit véritablement Bio, celui-ci doit avoir été produit dans certaines conditions qui peuvent varier en fonction des différents labels. S'il en existe plusieurs, de manière générale l'agriculture biologique est basée sur l'interdiction de la chimie de synthèse pour les engrais et les produits de protection des plantes, pas d'antibiotiques.

Et pour cela, pour protéger la santé humaine et éviter la pollution de l'environnement, certaines mesures doivent être prises en compte : Tel que le contrôle de la quantité des fertilisants chimiques utilisés en agriculture conventionnelle, contrôler la qualité physico-chimique et biologique de l'eau avant d'être utilisée pour l'irrigation, contrôler la qualité des aliments produits pour protéger la santé du consommateur, dépolluer les sols.

A l'issue de cette étude nous pouvons conclure que, l'agriculture biologique est un mode de production, respectueux de l'environnement et du bien-être animal. Il privilège les procédés non polluants et limite l'utilisation des pesticides et des herbicides de synthèse, il favorise la biodiversité et la préservation des ressources naturelles. Pour protéger le sol, les agriculteurs plantent chaque année des cultures différentes sur le même champ. Par contre, l'agriculture conventionnelle, la priorité c'est la rentabilité, il faut produire beaucoup pour pas cher, ils utilisent des produits chimiques contre les insectes et les mauvaises herbes. Le passage de l'agriculture conventionnelle à l'agriculture biologique ne se résume pas au simple remplacement des matières synthétiques par des matières biologiques permises, mais repose sur des pratiques saines inspirées de stratégies préventives, en respectant toute les règles du cahier des charges et l'utilisation d'une eau d'irrigation de bonne qualité, afin d'obtenir un produit bio. Mais beaucoup d'agriculteurs utilisent une eau riche en éléments synthétiques pour l'irrigation sans la contrôler avant l'utilisation, alors que l'agriculture biologique exige l'absence totale de ces éléments, pour que le produit obtenu ne porte pas seulement la mention bio, mais aussi suit les normes du cahier des charges.

Nombreuses sont les perspectives qui pourront être avancées :

- La réduction des quantités des fertilisants chimiques utilisés par les agriculteurs ;
- Contrôler la qualité de l'eau physico-chimique et biologique des différentes sources d'eau utilisées par les agriculteurs ;
- Analyser la qualité des aliments produits pour éviter les risques d'intoxication qui contaminent les consommateurs. ;
- Dépolluer les sols par phytoremédiation, qui est l'utilisation des plantes vertes pour éliminer, contenir ou rendre moins toxiques, les contaminants environnementaux ;
- Le suivi permanent des activités agricoles publiques et privées par des structures spécialisées.
- La dénonciation avec preuves de toutes actions agricoles ou autres pouvant mettre en danger la santé du consommateur (comme le cas de l'apparition de cholera où de nombreux agriculteurs ont arrosé leurs cultures avec des eaux usées) ;
- Le renforcement du cadre législatif (des conventions international concernant la qualité de l'eau d'irrigation en agriculture biologique) ;
- Les producteurs en transition doivent lire des documents pertinents, effectuer leurs propres essais et participer aux activités des formations formelles.

- **Ali Ahmed R. et Tachebount N., 2017.** L'organisation de la certification agriculture biologique dans les pays du Maghreb 'Algerie, Maroc, Tunisie. Master, Ummto, 70p.
- **Anonyme., 2013.** Mesures à prendre pour une bonne transition vers l'agriculture biologique. Agriculture, aquaculture et pêche, 6p
- **Aouata I., 2015.** Étude et développement de l'irrigation souterraine en Algérie. Master.82p
- **Ait Saada D., Selselet-Attou K., Boudroua K., 2015.** Certification Bio - Une démarche de Qualité pour une meilleure prise en charge de l'Agriculture Biologique en Algérie, Laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition- Université de Mostaganem, Algérie, 48p
- **Ait Ahmed R. et Hamzi L., 2011.** Impact d'apport d'un engrais organique (margines) sur les propriétés chimiques et minéralogiques à l'interface sol-racine de l'olivier. Cas d'une oliveraie de Takarietz, Bejaia. Master, Ummto, 112p.
- **Ayers R.S. et Westcot D.W., 1985.** Water quality for agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO Irrigation and Drainage, 29p, Revision 1; <http://www.fao.org/docrep/003/T0234E/T0234E00.htm>.
- **Asano T. et Levine AD., 1998.** Wastewater reclamation, recycling, and reuse: an introduction. In: Asano T, ed. Wastewater reclamation and reuse. Lancaster, PA, Technomic Publishing Company, pp. 1–56.
- **Boudhar S. et Chaou C., 2006.** Les principales contraintes d'utilisations des fertilisants en agriculture cas de la wilaya de tiziouzou. Master, Ummto, 113p.
- **Baichek Z. et Medjbour N., 2007.** Contribution à l'étude de l'usage des engrais dans la viticulture dans la wilaya de tiziouzou (cas de Tadmaït, DBK, Tizi Rached et Irdjen). Master, Ummto, 107p.
- **Belhadj M.Z., 2017.** Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la wilaya de SKIKDA. Master, université Mohamed Khider Biskra, 148p.
- **Ben Alaya Oueslati H., Amor et Kilcher., 2006.** Conversion a l'agriculture biologique défis pour le future. Direction générale de la production agricole Tunisie, 62p
- **Bouaroudj S., 2012.** Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation. Master. 75p
- **Chaouki M., 2017.** Cours pollution (Air, Eau ; Sol). Université KasdiMerbah Ouargla, 43p.

- **Causeur M., 2019.** Risque d'agriculture conventionnelle pour votre santé. Aurore Market le blog
- **FAO., 2004.** L'eau ; l'agriculture et l'alimentation, 63p.
- **FAO., 2007.** Conférence internationale sur l'agriculture biologique et la sécurité alimentaire.
- **FAO 2012.** Food alimentation organisation les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24
- **Green Facts., 2006.** ONU-Eau WWAP, 13p.
- **Genin B., Chavrin CH., et Menard F., 2003.** Cours d'eau et indices biologiques, 223p.
- **Hadjou L., Cheriet F. et Djennane A., 2013.** Agriculture biologique en Algérie : Potentiel et perspectives de développement. Les cahiers du CREHD n° 105 /106. 20p
- **Intégration de la gestion des eaux souterraines dans les organismes de bassin transfrontaliers en Afrique., 2015.** Les eaux souterraines et l'environnement. Afrique, 14p.
- **Kettab A., 2001.** Les ressources en eau en Algérie : stratégies, enjeux et vision. Ecole nationale Polytechnique Alger, Laboratoire de recherche des sciences de l'eau (LRS-Eau), p25-33.
- **Kherifi w. 2017.,** Aridité et maladies à transmission hydrique 146-155 P.
- **Kouyate A.M., VAN DAMME P., GOYENS S., DE NEV S., HOFMAN G., 2007.** Evaluation de la fertilité des sols à *Detarium microcarpum* Guill. Et perr. Tropicultura, 25(2), pp 65- 69.
- **Landeau A. et Monition L., 1977.** Nouvelle évaluation de l'eau pour l'irrigation. Service Géologique National, 25p.
- **Lounis L. et Sahmi M., 2017.** Adoption de l'agriculture biologique en Algérie : cas de la datte Degletnour. Master, Ummto, 62p.
- **Laurent F., 2012.** Agriculture et pollution de l'eau : Modélisation des processus et analyse des dynamiques territoriales, 185p.
- **Le Champion A., Oury F.X., Heumez E., 2016.** Les limites de la comparaison « agriculture conventionnelle » versus « agriculture biologique » dans la définition de stratégies de sélection. Exemple de céréales à pailles. Article, 43-58.
- **La coordination Rhône-Alpes de l'agriculture biologique (corabio) et les chambres d'agriculture de Rhône-Alpes., 2015.** Convertir son exploitation à l'agriculture biologique, 21p.

- **Lakhdari B.E., 2017.** Modèle d'application de l'agriculture écologiquement intensive : remplacement de l'engrais minéral par l'engrais organique, cas de la culture de tomate. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, 37p.
- **La fédération d'agriculture biologique du Québec., 2005.** La fertilisation organique des cultures. Canada, 48p.
- **Labbaci K. et Gharbi C., 2017.** Les maladies à transmission hydrique. Master université Badji- Mokhtar- Annaba, 73p.
- **Maurel A., 2006.** Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce. 286 p.
- **Morgan M. et Alexis G., 2013.** Etat des lieux du secteur de l'eau en algérie. 27p.
- **Mouhoub H. et Koudil O., 2004.** Utilisation des engrais dans l'agriculture et quelques résultats d'une enquête comportent des agriculteurs. Master, Ummto, 94p.
- **Milos H., 1971.** L'eau et l'environnement bull. FAO. 8 :32-38p.
- **Mills A.J., Fey M.V., 2003.** Declining soil quality in South Africa: effects of land use on soil organic matter and surface crusting. South African Journal of science, 99, pp429-436.
- **Mozas M. et Ghosn A., 2013.** Etat des lieux du secteur de l'eau en Algérie. Institut de prospective économique du monde méditerranéen, 27p.
- **Morice G., 2011.** Productivité agricole et qualité des eaux. La fondation pour l'innovation politique, 44p.
- **Maurice C., 2011.** de bonnes raisons pour pratiquer l'agriculture bio. Institut de recherche de l'agriculture biologique (FIBL), 8p
- **Marcus V. et Simon O., 2015.** Les pollutions par les engrais azotés et les produits phytosanitaires : coûts et solutions. Études & documents, n° 136. 30p.
- **ONU. 1992.** Protection des ressources en eau douce et de leur qualité: application d'approches intégrées de la mise en valeur, de la gestion et de l'utilisation des ressources en eau. Chapitre 18, programme Action 21, Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, 42p.
- **Ollier C.H. et Poiree M., 1983.** Irrigation : les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. Ed. Eyrolles. Paris.455p.
- **Panisset J.C., Dewarilly E. et Doucet-Leduc H., 2003.** Contamination alimentaire. Edisem/Tec et Doc, Acton Vale/paris ; pp369-395.

- **Painchaud J., 1997.** La qualité de l'eau des rivières du Québec : état et tendances. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 58 p.
- **Parent S., 1990.** Dictionnaire des sciences de l'environnement. Ottawa : Éditions Broquet Inc. 748 p.
- **Pearson D.** Les poisons morts flottant dans une rivière qui a été polluée par des produits chimiques et déchets.
- **Petit J. et Jobin P., 2005.** La fertilisation organique des cultures. 48p
- **Pernes-Debuyser A., Tesser D., 2002.** Influence de matière fertilisante sur les propriétés des sols. Cas des 42 parcelles de l'INRA à Versailles. Etude de Gestion des sols, 9(3), pp 177- 186.
- **Perrault P. 2009.** L'eau agent d'altération des roches, 93p.
- **Plauchu., 2004.** Economies de l'environnement. (2). 90p.
- **PNUE. 1991.** Pollution des eaux douces. 196p.
- **Postel. S. 1992.** Dernière oasis : face à la pénurie d'eau. 225p.
- **Quevauviller Ph., 2010.** Protection des eaux souterraines, p427.
- **Red Paca « réussir l'agro écologie en région méditerranéenne, 2015.** Fertilité des sols et fertilisation en cultures maraichères : enjeux agro écologiques, pratiques et outils, 14p.
- **Roger B., 2000.** La fertilisation des sols tropicaux. Edition Maisonneuve et Larousse, paris, 385p.
- **Regt B., 1990.** L'irrigation et la culture du riz au surinâmes. Revue. Le courrier n°24 nov.- décembre .94-95p
- **Renoux J.P., 2011.** L'irrigation pour une agriculture durable. La Fondation pour l'innovation politique. 44p.
- **Saou A., Snoussi S.A. et Chaouchia CH., 2017.** Effet de la fertilisation sur le rendement et sur la qualité des fruits du concombre Cuculissativus variété super marketer cultivé sous terre. Revue Agrobiologia. 233-241p.
- **Simard R.R., Cluis D., Gangbazo G. et Beauchemin S., 1995.** Phosphorus status of forest and agricultural soils from a watershed of high animal density. Journal of Environmental Quality, vol. 24, pp 1010-1017.
- **Tanji KK. et Kielen NC., 2002.** Agricultural drainage water management in arid and semiarid areas. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO Irrigation and Drainage, 61p.

- **Ted W. et Stephanie P., 2006.** Irrigation fertilisante en Colombie-Britannique: pratiques et tendances. British Columbia Ministry of Agriculture and Lands, 20p.
- **Tonye E., 2015.** Réalisation d'un capteur de pollution et rapatriement des données vers un sig web, 70p

Introduction

Chapitre I Généralités sur la pollution de l'eau

Chapitre II La fertilisation minérale et la fertilisation organique

Chapitre III L'agriculture biologique

Chapitre IV Discussion

Conclusion et perspectives

Références bibliographiques

Résumé

L'agriculture conventionnelle utilise des produits synthétisés et des pesticides pour améliorer le rendement. Cependant, l'utilisation excessive de ces produits provoque plusieurs dommages environnementaux, tel que la pollution du sol, de l'eau ainsi que l'apparition de certains risques sur la santé humaine. On se dirige de plus en plus vers l'agriculture biologique, qui exclut l'utilisation des produits chimiques (engrais, pesticides,...) et d'OGM pour protéger l'environnement et préserver les ressources naturelles. A noter qu'une période transitoire, selon le type de production, est imposée pour la conversion d'une agriculture conventionnelle vers une agriculture biologique certifiée. Pour obtenir et conserver la certification en agriculture biologique, le producteur doit respecter un cahier des charges strict tel que l'utilisation des produits d'origine naturelle, et irriguer avec une eau non polluée. Les produits issus de l'agriculture biologique contiennent moins de résidus de pesticides que les produits issus de l'agriculture conventionnelle, ce qui permet de réduire les effets nocifs que pourraient avoir sur la biodiversité, les écosystèmes et la santé humaine. Le but de ce travail est l'étude de l'impact de la fertilisation chimique sur la qualité de l'eau en irrigation et comment assurer une transition vers l'agriculture biologique.

Mots clés : Agriculture biologique, agriculture conventionnelle, eau d'irrigation, fertilisation, transition.

Abstract

Conventional agriculture uses synthesized products and pesticides to improve yields. However, the excessive use of these products causes several environmental damages, such as soil and water pollution as well as the appearance of certain risks on human health. There is a growing trend towards organic agriculture, which excludes the use of chemicals (fertilizers, pesticides) and GMOs to protect the environment and preserve natural resources. Note that a transitional period, depending on the type of production, is imposed for the conversion from conventional to certified organic agriculture. To obtain and maintain certification in organic agriculture, the producer must comply with strict specifications such as the use of products of natural origin, and irrigate with unpolluted water. Products from organic agriculture contain less pesticide residues than products from conventional agriculture, which reduces the harmful effects that could have on biodiversity, ecosystems and human health. The goal of this work is to study the impact of chemical fertilization on water quality in irrigation and how to ensure a transition to organic agriculture.

Keywords: Organic agriculture, conventional agriculture, irrigation water, fertilization, transition.

ملخص

تستخدم الزراعة التقليدية المنتجات المركبة ومبيدات الآفات لتحسين الغلة. ومع ذلك، فإن الاستخدام المفرط لهذه المنتجات يسبب العديد من الأضرار البيئية، مثل تلوث التربة والمياه وكذلك ظهور بعض المخاطر على صحة الإنسان. نحن نتحرك أكثر فأكثر نحو الزراعة العضوية، والتي تستبعد استخدام المواد الكيميائية (الأسمدة والمبيدات الحشرية وما إلى ذلك) والكانائن المعدلة وراثيًا لحماية البيئة والحفاظ على الموارد الطبيعية. لاحظ أنه يتم فرض فترة انتقالية، اعتمادًا على نوع الإنتاج، للتحويل من الزراعة التقليدية إلى الزراعة العضوية المعتمدة. للحصول على شهادة في الزراعة العضوية والحفاظ عليها، يجب أن يلتزم المنتج بمواصفات صارمة مثل استخدام المنتجات ذات الأصل الطبيعي والري بمياه غير ملوثة. تحتوي المنتجات من الزراعة العضوية على مخلفات مبيدات حشرية أقل من منتجات الزراعة التقليدية، مما يقلل من الآثار الضارة التي يمكن أن تحدث على التنوع البيولوجي والنظم البيئية وصحة الإنسان. الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير التسميد الكيميائي على جودة مياه الري وكيفية ضمان الانتقال إلى الزراعة العضوية.

الكلمات المفتاحية: الزراعة العضوية، الزراعة التقليدية، مياه الري، التسميد، التحول.