



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire N° série:

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar -El- OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية

Département de Sciences Agronomiques

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

Spécialité : Production végétale

THEME

Enquête sur la culture de quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) dans le sud Algérien

Présenté par :

M^{me} . TIDJANI Zahia

M^{elle} . ABABSA Rima

Devant le jury composé de :

Président:	M ^r . HADDAD A .	M.C.B,	Université d'El Oued.
Examineur :	M ^r . BELAHBIB A .	M.A.A,	Université d'El Oued.
Promoteur :	M ^{me} . ZOUIOUECHE F.	M.A.A,	Université d'El Oued

- Année universitaire 2018/2019 -



Dédicace

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la
flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur*

maman que j'adore.

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien
moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est
toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi **mon père**.*

*Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce
jour, à tous mes **frères** et **sœurs**, je dédie ce travail dont
le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs
conseils, aides, et encouragements.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui
étaient toujours à mes côtés **NECIB Abderrahim** et
mes amis **Algériens** et **Tunisiens** et qui m'ont
accompagné durant mon chemin d'études supérieures
Zahia, Safa, Aïcha, mes aimables amis **Djihad, Maroua**
Asma, Amina, et tous mes collègues d'étude, et frères
de cœur.*

*A toute la famille «**ABABSA**»*

«Ce Mémoire à vous tous»

*"**ABABSA Rima**"*





Dédicace

Je souhaite exprimer mes remerciements les plus sincères et ma reconnaissance intégrale:

*Au Docteur Cheikh Sidi **TIDJANI Mohamed Laïd** en tant que guide spirituel et représentant de la famille.*

*A la mémoire de mon grand-père **TIDJANI Lorabi** et **TIDJANI Taher** notre éducateurs spirituels, je prie le Dieu qu'il vous accorde la miséricorde et vous offre le paradis;*

*A ma mère, ma mère, ma mère qui joue le double rôle en tant que mère et père **Yamaa Farída** qui a été avec sa tendresse, son suivi et son sacrifice, la source de mes motivations et de ma persévérance;*

*Au défunt, Feu mon père **Mohammed Hadî**, celui qui ne cesse de vivre au plus profond de mon coeur, à mes grands parents vénérés, **Fatma; OUAHID Fatima Zohra** et mon oncle **Mohammed Seghîr** qu'ils reposantes en paix.*

*A mes frères et soeurs bien aimés, dont la présence à mes côtés m'a été d'un soutien solide durant mon parcours: **Djamila** et **Ghanía, Lorabi, Asma ; Mohammed El Hadî.***

*A ma deuxième famille **Aouïcha , Khaled ; Fatima** et ses enfants ; **Nassîma ; Mohammed. ; Asma , Fella et khaoula***

Je dois, par ailleurs, présenter mes remerciements:

*A mon mari **TIDJANI Moumtez** pour son appui moral et son aide tout le long de ce travail.*

*A tous mes tentes **Aïcha ; Khadîdja ; Nadjet ; Leïla ; Amel , Nabîha** et leurs enfants..*

*A mes oncles **Djamel Elddîne Abdelmouamen ; Ahmed** et leurs enfants*

*A toute la famille «**TIDJANI**»*

«Ce Mémoire à vous tous»

*"**TIDJANI Zahía**"*





Remerciements

*A ce stade de notre vie estudiantine, et à l'occasion de la présentation de notre mémoire de Master, nous a fait l'honneur et le devoir d'exprimer nos louanges absolues à **ALLAH**, notre créateur généreux et omnipotent, tout puissant, maître des cieux et de la terre, qui nous a permis de mener à bien ce travail, pour tous ses dons et ses faveurs.*

*Nous exprimons notre profonds remerciements à Madame **ZOUJOUICHE Fatma zahra**, Maître assistante A au Département des Sciences agronomiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université d'El-oued, pour avoir acceptée de nos encadrer ce mémoire dans le cadre d'un axe de recherche, pour votre présence et votre disponibilité permanente, pour vos conseils et votre soutien et pour l'aide que vous avez apporté et pour l'intérêt constant que vous n'avez cessé d'accorder pour l'orientation de ce travail.*

*A' notre jury de mémoire Monsieur **HADDAD Azzedine** Maître de conférence B au Département des Sciences agronomiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université d'El-oued, d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire et pour ses encouragements incessants.*

*A' nos examinateur de mémoire, **BELAHBIT Abdelhamid**. Maître assistant A au Département des Sciences biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université d'El-oued, qui nous a fait l'honneur d'accepter d'examiner ce mémoire.*

*Nous remercions **Mr NACIB Abderrahim**, pour son aide et ses précieux conseils, nos ont permis d'avances plus loin dans nos recherches. Nous remercions aussi tous les professeurs de département de la science de la nature et de la vie.*

*Nous 'adresses notre sincères remerciements à mon collègues, le chef d'inspection de commerce à Témacine Monsieur **ABI MOULOUD Mohammed sayeh** et mes amis au travail qui m'ont beaucoup encouragés au cours de la réalisation de ce modeste travail*

Nous remercions notre famille pour leur aides durant nos études et leur soutient.

Nous remercions tous les agriculteurs qui nous ont accueilli et nous ont offris leurs temps précieux .Sans eux, ce travail n'aurait pas été possible.

A la fin nous remercions toute personne qui nous a aidés de près ou de loin.



Liste des abréviations

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
ITDAS	Institut technique pour le développement agricole de la saharienne
INRAA	Institut national de recherche agronomique d'Algérie.
APG	AngiospermPhylogeny Group
USA	United States of America.
T	Température moyenne annuelle (C°)
TM	Température maximale moyenne annuelle (C°)
Tm	Température minimale moyenne annuelle (C°)
P	Précipitation totale annuelle de pluie (mm)
V	Vitesse moyenne annuelle du vent (Km/ h)
DSA	La Direction Des Services Agricoles
NPK	les engrais azotés, phosphorés et potassique
Kg	Kilo gramme
Km	Kilo mètre
mm	Milli mètre
C°	Dégré Celsius
Ha	Hectare
H	Heure
Qx	Quintaux

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Culture du quinoa	03
02	Distribution géographique de la culture traditionnelle de quinoa en Amérique du Sud (la densité des points reflète l'importance relative de la culture)	04
03	Système racinaire de quinoa	07
04	Forme de la tige principale (coupe transversale)	07
05	Forme des feuilles	08
06	Forme des panicules	09
07	Fleurs hermaphrodites et femelles de quinoa	10
08	Forme des grains	11
09	Phases phénologiques du quinoa	14
10	Semis mécanique et manuel du quinoa	19
11	Récolte du Quinoa	21
12	Variétés du quinoa	22
13	Carte géographique du souf	27
14	Localisation géographique de la wilaya du Biskra	28
15	Localisation géographique de la wilaya d'Adrar	29
16	Situation géographique de la wilaya de Ouargla	30
17	Méthodologie de travail	34
18	Etat juridique des exploitations	37
19	Superficie agricole occupée par la culture de quinoa	38
20	Classed'âge desagriculteurs	38
21	Niveau d'instruction des agriculteurs enquêtés	39
22	Type de culture	40
23	Type de culture de quinoa en fonction des zones d'étude	40
24	Type du sol	41
25	Réalisation de labour	42
26	Type de labour	42
27	Amendement mineral	43
28	Amendementorganique	43
29	Variétés cultivées	44
30	Origine des semences de quinoa	45

31	Type de semis	46
32	Système d'irrigation	46
33	Désherbage	47
34	Maladies et ravageurs affectant la culture de quinoa	48
35	Type de récolte	49
36	Rendement en quintaux de la culture de quinoa	49
37	Condition de stockage	50
38	Commercialisation de quinoa	51
39	Rendement moyen de la culture de quinoa en fonction de la saison de plantation	51
40	Rendement moyen de la culture de quinoa en fonction de type du sol	52
41	Rendement moyen de la culture de quinoa en fonction de système d'irrigation	52

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Classification scientifique de quinoa	06
02	Valeur nutritionnelle moyenne de quinoa pour 100g	16
03	Comparaison entre la composition des graines de quinoa et de blé en composés organiques et en cendres (g/100g de matière sèche)	17
04	Les principaux ravageurs et maladies affectant le quinoa	20
05	Mécanismes de résistance de quinoa à la sécheresse	23
06	Mécanismes de résistance de quinoa au froid	24
07	Les paramètres climatique des wilaya étudiées (EL-Oued ;Biskra ; Adrar et Ouargla)	31
08	Production végétale dans la zones d'études	32

Table des matières

Dédicace	
Remerciements	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	
CHAPITRE I: Généralité sur la culture de quinoa	
1. Généralités	03
2. Origine et historique	04
3. Distribution géographique	04
4. Importance de la culture du Quinoa	05
4.1. Dans le monde	05
4. 2. En Algérie	05
5. Classification scientifique de quinoa	06
6. Description botanique et cycle de vie du quinoa	06
6.1 . Description botanique	06
6.1.1. Racine	07
6.1.2. Tige	07
6.1.3. Feuilles	08
6.1.4. Panicule	08
6.1.5. Fleur	09
6.1.6. Fruit	10
6.2 Cycle de vie de plante	11
6.2.1 Stade levée	11
6.2.2 Stade deux feuilles vraies :	11
6.2.3 Stade quatre feuilles	11
6.2.4 Six feuilles	12
6.2.5 Ramification	12

6.2.6 Début de formation de la panicule	12
6.2.7 Panicule	12
6.2.8 Début de floraison	12
6.2.9 Floraison	12
6.2.10 Grain laiteux	12
6.2.11 Grain pâteux	12
6.2.12 Maturité physiologique	13
7. Caractéristiques nutritionnelles	15
8. Utilisations	17
9. Mise en culture de quinoa	17
9.1. Exigences climatique	18
9.2. Exigences édaphiques	18
9.3. Semis	18
9.4. Pratique culturales	19
9.5. Mode et dose de semis	19
9.6. Fertilisation	19
9.7. Exigences de l'eau	19
9.8. Contrôle des mauvaises herbes	20
9.9. Maladies et ravageurs de quinoa	20
9.10. Récolte	21
10. Variétés du quinoa	21
11. Physiologie d'adaptation du quinoa aux conditions écologiques extrêmes	22
11.1. Résistance à la sécheresse	22
11.2 Résistance au froid	24
11.3 Résistance à la salinité	24
11.4 Résistance aux Vents, neiges, grêles	25
11.5 Résistances aux ravageurs, parasites et maladies	25
CHAPITRE II: Matériel et méthodes	
1. Présentation des zones d'études	26

1.1. Localisation géographique	26
1.1.1. El-oued	26
1.1.2. Biskra	27
1.1.3. Adrar	28
1.1.4. Ouargla	29
1.2. Caractéristiques climatiques des zones d'études	30
1.3. Production agricole	32
2. Approche méthodologique	32
2.1. Objectif de l'étude	32
2.2. Méthodologie de travail	33
2.2.1. Prospection ou pré-enquête	35
2.2.2. Fiche d'enquête	36
2.2.3. Composition et taille d'échantillon	36
2.2.4. Traitement et analyse des données	36
CHAPITRE III: Résultats et Discussion d'enquêtés	
1. Présentation des exploitations et des agriculteurs enquêtés	37
1.1. Forme juridique d'exploitation	37
1.2. Superficie agricole	37
1.3. Classe d'âge des agriculteurs	38
1.4. Niveau d'instruction des agriculteurs	39
2. Pratiques culturales et mode de conduite de la culture en fonction des zones d'étude	39
2.1. Type de culture	39
2.2. Type de sol	40
2.3. Pratique et type du labour	41
2.4. Amendement et fertilisation	42
2.4.1. Amendement minéral	42
2.4.2. Amendement organique	43
2.5. Variétés cultivées	44
2.6. Source d'approvisionnement en semence	45

2.7. Type de semis	45
2.8. Système d'irrigation	46
2.9. Désherbage	47
2.10. Maladies et ravageurs	47
2.11. Type de récolte	48
2.12. Rendement	49
2.13. Stockage	50
2.14. Commercialisation	50
3. Relation rendement –pratiques culturales	51
3.1. Rendement moyen de quinoa en fonction de la saison de plantation	51
3.2. Rendement moyen de quinoa en fonction de type du sol	51
3.3. Rendement moyen de quinoa en fonction du système d'irrigation	52
Conclusion	53
Référence bibliographiques	56
Annexes	60
Résumé	62

Introduction générale

Introduction générale

Pendant des milliers d'années, le quinoa (*Chenopodium quinoa*) a été l'aliment principal des cultures anciennes des Andes et sa distribution couvre différentes zones agro-écologiques de la région. Aujourd'hui, le quinoa est en pleine expansion car il présente un potentiel considérable pour améliorer les conditions de vie des populations des Andes et du monde (FAO, 2013). Le quinoa est l'un des grains les plus nutritifs utilisés comme nourriture et il a été sélectionné par la FAO comme l'une des cultures destinée à offrir la sécurité alimentaire (Repo-Carrasco-Valencia et Serna, 2009).

Cette espèce dote d'une remarquable capacité d'adaptation à différents milieux agro écologiques et à différentes altitudes, doublée d'une résistance naturelle aux sols arides, et une culture qui peut jouer un rôle majeur dans la lutte contre la faim (FAO, 2016), il est considéré comme ayant une valeur nutritionnelle élevée, principalement en raison élevée en quantité et en qualité des protéines par rapport à d'autres sources de protéines (Avila Ruiz, 2016), et aux acides gras essentiels ainsi qu'à une large gamme de minéraux et de vitamines (Stikić et al., 2015).

Le quinoa est un aliment sans gluten, dont les études ont montré que la consommation régulière de quinoa améliore l'intestin grêle de céliaques et rend leurs villosités intestinales à la normale, beaucoup plus rapidement qu'avec un régime sans gluten simple (FAO, 2011).

Vue ces importances, la FAO a mis en place un projet régional dans plusieurs pays du Proche-Orient et d'Afrique du Nord, dont l'Algérie. Le pays a pu ainsi profiter des compétences techniques de la FAO pour évaluer dans quelle mesure cette culture non traditionnelle pourrait être adoptée par les producteurs et acceptée par les consommateurs.

Grâce à cette intervention, il a été possible de fournir des variétés de quinoa adaptées et de qualité, tout en améliorant les modes de culture et d'exploitation (FAO, 2016).

En effet, Le quinoa est introduit depuis 2014 en Algérie à partir d'une convention a été signée entre FAO et l'Algérie dans le cadre du projet (TCP/RAB3403). Il est cultivé à titre expérimental afin d'étudier son comportement et ses potentiels de production dans 8 sites de 4 institutions ayant différentes caractéristiques agro-écologiques (Boubaiche, 2016). A été reconnue en Algérie et dans les pays voisins, où des sécheresses récurrentes, les ravageurs et les maladies des cultures ont eu des effets dévastateurs sur l'économie, et plus particulièrement sur le secteur agricole. En outre, la culture sur une longue période des plantes traditionnelles tels que le blé, le sorgho, le millet et l'orge a entraîné une réduction de la productivité des terres cultivées, des rendements des cultures et des revenus des agriculteurs.

Introduction générale

Compte tenu de cela, notre objectif de travail vise essentiellement à évaluer l'introduction de cette nouvelle culture dans un milieu aride, tout en étudiant l'impact des techniques culturales sur le rendement, mettant en œuvre la période opportune de semis et le degré de la réussite de la culture de quinoa dans les régions arides.

Par ailleurs, nous recherchons notamment sur l'avenir de cette culture dans le sud Algérien à savoir l'importance économique (rentabilité), environnementale (production bio), alimentaire (qualité), nutritionnel (santé) et agricole.

C'est dans ce cadre, que nous avons adopté une démarche basée sur une enquête fondée sur les objectifs précités.

Le présent travail s'articule sur trois parties. La première partie est consacrée à la synthèse bibliographique où nous apportons un abrégé sur la culture de quinoa.

La deuxième développe les zones d'études ainsi que l'approche méthodologique adoptée. En outre, la troisième partie traite les résultats obtenus et la discussion des résultats.

Enfin, nous concluons sur l'ensemble du travail et nous émettons quelques perspectives de travaux ultérieurs.

CHAPITRE I

Généralités sur le quinoa

1. Généralités:

Le quinoa (*Chenopodium quinoa*) est une plante herbacée annuelle de la famille des Chénopodiacées. C'est une pseudo-céréale, étroitement liée à des espèces telles que la betterave, l'épinard et l'amarante.

Cette plante traditionnelle est cultivée depuis plus de 5 000 ans sur les hauts plateaux d'Amérique du Sud. Comme le haricot, la pomme de terre, le maïs. Il était à la base de l'alimentation des civilisations précolombiennes, mais, contrairement à ces dernières, il n'a pas retenu l'attention des conquérants espagnols à cause de la teneur en saponine de l'enveloppe de ses graines non écorcées, et du fait que la farine qui en est tirée n'est pas panifiable en raison de l'absence de gluten.

Dans les années 1970, les pays industrialisés en quête d'une alimentation plus saine découvrent les qualités nutritionnelles du quinoa qui est désormais distribué dans la plupart des grandes surfaces, notamment dans les magasins de produits issus de l'agriculture biologique et du commerce équitable (**Mujica, 1992**).



Figure 01: Culture du quinoa .

2. Origine et historique:

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) est une espèce de plante herbacée annuelle de la famille des Chénopodiacées originaire de l'Ande de l'Amérique de Sud, cultivée depuis jusqu'à plus de 4000 m d'altitude boliviano-péruvien. Elle présente des caractéristiques singulières dans sa morphologie, sa coloration et son comportement dans différentes zones agroécologiques. Cette pseudo-céréale dont la domestication remonte à 7000 ans environ (Mujica *et al.*, 2001) a été cultivée et consommée pendant des siècles par les populations paysannes indigènes de Colombie, Équateur, Pérou, Bolivie et Chili (Gandarillas, 1979). Grâce à ces générations d'agriculteurs le matériel génétique de cette espèce, comme celui d'autres plantes cultivées, a peut-être conservé, avec les caractéristiques propres de ce que l'on pourrait appeler un système de conservation adéquat in situ (Tapia, 2002).

3. Distribution géographique:

Cette pseudo-céréale largement répandue géographiquement. Dont sa faculté d'adaptation est très grande, elle peut être cultivée depuis le niveau de la mer au Chili, jusqu'à plus de 4000 m d'altitude sur l'Altiplano boliviano-péruvien, sous des climats allant du froid aride jusqu'au tropical humide (Figure 02).

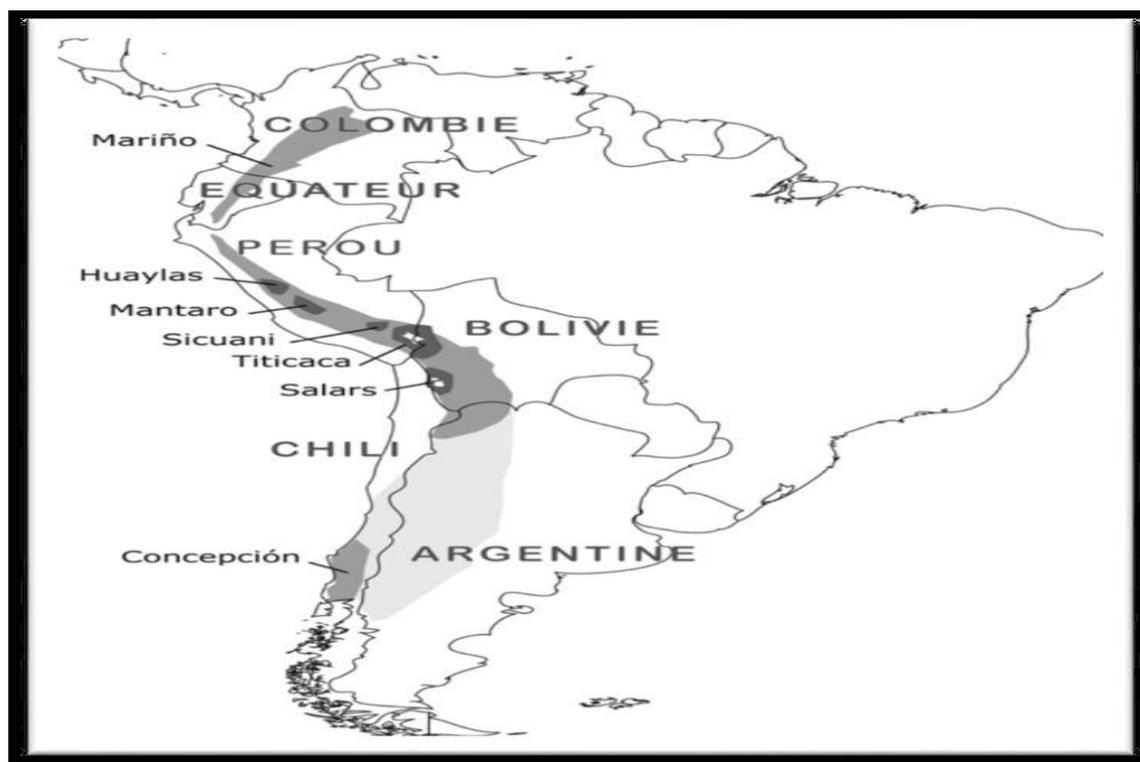


Figure 02 : Distribution géographique de la culture traditionnelle de quinoa en Amérique du Sud (la densité des points reflète l'importance relative de la culture) (Boubaiche.y., 2016)

4. Importance de la culture du Quinoa :

4.1. Dans le monde:

Le quinoa est présent à l'état naturel dans tous les pays des Andes - de la Colombie à l'Argentine et au sud du Chili, et la quasi-totalité de la production est assurée par de petits agriculteurs et des coopératives.

D'après FAOSTAT, durant la période 1992-2010, la superficie cultivée et la production totale de quinoa dans les principaux pays producteurs (Bolivie, Pérou et Équateur) ont respectivement quasiment doublé et triplé.

En 2008, ces pays assuraient 92% de la production de quinoa dans le monde, suivis des États-Unis, de l'Équateur, de l'Argentine et du Canada qui représentent environ 8% de la production mondiale. En 2009, la production dans la région andine s'est élevée à 70 000 tonnes.

La culture du quinoa est en pleine expansion et elle est désormais pratiquée dans plus de 70 pays, dont la France, l'Angleterre, la Suède, le Danemark, la Hollande et l'Italie. Elle s'est aussi bien développée au Kenya, en Inde et aux États-Unis (**FAOSTAT, 2010**).

4. 2. En Algérie :

D'après FOA (2016), l'introduction de la culture du quinoa en Algérie ouvre de grandes perspectives de développement. Selon des scientifiques, l'intérêt de cette plante réside dans sa capacité de résistance face à des conditions climatiques extrême (sécheresse, pauvreté des sols, salinité) soulignant son efficacité dans la lutte contre la désertification d'autant plus que le quinoa se développe dans un milieu aride où il pourrait même donner des rendements acceptables (**BOUSSELAOUI,2018**).

Selon l'ITDAS (2017), le quinoa a été introduit en Algérie depuis l'année 2014, cette plante est cultivée à titre expérimental dans huit sites de quatre institutions ayant différentes caractéristiques agro-écologiques. ITDAS (Biskra et El-oued), la récolte à été effectuée de fin décembre pour se poursuivre en janvier. Au niveau des deux sites, le meilleur rendement obtenu en grain est de l'ordre de 26 qx / ha, toutes variétés confondues.

Au niveau INRAA, les essais ont été menés sur deux sites, le meilleur rendement a été enregistré à Adrar (**Récolte mars 2015**) avec 19.4 qx /ha, dont une irrigation d'appoint en période de sécheresse.

5. Classification scientifique de quinoa :

Le quinoa appartient au genre *Chenopodium* qui contient environ 250 espèces. On connaît environ 1800 variétés de quinoa (**Sophie Foucault, 2014**).

Depuis 2009, une nouvelle classification dite phylogénétique (APG III) range le quinoa dans la famille des Amaranthaceae.

Tableau 01: Classification scientifique de quinoa (**Herbillon, 2015**).

Classification de Cronquist (1981)	
Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsidae
Sous-classe	Caryophyllidae
Ordre	Caryophyllales
Famille	Chenopodiaceae
Genre	<i>Chenopodium</i>
Classification APG III (2009)	
Ordre	Caryophyllales
Famille	Amaranthaceae
Nom binomial	
<i>Chenopodium quinoa</i> Willd., 1798	

6. Description botanique et cycle de vie du quinoa:

6.1 . Description botanique :

Le quinoa (*C. quinoa*) est une plante dicotylédone, herbacée, annuelle (**Yazar et İnce Kaya, 2014**), sa longueur entre 50cm et 2m (**Herbillon, 2015**) la couleur prédominante de la plante est verte mais chez les plantes adultes, les couleurs de base sont rouge, pourpre et vert, selon le génotype (**Del Castillo et al., 2008**).

6.1.1 Racine :

Le système racinaire est très robuste (**Herbillon, 2015**). Les racines peuvent atteindre la profondeur de 30 cm (**Herbillon, 2015; Jancurová et al., 2009**). La radicule s'allonge en première, et à partir de laquelle vont se développer des racines secondaires et tertiaires, desquelles se forment des radicelles pouvant également se ramifier (**Figure 03**).



Figure 03: Système racinaire de quinoa (**OUCIF.Z et al., 2018**).

6.1.2 Tige :

La tige de quinoa a une taille comprise entre 0.5 et 1.5 m selon la variété et les conditions de croissance (**Del Castillo et al., 2008**). Une coupe transversale dans le tiers inférieur de la plante au stade de maturité physiologique, montre que la tige principale présente deux formes, une forme cylindrique et une forme angulaire (**Figure 04**) (**Bioversity International et FAO, 2013**).

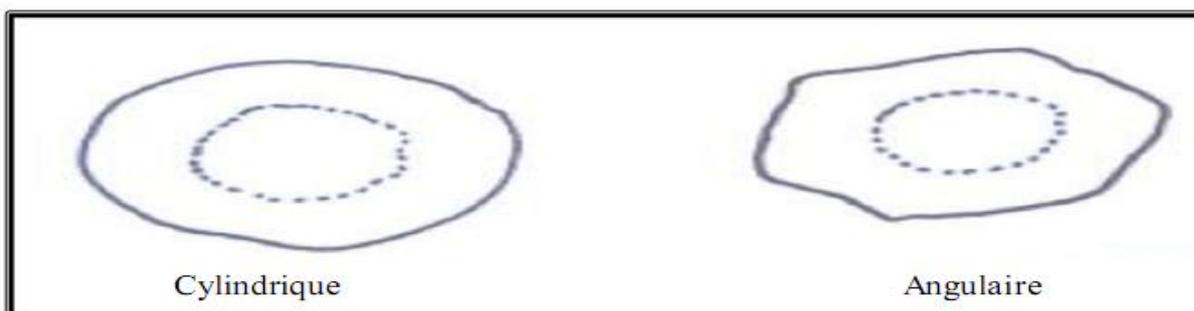


Figure 04: Forme de la tige principale (coupe transversale) (**Bioversity International et FAO, 2013**).

6.1.3 Feuilles :

Les feuilles d'une même plante sont nettement polymorphes (**Bioversity International et FAO, 2013**), les feuilles basales sont grandes et peuvent être rhomboïdales ou triangulaires (**FAO, 2011**). Les feuilles alternes, ont un limbe en forme de losange, de triangle ou lancéolé, plat ou onduleux, charnu et tendre (**Del Castillo et al., 2008**). Elles sont dentées, avec jusqu'à 43 dents sur leurs bords (**Figure 05**). La couleur des feuilles varie du vert au rouge, en passant par le jaune et le violet, selon la nature et l'importance des pigments (**FAO, 2011**).

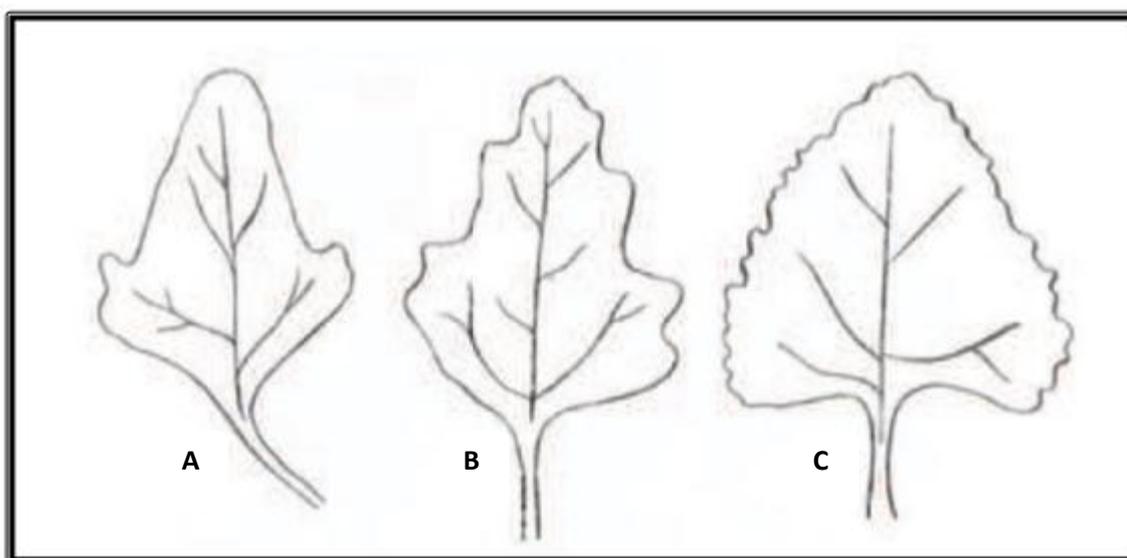


Figure 05: Forme des feuilles (**Herbillon, 2015**).

A) Race du sud du Pérou et de la Bolivie avec peu de dents.

B) Race du centre du Pérou avec 3 à 12 dents.

C) Race du nord du Pérou et l'Equateur avec plus de 12 dents (**Herbillon, 2015**).

6.1.4 Panicule :

Panicules composées considérées comme de faux épis (**Del Castillo et al., 2008**). Qui mesurent de 15 à 70 cm de long (**Lutz et Bascuñán-Godoy, 2017**) et 5 à 30 cm de diamètre (**Yazar et İnce Kaya, 2014**). Il ya trois forme de panicule:

- **Glomériforme:** Caractérisée par la présence de glomérules dans les axes glomérulaires de forme globuleuse (**Bioversity International et FAO, 2013**). Est petits groupes de fleurs issus d'axes tertiaires (**Herbillon, 2015**).
- **Intermédiaire:** Caractérisée par la présence des deux formes (Glomériforme et Amarantiforme).

- **Amarantiforme**: caractérisée par la présence de glomérules directement dans l'axe secondaire de forme allongée (**Bioversity International et FAO, 2013**).

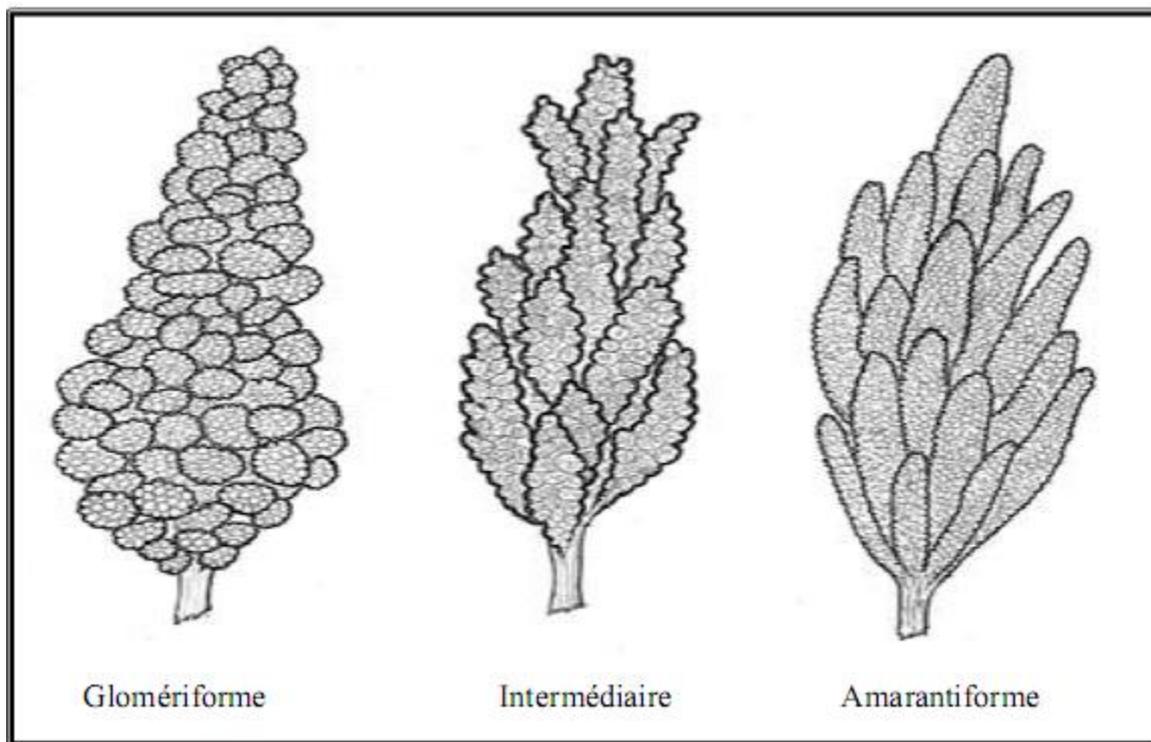


Figure 06: Forme des panicules (**Bioversity International et FAO, 2013**).

6.1.5 Fleur :

Les fleurs, petites, incomplètes (apétales) et sessiles, sont de la même couleur que les sépales. Elles peuvent être hermaphrodites, pistillées ou androstériles. Elles sont composées de cinq étamines à filaments courts soutiennent des anthères basifixes; le style a deux ou trois stigmates plumeux (**FAO, 1994**). Constituées d'un périgonesépaloïdes (cinq sépales), d'un gynécée (ou pistil) avec un ovaire ellipsoïdal. La fleur femelle se compose seulement d'un périgone et d'un gynécée. La taille de la première varie entre 2 et 5 mm contre 2 à 3 mm pour la seconde. Le pourcentage de chacune d'elle dans le glomérule dépend de la variété (**Herbillon, 2015**).

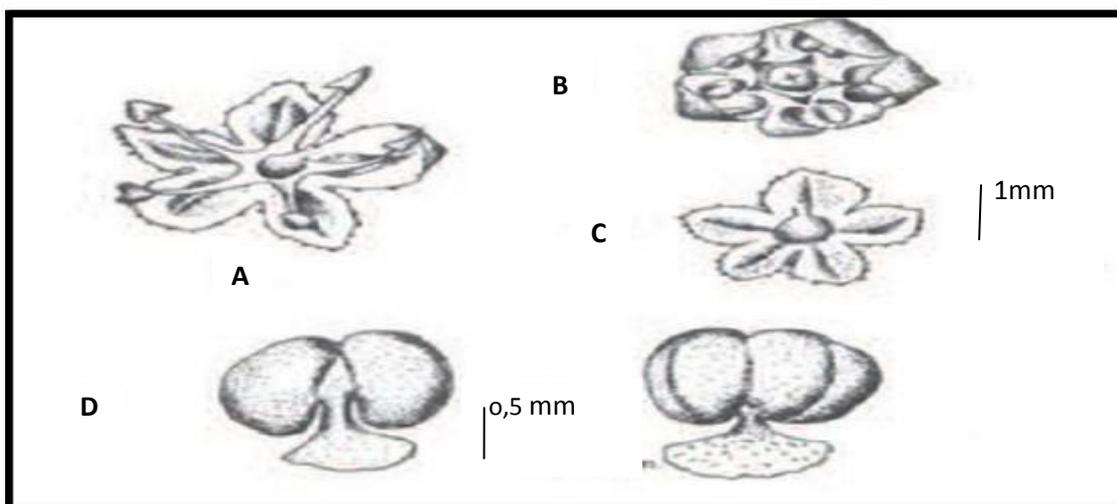


Figure 07: Fleurs hermaphrodites et femelles de quinoa (Herbillon, 2015).

- A) Fleur hermaphrodite en période d'anthèse;
- B) Fleur hermaphrodite avant l'anthèse.
- C) Fleur femelle;
- D) Etamine avant la déhiscence, vue interne et externe, respectivement

6.1.6 Fruit :

D'après (Herbillon, 2015), le fruit est un akène (DelCastillo et al., 2008; FAO, 2011). Un grain pouvant atteindre jusqu'à 2.66 mm de diamètre selon la variété (FAO, 2011), qui pourraient être réparties dans trois catégories de taille: grande taille (2.2 à 2.6 mm). Taille moyenne (1.8 à 2.1 mm) et petite taille (<1.8 mm). Ils sont de couleur blanche, jaune, rouge, pourpre, café ou noire (FAO, 1994), dans lequel l'embryon périphérique entoure le périsperme central (tissus de réserve) et se trouve couvert par le péricarpe et deux assises tégumentaires, la combinaison des couleurs du péricarpe et du tégument de la graine donne la vaste gamme de couleurs que peuvent présenter les panicules. Les bords du grain sont d'une grande valeur taxonomique, car ils sont communément marqués chez les formes cultivées, et plus arrondis chez les sauvages (Del Castillo et al., 2008). En effet, il existe quatre formes de grain (Figure 08).

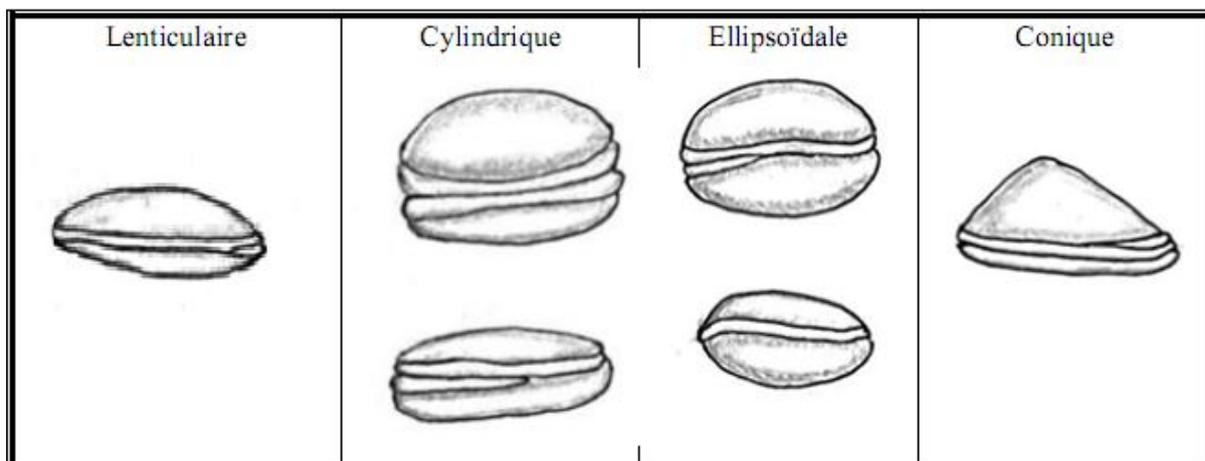


Figure 08: Forme des grains (Bioversity International et FAO, 2013).

6.2 Cycle de vie de plante :

Plusieurs échelles de développement ont été décrites pour le Quinoa, telles que celle de **Espindola (1994)** ou **Mujica et Canahua (1989)**. C'est cette dernière que nous avons choisi de présenter ici, dont ils ont défini le cycle de vie par 12 stades. Les durées indiquées de chaque phase sont des nombres de jours moyens. Un stade est atteint lorsque 50% des plantes sont à ce stade. Les différents stades phénologiques du quinoa sont présentés dans la Figure 09.

6.2.1 Stade levée :

Elle correspond à la sortie de la plantule et au déploiement des feuilles cotylédonaires (germination épigée). Elle se produit entre sept et dix jours après le semis, en conditions de germinations optimales.

6.2.2 Stade deux feuilles vraies :

Les deux premières feuilles vraies apparaissent 15 à 20 jours après le semis, conjointement à une croissance rapide des racines. Elles sont de forme rhomboïdale au contraire des feuilles cotylédonaires, lancéolées. Elles sont très sensibles aux attaques d'insectes.

6.2.3 Stade quatre feuilles :

La deuxième paire de feuilles vraies se déploie 25 à 30 jours après le semis. Les feuilles cotylédonaires sont toujours vertes. La plantule montre dans cette phase une assez bonne résistance au froid et à la sécheresse, mais ses feuilles tendres constituent une alimentation de choix pour les ruminants.

6.2.4 Six feuilles :

L'apparition de la troisième paire de feuilles vraies se produit 35 à 45 jours après le semis, alors que les feuilles cotylédonaire commencent à se flétrir. L'apex végétatif est nettement protégé par les feuilles les plus âgées, en particulier lorsque la plante est soumise à un stress (thermique, hydrique ou salin).

6.2.5 Ramification:

A partir du stade huit feuilles, soit 45 à 50 jours après le semis, on peut observer pour les variétés qui ramifient la présence de bourgeons axillaires jusqu'au troisième nœud. Les feuilles cotylédonaire, jaunies, tombent et laissent une cicatrice sur la tige. L'inflorescence n'est pas encore visible, recouverte et protégée par les feuilles.

6.2.6 Début de formation de la panicule :

L'inflorescence commence à apparaître à l'apex de la plante au bout de 55 à 60 jours, entourée d'une agglomération de feuilles de toute petite taille qui la recouvrent encore en partie. Parallèlement, la première paire de feuilles vraies jaunit et n'est plus photosynthétiquement active. La tige s'allonge et son diamètre augmente.

6.2.7 Panicule :

L'inflorescence est désormais clairement visible au-dessus des feuilles, ainsi que les glomérules qui la composent. Des boutons floraux individualisés apparaissent, 65 à 70 jours après le semis.

6.2.8 Début de floraison :

Les premières fleurs s'ouvrent 75 à 80 jours après le semis. La plante commence à être plus sensible au froid et à la sécheresse.

6.2.9 Floraison :

L'ouverture de 50% des fleurs de l'inflorescence se produit aux environs du 90^{ème} ou 100^{ème} jour. Cette observation doit se faire à la mi-journée, les fleurs se refermant pendant la nuit. C'est durant cette phase que la plante est la plus sensible aux gelées.

6.2.10 Grain laiteux :

Le grain est qualifié de laiteux 100 à 130 jours après le semis, car un liquide blanchâtre en sort lorsqu'une pression est exercée sur le fruit. Un déficit hydrique pendant cette phase peut entraîner une forte diminution du rendement.

6.2.11 Grain pâteux :

L'intérieur des fruits devient d'une consistance pâteuse, toujours de couleur blanche, 130 à 160 jours après le semis.

6.2.12 Maturité physiologique :

Le grain, plus résistant à la pression, est à maturité au bout de 160 à 180 jours, avec une teneur en eau inférieure à 15%. Pendant le remplissage des grains depuis la floraison, la plupart des feuilles ont jauni et sont tombées si bien que la défoliation est presque complète à maturité (**Lebonvallet, 2008**).

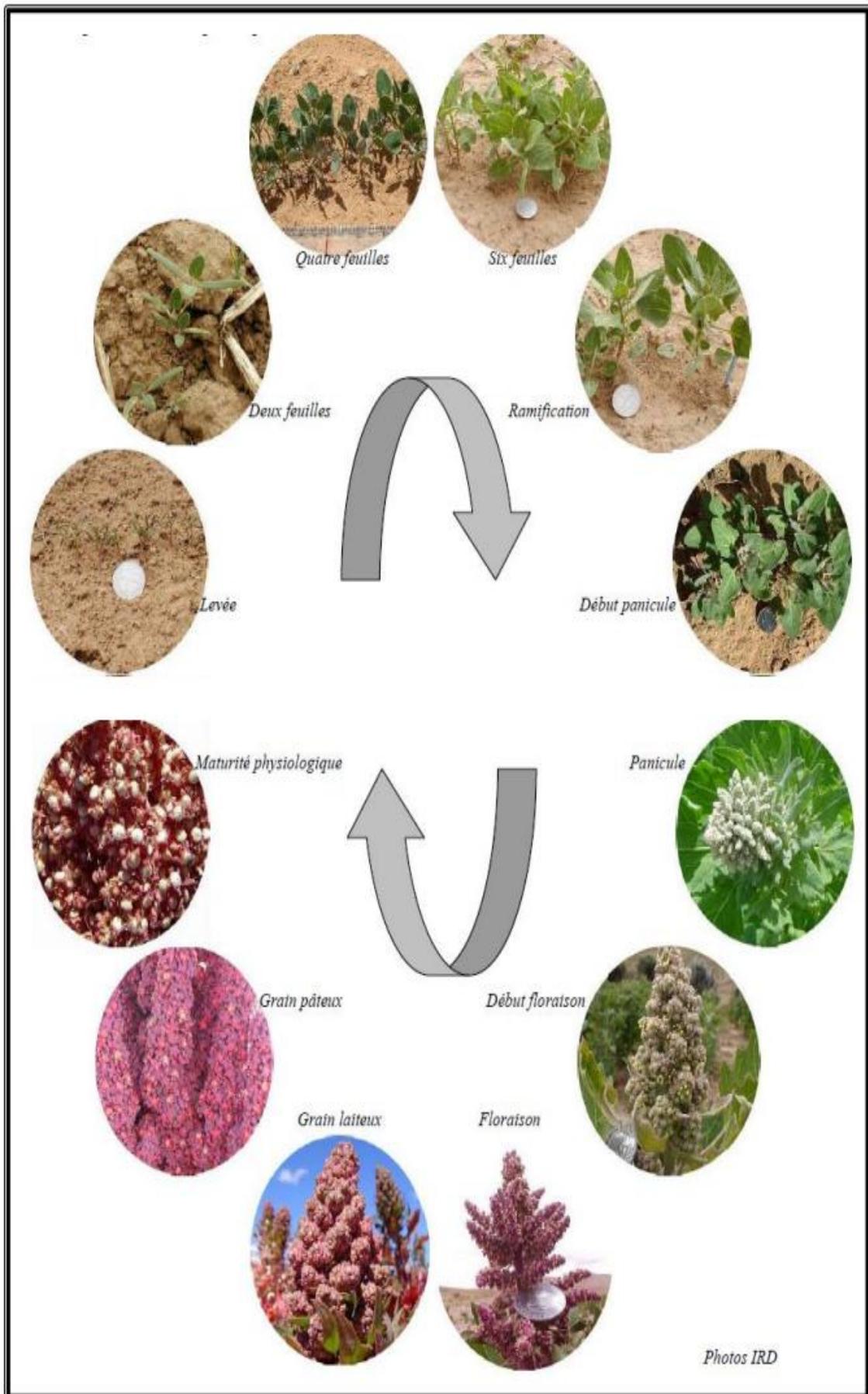


Figure 09 : Phases phénologiques du quinoa (Lebonvallet, 2008).

7. Caractéristiques nutritionnelles :

Le quinoa a un potentiel nutritif important, elle se caractérise par une teneur élevée en protéines : 14 à 21% contre 7 à 12% chez la plupart des autres céréales (blé, riz, maïs, orge, etc.). Ses feuilles peuvent être mangées comme des épinards et ses graines sont très abondantes et petites, comme chez le riz et consommées de différentes manières (**Bhargava et al., 2006**). Toutefois, son principal intérêt nutritif réside dans sa composition équilibrée et complète en acides aminés essentiels (la lysine fait généralement défaut dans les autres céréales) (**Chauhan et al., 1992**). En outre, il offre un contenu en minéraux très supérieur à celui des céréales classiques, en particulier en phosphore, magnésium, potassium et fer (**Tableau 02**).

Enfin, des études récentes indiquent que le quinoa est une excellente source de vitamines, d'antioxydants et d'acides gras (**Dini et al., 2004**). Il n'est donc pas surprenant que la FAO ait choisi le quinoa comme des cultures destinées à garantir la sécurité alimentaire, particulièrement pour les habitants des Andes qui l'ont historiquement cultivée, et qu'aux USA, en Europe occidentale et au Japon, le quinoa soit commercialisé comme un aliment à haute valeur nutritive (**Galwey, 1993**).

Tableau 02 : Valeur nutritionnelle moyenne de quinoa pour 100g (Souci, Fachmann et kraut,2008).

Apport énergétique	
Joules	1415 KJ
Calories	334 kcals
Principaux composants	
Protides	14.8 g
Lipides	5.04 g
Saturés	505.7 mg
Oméga-3	200 mg
Oméga-6	2430 mg
Oméga-9	1300 mg
Eau	12.7 g
Glucides	58.5 g
Fibres alimentaires	6.64 g
Cendres totales	3.33 g
Macro et microéléments (oligoéléments)	
Fer	8.0 g
Magnésium	275 mg
Manganèse	2.8mg
Phosphore	328 mg
Potassium	804 mg
Sodium	9.6 mg
Zinc	505 mg
Bore	0.800 mg
Calcium	80 mg
Chlore	105 mg
Cobalt	0.0031 mg
Cuivre	1.787 mg
Vitamines	
Vitamine B1	0.170 mg
Vitamine B3 (ou PP)	0.450 mg
Vitamine E	4.0 mg

Tableau 03 : Comparaison entre la composition des graines de quinoa et de blé en composés organiques et en cendres (g/100g de matière sèche) (Tapia, 2000).

Composé	Blé	Quinoa
Protéines	12.5	11.0 - 21.3
Lipides	2 - 3	5.3 – 8.4
Glucides	67 - 71	53.5 – 74.3
Fibres	2 - 4	2.1 – 4.9
Cendre	1.5 – 2.5	3.0 – 3.6
Humidité	14.5	9.4 – 13.4

8. Utilisations:

Les principales utilisations du quinoa peuvent être résumées comme suit (Touati, 2018):

***Alimentation humaine :** On peut consommer les graines, les feuilles tendres jusqu'au début de la panicule (teneur en protéines peut atteindre 33% de la matière sèche).

***Industrie alimentaire :** Les grains et la farine de quinoa peuvent servir à la préparation de la plupart des produits de l'industrie de la farine. Le quinoa peut être associé aux légumineuses telles que les fèves, les haricots rouges afin d'améliorer la qualité nutritionnelle.

***Alimentation animale :** La plante entière sert de fourrage vert.

***Utilisations médicinales :** Les feuilles, tiges et graines de quinoa servent à diverses applications médicinales grâce à leurs propriétés cicatrisantes, anti-inflammatoires, analgésiques (mal de dents) et désinfectantes des voies urinaires.

***Autres utilisations industrielles :** Toute une gamme de sous-produits de quinoa sont destinés à l'alimentation, au cosmétique, aux applications pharmaceutiques et à d'autres utilisations.

9. Mise en culture de quinoa:

Le Quinoa est une culture d'automne à cycle court qui entre à maturité après 90 à 125 jours. Les variétés précoces sont généralement recommandées pour les hautes altitudes ou la période favorable à la croissance est courte.

Les graines de taille proche à celle du millet (1.75 à 2 mm) sont produits sur des panicules est sont de forme aplatie sur deux cotés et arrondie autour. Leur couleur varie en

fonction de la teneur en saponine du péricarpe (2 à 6%). L'embryon occupe 60% du volume de l'endocarpe ce qui donne à la graine une richesse en protéine supérieure à celle de toutes les céréales. les différents techniques des semis de quinoa sont site par (**Touati, 2018**):

9.1. Exigences climatique :

Sa culture est bien adaptée à des conditions climatiques froides et arides (**Rodriguez Calle, 2006**). Supporter des températures comprises entre -4°C et 38°C (**Pedersen et Tingvoll, 2013; Lutz et Bascuñán-Godoy, 2017**). Température optimale entre 15°C et 20°C (**Pedersen et Tingvoll, 2013**). Le quinoa est très sensible aux fortes températures au stade floraison; celles supérieures à 35°C peuvent conduire à la dormance et la stérilité du pollen, le gel (-1 à 0°C) (**Cercam, 2014**). Les Précipitations selon la zone agro-écologique et le génotype auxquels la plante appartient, elles varient de 250 mm (zone des salines de Bolivie) à 1 500 mm dans les vallées interandines. Bien que le quinoa fasse preuve d'une forte résistance aux périodes de sécheresse (**FAO, 1994**).

9.2. Exigences édaphiques :

Le quinoa pousse bien sur des sols limono-sableux à sablo-limoneux. En Amérique du sud, le quinoa est cultivé sur des sols peu ou trop drainés, de faible fertilité, très acides ($\text{pH} = 4.8$) ou alcalins ($\text{pH}=8.5$) (**Benhabib, 2005**). Elle est possible sur des sols à alcalinité élevée. (**Rodriguez Calle, 2006**). Le quinoa peut se développer avec une humidité relative allant de 40% à 88% (**Bhargava et Srivastava, 2013**). C'est une plante économe en eau (**Bioversity International et FAO, 2013**). La température optimale du sol pour germination des graines de quinoa est de $8-10^{\circ}\text{C}$ et la profondeur de semis optimale est de 1-2 cm. Il est important qu'une graine humide et bien structurée la préparation du lit car la petite taille des graines augmente la sensibilité de germination (**Yazar et İnce Kaya, 2014**).

9.3. Semis :

Le Quinoa pousse mieux sous des températures basses de 7 à 10°C . La germination a lieu 24 heures après le semis et les jeunes plantules émergent 3 à 5 jours plus tard. Le Quinoa ne germe souvent pas quand la température est élevée. Une semaine de vernalisation à 4°C dans un réfrigérateur améliore significativement le taux de levée.



Figure 10 : Semis mécanique et manuel du quinoa (Kassmi et al.,2018)

9.4. Pratiques culturales :

La préparation du lit de semis est essentielle. Le Quinoa doit être semé en Octobre-novembre comme les céréales d'automne pour profiter de la saison des pluies, des jours courts et de la fraîcheur des températures et aussi pour éviter les grandes chaleurs au stade floraison. En haute altitude, un semis de février convient mieux (Touati, 2018) .

9.5. Mode et dose de semis :

La profondeur de semis doit être située entre 1à 2.5 cm selon le type de sol et son humidité. La taille des graines les rend sensible à la dessiccation en surface et au risque d'asphyxie en profondeur. L'écartement entre lignes est varié avec un minimum de 35cm. Le peuplement d'environ 320000 pieds/ha est optimal sous des conditions favorables de culture. La dose de semis correspondante se situe entre 0.55 à 0.85 kg/ha. La dose de semis doit être doublée sous des conditions de levées contraignantes. Les meilleurs rendements ainsi que des plants moins ramifiés.

9.6. Fertilisation:

Le Quinoa répond positivement à un rapport modéré d'azote. Au Colorado, le rendement maximal est obtenu avec 1.7 à 2 qx d'azote à l'hectare. Un apport excessif d'azote retarde la maturation et diminue le rendement au profit de la croissance végétative (Touati, 2018).

9.7. Exigences de l'eau

La culture de Quinoa tolère le stress hydrique et s'adapte bien aux régions où la pluviométrie annuelle avec irrigation se situe entre 250-400 mm sur des sols limono-sableux ou sablo-limoneux. En deçà, la taille des plantes a amélioré le rendement avec le risque de verse (Touati, 2018).

9.8. Contrôle des mauvaises herbes :

Le contrôle de la mauvaise herbe n'est pas sans difficulté puisque le quinoa pousse très lentement pendant les deux premières semaines et que la majorité des espèces adventices sont des dicotylédones. Les herbicides de réémergence sont les plus préconisées. Le semis tardif favorise la compétition entre espèce puisque la culture de quinoa est déjà bien établie à leur émergence (Touati, 2018).

9.9. Maladies et ravageurs de quinoa :

Les maladies et les ravageurs peuvent apparaître rapidement après introduction de quinoa dans une région, car celle-ci a des agents pathogènes en commun avec la betterave et les épinards (Benhabib, 2005). Les principaux ravageurs et maladies de quinoa sont résumés dans le Tableau ci-dessous:

Tableau 04: Les principaux ravageurs et maladies affectant le quinoa (OucifBedidaet al., 2018)

Agents	Maladies	Symptômes
Champignons		
<i>Sclerotiumrolfsii</i>	Sclerotiniose	La pourriture des semences.
<i>Peronosporafarinosa</i>	Mildiou	Caractérisée par la présence de lésions chlorotiques sur la surface supérieure des feuilles, avec un mycélium blanc ou pourpre sur les surfaces inférieures.
<i>Ascochytahyalospora</i>	tâches foliaires	tâches sur les feuilles et des nécroses de la tige.
<i>Phomaexigua</i>	Phoma	pourriture brune de la tige.
Bactéries		
<i>Pseudomonas sp.</i>	Bactériose	Brûlure bactérienne.
Nématodes		
<i>Heterodera sp.</i>	Nématodes à kystes	Petites boules blanches en forme de citron dans la racine - décoloration jaune de l'extrémité des feuilles. La taille de la racine principale rétrécit alors que se développe un chevelu de racines latérales.
Insectes		
<i>Coleophora versurella</i> <i>Eurysacca melanocampa</i>	/	La larve entoure un petit panier allongé et coloré grisâtre dans les feuilles.

9.10. Récolte :

Les panicules du Quinoa sont similaires à ceux du sorgho. la récolte commence quand les graines se détachent facilement par simple pression entre les mains. Les machines de battage possèdent des filtres à petites mailles à cause de la taille des graines et leur poids léger. En l'absence de machines, le battage est réalisé aisément après séchage des panicules. Le vannage et la séparation gravitaire sont nécessaires pour éliminer les débris.

Avant d'utiliser le quinoa dans la consommation humaine ou animale, les graines sont soit lavées ou polis pour éliminer la saponine du péricarpe. Le polissage est fait à l'aide de machines de polissage du ris ou de blé (Touati, 2018) .



Figure 11 : Récolte du Quinoa (Kablan rabia,*al.*,2016).

10. Variétés du quinoa :

Il existe plus de 1000 variétés de quinoa (Tapia, 2000). Ces variétés peuvent être réparties en cinq groupes selon les adaptations morphologiques et physiologiques particulières qu'elles ont pu développer pour s'adapter à leur environnement.

- **Le premier groupe**, est très différent des quatre autres, et se trouve à basse altitude et proche de la mer, dans un climat pluvieux (1000 à 1500 mm par an).
- **Le deuxième groupe** correspond aux quinoas subtropicaux des vallées humides amazoniennes, entre 1500 et 2000 m d'altitude avec une pluviométrie de 1000 à 2000 mm.
- **Le troisième** se rencontre dans les vallées andines situées entre 2000 et 3500 m d'altitude et qui ont des précipitations modérés (500 à 1500 mm).

- **Le quatrième** contient les variétés « l'Altiplaniques », qui se développe entre 3800 et 4100m d'altitude, aux alentours du Lac ticaca ainsi que sur l'altiplano Nord et centre, avec des précipitations comprises entre 400 et 800 mm par an.
- **Le dernier groupe** contient les variétés proches des « salars », vastes déserts de sel du sud de l'Altiplano bolivien et de la frontière avec le Chili. Les précipitations annuelles dans la région, caractérisée pour un climat aride, ont en moyenne inférieure à 300 mm (Rojas et al., 2010).



Figure 12 : Variétés du quinoa (Kassmi et al.,2018).

11. Physiologie d'adaptation du quinoa aux conditions écologiques extrêmes :

Le quinoa présente des facultés d'adaptation des conditions défavorables du milieu, notamment la tolérance au froid et à la sécheresse (FAO, 1994). Sa rusticité et ses qualités nutritionnelles exceptionnelles justifient d'étudier son fonctionnement biologique, et notamment ses mécanismes d'adaptation aux stress multiples, la compréhension des bases biologiques de cette rusticité peut orienter l'amélioration de quinoa elle-même mais aussi d'autres productions végétales vers la recherche d'une réduction des besoins en intrants et d'une plus grande tolérance à des conditions écologiques extrêmes (Del Castillo et al., 2008).

11.1. Résistance à la sécheresse:

Le quinoa capable de se développer même dans les régions où les précipitations annuelles sont de l'ordre de 200 à 400 mm (Jancurová et al., 2009). Bien que le quinoa

présente divers mécanismes de résistance au stress hydrique, la sécheresse reste un des facteurs les plus courants de baisse des rendements en grain (Del Castillo *et al.*, 2008). Où un stress hydrique a de grand effet sur la floraison et le remplissage des grains (Lebonvallet, 2008). Même si des sécheresses modérées en début de cycle peuvent avoir un effet positif d'endurcissement des plantes (Herbillon, 2015). La résistance à la sécheresse met en jeu différents mécanismes morphologiques anatomiques, phénologiques et biochimiques (Del Castillo *et al.*, 2008).

Tableau 05: Mécanismes de résistance de quinoa à la sécheresse (Del Castillo *et al.*, 2008).

Type des mécanismes	Caractéristiques
Morphologiques	Réduction de taille des plants entières ou des feuilles. Réduction de la surface foliaire par perte de feuilles. Plasticité du développement et de la croissance. Repli des feuilles sur la panicule.
Physiologique	Plus grande résistance stomatique. Récupération rapide des capacités photosynthétiques après une période de sécheresse. Faible taux de transpiration. Concentration sur les organes jeunes de cristaux d'oxalate de calcium réfléchissant la radiation solaire et favorisant la rétention d'humidité atmosphérique. Plus grande vitesse d'absorption d'eau. Plus grande tolérance au sel.
Anatomiques	Plus grand développement racinaire (en densité et profondeur) Réduction du nombre et de la taille des stomates.
Phénologiques	Développement racinaire plus rapide dans les premières étapes de croissance. Asynchronisme dans la phase de floraison. Raccourcissement de la phase de floraison. Développement phénologique plus rapide.
Biochimiques	Présence d'oxalate de calcium dans les feuilles, tiges et panicule. Thermostabilité des cellules. Plus grande production d'acide abscissique (ABA). Translocation des ions K et Ca des cellules stomatiques durant les périodes de sécheresse.

11.2 Résistance au froid :

Les observations au champ ont montré des variétés résistantes jusqu'à -14°C au stade plantule, voire jusqu'à -16 à -18°C durant les premiers stades de croissance. Les phases les plus sensibles sont la mise en place de l'épi, la floraison et le stade grain laiteux. Ont trouvé une baisse de rendement inférieure à 10% consécutivement à un gel de -4°C au stade deux feuilles, mais de 66% lorsque le gel se produit au stade floraison (**Lebonvallet, 2008**). Le quinoa présente une teneur élevée en sucres solubles, ce qui peut provoquer une diminution du point de congélation, et donc contribue à abaisser la température létale du tissu des feuilles. Il a alors été suggéré que le niveau des sucres solubles pourrait être utilisé comme un indicateur de la résistance au gel (**Herbillon, 2015**).

Tableau 06 : Mécanismes de résistance de quinoa au froid (**Del Castillo et al., 2008**).

Types de mécanismes	Caractéristiques
Morphologiques	Chute de feuilles. Réduction de la taille des feuilles. Réduction de la taille de la plante.
Physiologiques	Mouvements des feuilles et de la tige. Osmorégulation de la formation de glace dans l'apoplaste et résistance au sous refroidissement.
Anatomiques	Stomates moins nombreux et plus grands.
Phénologiques	Phases phénologiques plus tolérantes au froid, prolongation ou raccourcissement des phases phénologiques .
Biochimiques	Accumulation de métabolites (sucres solubles, proline et protéines) .

11.3 Résistance à la salinité :

On dit de que le quinoa est un halophyte facultatif, c'est-à-dire quelle peut vivre en milieu salé comme en milieu d'eau douce (**Herbillon, 2015**). Elle est capable d'accumulée des ions salins dans ses tissus afin d'ajuster le potentiel hydrique des feuilles. Cela lui permet de maintenir la turgescence cellulaire et de limiter la transpiration dans des conditions salines, évitant ainsi les dommages physiologiques que pourrait causer la sécheresse (**Lebonvallet, 2008**). Les principaux traits relatifs à la tolérance au sel sont les suivants:

- Un contrôle efficace de l'accumulation de sodium dans le xylème (tissus vasculaire conduisant de l'eau et des nutriments dissous de la racine vers le sommet de la plante, contribuant également à former l'élément ligneux dans la tige) et de la séquestration de sodium dans les vacuoles des feuilles.
- Une plus haute tolérance aux espèces réactives de l'oxygène (molécules de signalisation clés produites en réponse à un stress et déclenchant une variété de réponses de défense des plantes).
- Une meilleure rétention du potassium.
- Et un système de contrôle efficace du développement et de l'ouverture des stomates (**Herbillon, 2015**).

11.4 Résistance aux Vents, neiges, grêles :

De nombreuses variétés altiplaniques et du salar sont relativement résistantes à la grêle, grâce à un enroulement des feuilles, une tige et un épi plus solides, une surface foliaire réduite avec des feuilles plus petites. Certaines peuvent résister à la neige par un système racinaire et une ramification plus importants qui assurent un soutien plus grand de la plante. Enfin, les variétés de petite taille avec une tige épaisse et un système racinaire bien développé peuvent plus facilement résister au vent (**Lebonvallet, 2008**).

11.5 Résistances aux ravageurs, parasites et maladies:

La principale maladie rencontrée chez le quinoa est le mildiou. Les variétés altiplaniques et du salar n'y sont pas toutes résistantes, mais le climat sec n'est pas propice à son apparition (**Lebonvallet, 2008**). Quant aux oiseaux et aux parasites, les graines de quinoa contiennent une forte teneur en saponines, un composant qui les rend moins sensibles à ces attaques grâce à son goût amer et à sa toxicité pour les animaux de petite taille (**Herbillon, 2015**).

CHAPITRE II

Matériel et méthodes

L'introduction de la culture du quinoa en Algérie ouvre de grandes perspectives de développement, en raison de l'adaptation de cette plante associée aux céréales à différents climats, notamment les zones arides, surtout, grâce au besoin faible en eau de la plante durant son cycle de vie. Néanmoins, cette culture reste pratiquée actuellement, à titre expérimental au niveau de différentes régions à l'échelle nationale, la culture de quinoa a donné lieu, ces dernières années, elle est propagée surtout dans le sud Algérien.

Compte tenu de l'importance économique de la culture de quinoa en constituant de bonnes alternatives aux céréales sans gluten, ainsi son efficacité dans la lutte contre la désertification. Nous avons jugé très utile de réaliser une enquête ayant pour objectif de dévoiler le développement et la réussite de la culture de quinoa dans le sud Algérien depuis son introduction en Algérie par la FAO en 2014. Pour cela, nous avons recherché l'extension de cette culture dans les wilayas de Biskra, El Oued, Ouargla et Adrar.

1. Présentation des zones d'étude :

1.1. Localisation géographique :

1.1.1. El-Oued:

La région d'El-Oued est située au Nord-est du Sahara algérien (Bas-Sahara), aux confins septentrionaux du Grand Erg Oriental, entre les parallèles (33° et 34°) Nord, et (6° et 8°) Est. Cette immense étendue sablonneuse se trouve, d'une part, à mi-chemin entre la mer méditerranéenne au Nord et la limite méridionale du Grand-Erg Oriental au Sud, et d'autre part, à égales distances entre le golfe de Gabès à l'Est et l'Atlas Saharien à l'Ouest. La zone est délimitée par :

- La frontière Algéro-Tunisienne (chotts El-Djerid: région de Tozeur) à l'Est.
- Les chotts Melghir et Merouane au Nord (région de Biskra).
- L'Oued-Righ (région de Touggourt) à l'Ouest.
- L'extension de l'Erg Oriental au Sud (**Boulifakh., 2012**).

Les 18 communes de la zone d'étude couvrent une superficie de 11738 km² (**Boulifakh., 2012**).

Oued Souf se trouve à une altitude de 70 mètre au niveau de la mer (**Ouassa, 2014**).

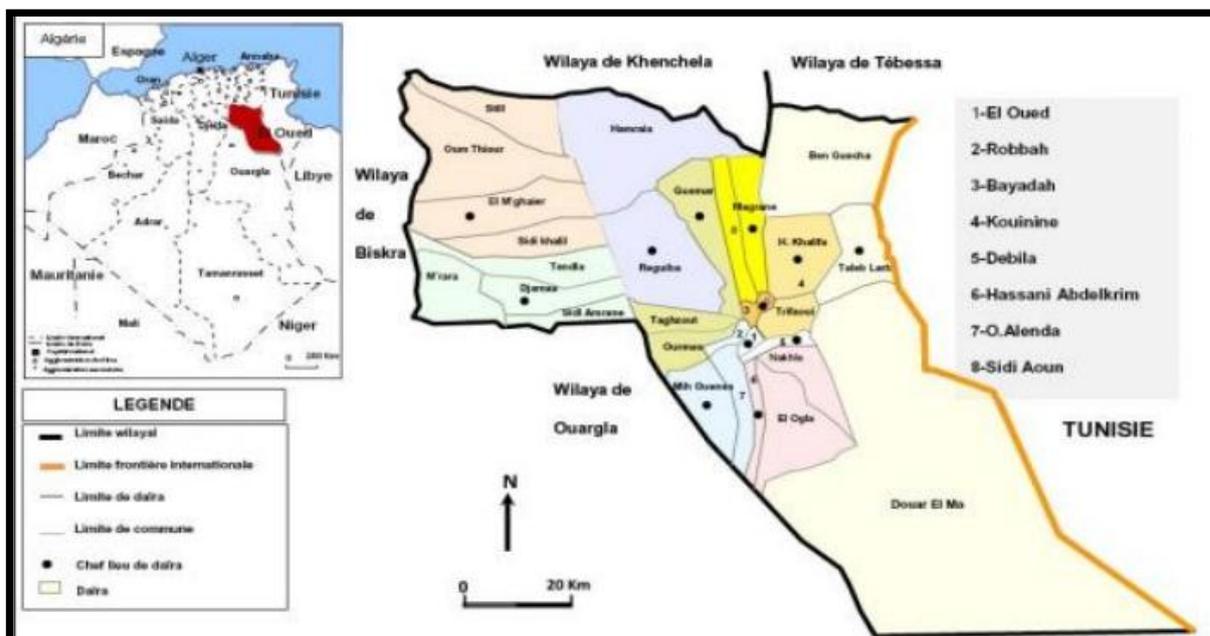


Figure 13 : Carte géographique de la wilaya d'El Oued (Google, 2014).

1.1.2. Biskra:

La wilaya de Biskra commune sous le nom « porte du Sahara » est située au piment sud de l'atlas saharien sur une latitude de 34.8 et une Longitude de 5.73 avec une Altitude de 87 m (TuTiempo, 2010). Sa limite septentrionale est constituée par une barrière naturelle haute et rigide qui entrave l'extension des influences du climat méditerranéen ; ce qui donne à la région un caractère aride vers saharien au sud. La wilaya s'étend sur 21671.20 km² (D.P.A.T, 2005)

La wilaya de Biskra est située au sud-est Algérien à environ 470km au sud –est d'Alger, elle s'étend sur une superficie de 21509.80 km² et compte actuellement 12daïras et 33 communes.

La wilaya de Biskra est limitée :

- au nord par la wilaya de BATNA,
- au nord-est par la wilaya de KHENCHELA,
- au nord-ouest par la wilaya de M'SILA,
- au sud–ouest par la wilaya de DJELFA,
- au sud par EL OUED.

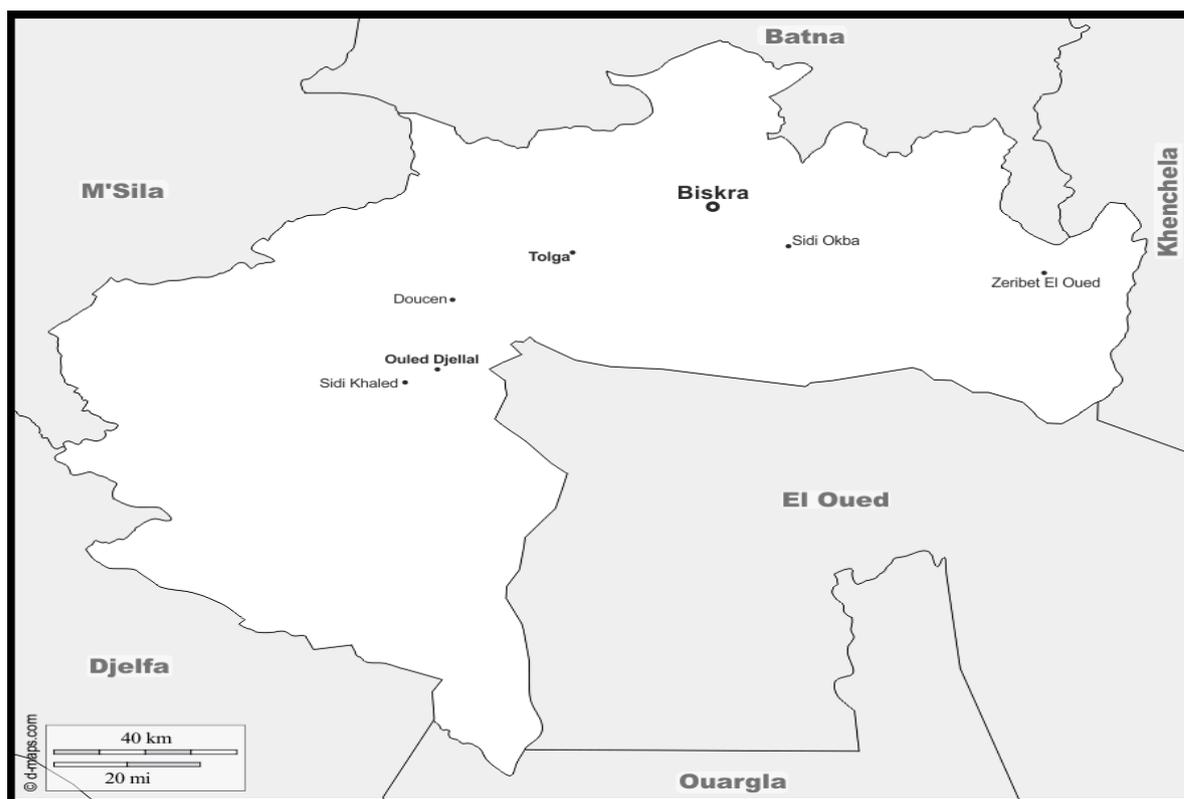


Figure 14: Localisation géographique de la wilaya de Biskra (Google., 2019).

1.1.3. Adrar:

La wilaya d'Adrar se situe au Sud-Ouest algérien dans le Sahara central à une distance d'environ 1543 km de la capitale Alger. Elle couvre une superficie globale d'environ 427971 km² soit 19,97% du territoire national (Dubost, 2002). Elle est limitée par :

- Au Sud le Mali
- Au à Sud-Est par la wilaya de Tamanrasset
- Au Sud-Ouest par la wilaya de Tindouf et la Mauritanie.
- Au Nord par la wilaya d'El -Bayad.
- au Nord-Est par la wilaya de Ghardaïa
- au Nord-Ouest par la wilaya de Béchar

La wilaya d'Adrar est composée de 28 communes regroupées en 11 daïras : Adrar, Fenoughil, Aoulef, Reggane, Timimoun, Zaouietkounta, Tsabit, Aougrou, Charouine, Tinerkouk et Bordj Badji -Moukhtar.

Leur cadre géographique situé entre les coordonnées géographiques :

- Les longitudes entre 00°30' et 00°30' à l'Ouest.
- Les latitudes entre 26°03' et 28°03' au Nord.

Généralement la topographie de la wilaya elle est de forme aplatie, la pente est très faible et l'altitude moyenne est de 222m.

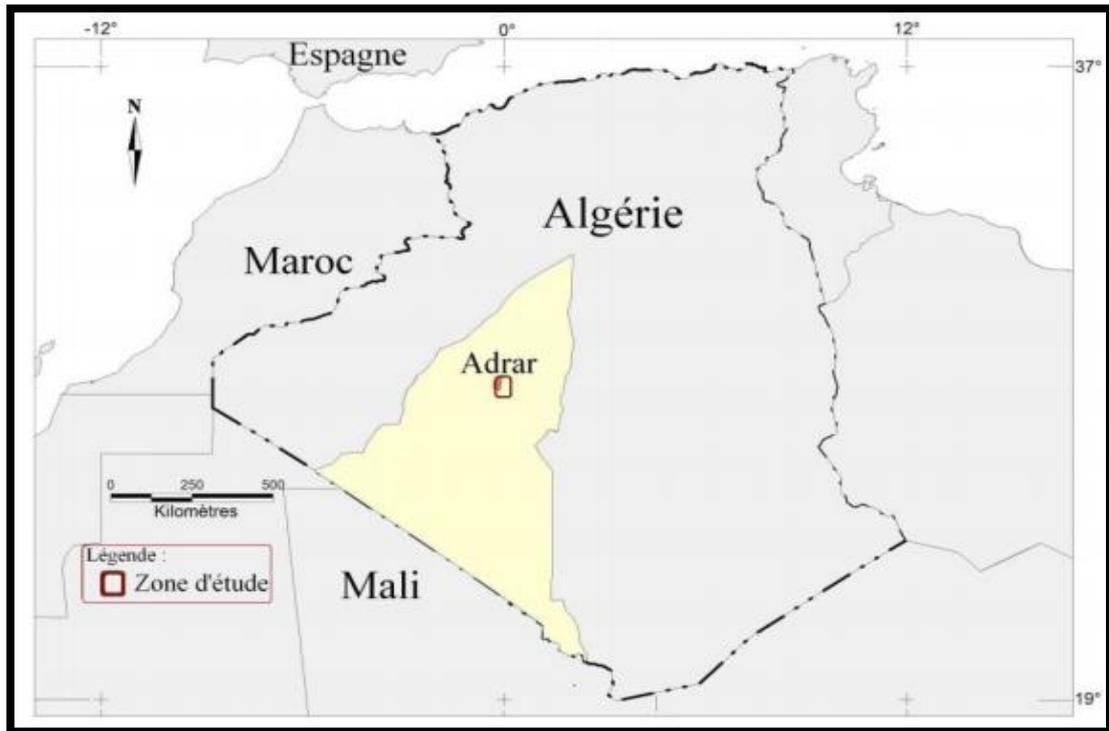


Figure 15 : Localisation géographique de la wilaya d'Adrar (MOUSSAOULI, 2016).

1.1.4. Ouargla:

La wilaya de Ouargla est située dans le Sud Est de l'Algérie, sous les coordonnées de 31°57' Nord, 5°19' Est et sur une altitude de 157 m. Elle s'étend sur une superficie de 163,230 km² (ROUVILLOIS- BRIGOL, 1975) (Figure 16).

Elle est limitée (A.N.D.I, 2013):

- Au Nord-est par la wilaya d'El oued
- Au Nord-ouest par la wilaya de Djelfa
- Au Sud-est par la wilaya d'Illizi
- Au Sud-ouest par la wilaya de Ghardaia

Ouargla se trouve au fond d'une cuvette très large de la basse vallée de l'Oued Mya (Hamdi-Aissa et Girard, 2000).

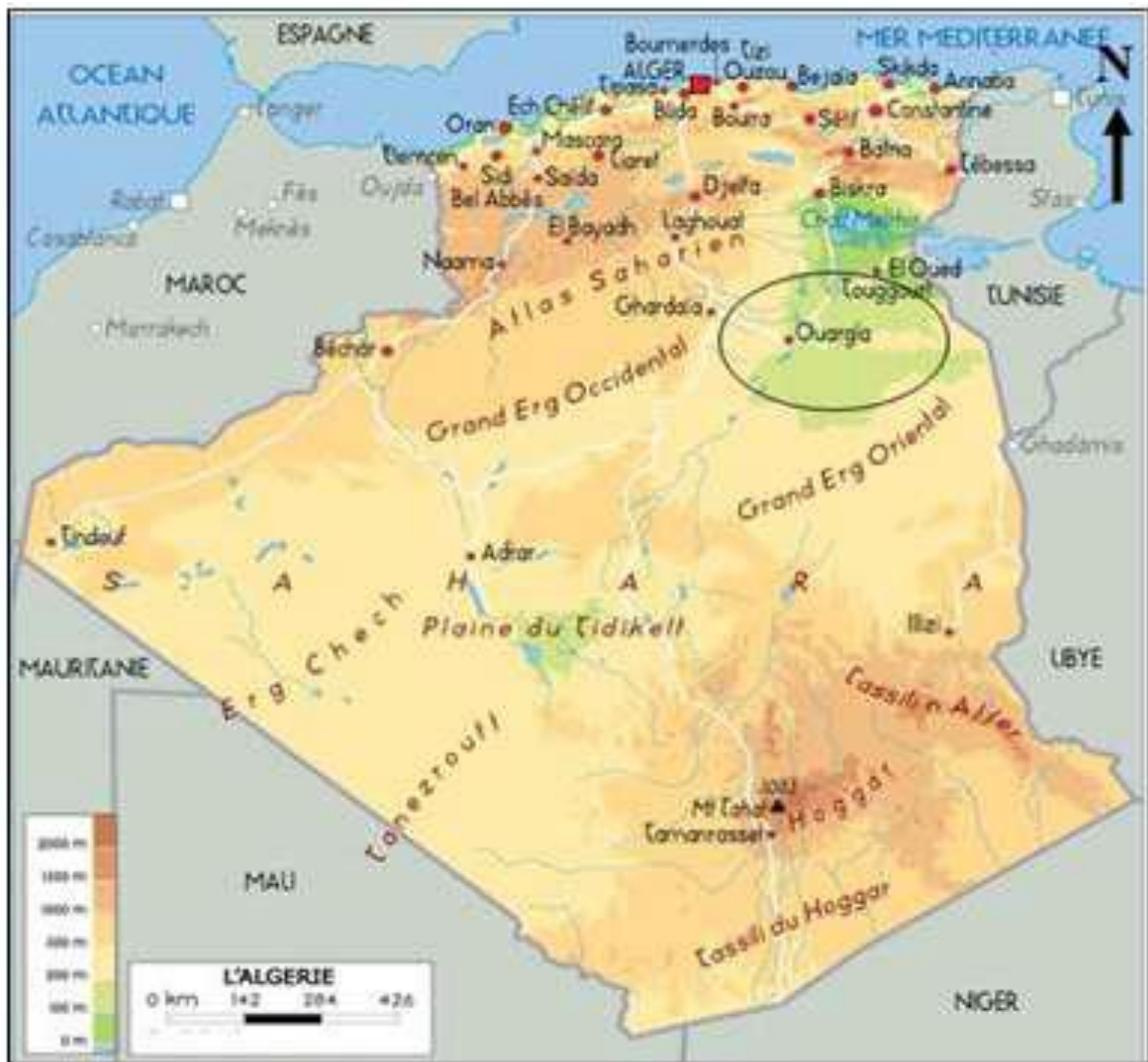


Figure 16: Situation géographique de la wilaya d’Ouargla (ALAL.A;al, 2018).

1.2. Caractéristiques climatiques des zones d’étude :

Les caractéristiques climatiques des zones d’étude sont obtenues pour une période de 11 ans, s’étalant de 2008 à 2018, dont, les principaux paramètres climatiques retenus en considération sont, les précipitations, la température et la vitesse du vent.

Le **Tableau 07** présente les paramètres climatiques des wilayas étudiées (Biskra, EL-Oued, Adrar et Ouargla).

Tableau 07: Paramètres climatiques des wilayas étudiées durant la période 2008 - 2018 (Tu Tiempo, 2019).

Willaya	El-oued					Biskra				
Paramètres Mois	T(C°)			P (mm)	V (Km/h)	T(C°)			P (mm)	V (Km/h)
	TM	T	Tm			TM	T	Tm		
Janvier	18.15	11.97	5.8	8	8.3	17.97	12.74	7.53	19.44	3.5
Février	19.71	13.31	6.89	8	12.3	19.16	13.65	8.08	7.23	4.4
Mars	24.12	17.41	10.64	11	9.6	23.05	17.32	11.62	25.79	4.7
Avril	28.92	21.85	14.85	7	11.5	28.08	21.8	15.53	18.73	4.5
Mai	33.29	26.21	19.11	5	11.2	32.44	26.19	19.90	12.10	4.74
Juin	37.75	30.92	24.39	2	14.4	37.47	30.92	24.43	7.71	3.53
Juillet	42.18	34.67	27.14	0	9	19.19	35.04	28.36	0.92	3.1
Août	40.70	33.69	26.68	1	7.2	40.21	33.92	37.62	3.00	3.3
Septembre	36.11	29.71	23.32	5	7.5	35.28	35.28	23.7	15.29	3.5
Octobre	30.36	23.95	17.31	8	9.8	20.44	23.89	18.26	26.81	3.6
Novembre	23.33	17.07	10.74	11	3.7	22.57	17.41	12.26	15.54	3.8
Décembre	18.64	12.41	6.21	8	3.4	18.39	13.18	7.98	12.15	3.88
Moyenne	29.43	22.76	16.09	/	8.99	26.93	23.44	17.10	/	3.87
Cumul	/			74	/	/			164.7	/

Willaya	Adrar					Ouargla				
Paramètres Mois	T(C°)			P (mm)	V (Km/h)	T(C°)			P (mm)	V (Km/h)
	TM	T	Tm			TM	T	Tm		
Janvier	21.64	13.89	6.14	2	21	19.34	12.26	5.18	8.51	8.15
Février	24.53	16.68	8.73	1.6	23.07	21.47	14.29	7.10	3.94	9.37
Mars	29.11	20.9	12.65	2.1	23.1	25.5	18.02	10.53	5.77	10.11
Avril	34.51	26.1	17.54	2.3	23.9	30.69	22.97	15.25	1.67	11.43
Mai	38.76	30.34	21.92	0.2	24.4	35.40	27.72	20.05	1.79	11.54
Juin	43.16	34.5	25.88	0.5	21.7	40.5	32.66	24.82	0.74	10.4
Juillet	46.47	38.07	29.64	0.1	23.4	34.58	35.72	27.86	0.32	9.30
Août	44.75	36.81	28.84	0.7	22	42.7	35.05	27.40	0.70	9.10
Septembre	40.99	33.44	25.89	2.1	20.2	38.23	30.98	23.73	5.16	9.61
Octobre	34.41	26.92	19.42	2	20.5	31.85	24.64	18.43	6.92	9.63
Novembre	26.95	19.41	11.78	0.7	20.2	24.34	17.31	10.28	2.69	7.5
Décembre	21.92	14.66	7.29	0	20.7	19.52	12.67	5.81	4.01	7.51
Moyenne	33.93	25.97	17.97	/	22.01	31.9	23.69	16.29	/	9.47
Cumul	/			14.3	/	/			42.21	/

T: Température moyenne annuelle.

TM : Température maximale moyenne annuelle (C°).

Tm : Température minimale moyenne annuelle (C°).

P: précipitation totale annuelle de pluie (mm).

V : vitesse moyenne annuelle du vent (Km/ h) .

1.3. Production agricole :

Les principales cultures, Les superficies cultivées, les quantités récoltées pour chaque wilaya sont portées dans le **Tableau 08** :

Tableau 08: Production végétale dans les zones d'étude (**D.S.A El-Oued, Biskra, Adrar et Ouargla, 2018**) .

El-Oued			Biskra		
Culture	Superficie (ha)	Production (Qx/ha)	Culture	Superficie (ha)	Production (Qx/ha)
Phœniciculture	37750	7,231.79	Phœniciculture	43617	10,532.26
Pomme de terre	36200	313.81	Céréaliculture	27334	36.44
Tomates	3130	690.10	Culture maraichère	21548	473.64
Ail	1800	100.00	Arbres fruitiers	8265	42.32
Arachides	3240	30.08	/	/	/
Adrar			Ouargla		
Culture	Superficie (ha)	Production (Qx/ ha)	Culture	Superficie (ha)	Production (Qx/ ha)
Phœniciculture	27400	825	Phœniciculture	3258.69	171200
Blé	13000	45.7	Cultures fruitières	159.42	5269.5
Mais	2800	37	Cultures maraichères	758	51784
Tomates	1128.5	420	Cultures fourragères	610	90155

2. Approche méthodologique :

2.1. Objectif de l'étude :

Notre travail a été réalisé au niveau de quatre régions au sud Algérien ayant pour but de collecter des données sur la culture de quinoa, d'analyser des pratiques, des attitudes, des prises de connaissances et la prise de conscience des agriculteurs par rapport aux dates de semis et type d'irrigation favorable qui donne des meilleurs rendements .

Pour atteindre l'objectif de ce travail, nous avons basée sur une enquête à travers d'un questionnaire soumis aux agriculteurs dans leurs exploitations au niveau de quatre régions.

2.2. Méthodologie de travail :

La méthodologie de travail retenue est résumée par la figure suivante :

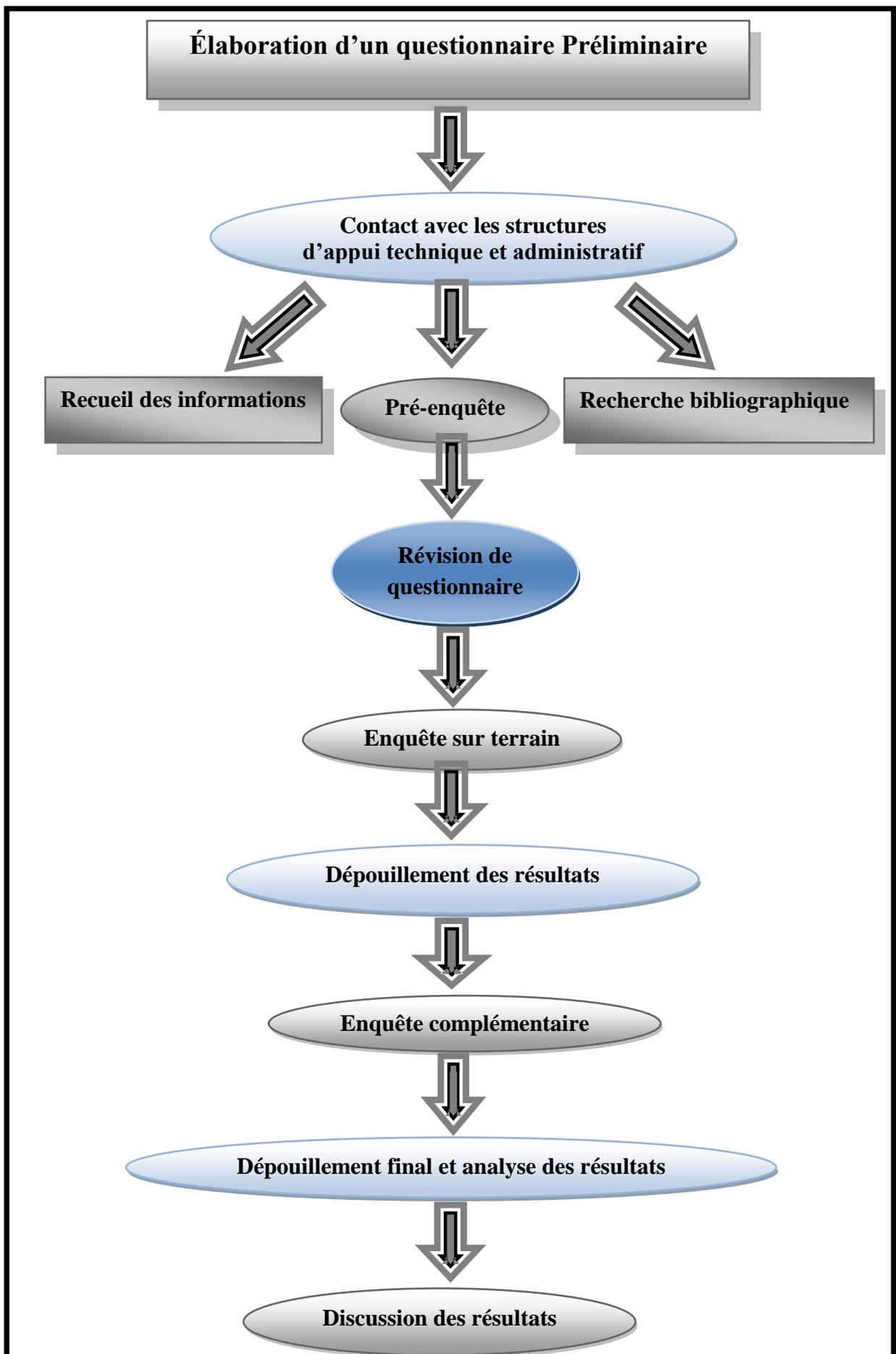


Figure 17: Méthodologie de travail

2.2.1. Prospection ou pré-enquête :

La pré-enquête c'est une phase fondamentale qui consiste à tester le questionnaire préliminaire (pré-test). Elle est donc centrée sur l'évaluation et la correction du questionnaire après des observations préliminaires sur terrain. A partir des données du pré-test, il faut alors élaborer la version finale d'enquête.

Cette première prospection a été faite l'année précédente (Janvier 2018) dans le séminaire internationale du Quinoa dans la wilaya d'El -Oued, qu'il était organisé par l'Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne El-Arfiane (ITDAS). Où on a noté plusieurs contraintes devant les agriculteurs pendant la plantation de cette nouvelle culture.

2.2.2. Fiche d'enquête:

Pour avoir une vision plus précise et afin d'aboutir à une meilleure connaissance sur la culture de quinoa dans les zones d'étude, une fiche d'enquête a été élaborée après plusieurs discussions en collaboration avec les services agricoles et centres des recherches des wilayas El-Oued, Ouargla, Biskra, Adrar et aux membres participants aux séminaires sur la culture de quinoa.

Dans cette étape le questionnaire est utilisé directement sur terrain, on a rempli le questionnaire (**Annexe 01**) en questionnant les agriculteurs directement ou indirectement d'une part, et par des observations directes d'autre part.

Le travail sur terrain a débuté de mois janvier 2019 jusqu'à mois Mai 2019.

Notre enquête est scindée en trois sections essentielles abordant plusieurs aspects en relation avec la culture du quinoa :

Présentation de l'exploitation : localisation, type d'exploitation, superficie de l'exploitation ainsi que la superficie totale de quinoa et niveau d'instruction du gérant.

Mode de conduite de la culture : cette partie prend en considération la culture en place et toutes les techniques culturales (système de culture, variété, type d'irrigation...) qui peuvent avoir une influence sur la productivité et le rendement de la culture de quinoa.

Identification des contraintes de la culture : pour une meilleure représentativité, nous avons retenu tous les contraintes observées dans la culture de quinoa notamment la date de semis, les maladies et les ravageurs qu'ils attaquent à la culture et les moyens de lutte.

2.2.3. Composition et taille d'échantillon :

Ces enquêtes portent sur un échantillon représentatif de la zone d'enquête. On a choisit 20 agriculteurs dans les quatre régions d'études selon leurs disponibilités en culture de quinoa (superficie et production).

La population interrogée des agriculteurs est âgée de 25 à 65 ans avec un niveau d'étude varie entre primaire et étude supérieure.

2.2.4. Traitement et analyse des données :

Les données collectées ont été traitées sous Excel® en fonction des variables notées sur le terrain. Les paramètres statistiques (les moyennes et les pourcentages) ont été calculés et présentés sous forme d'histogrammes et diagrammes.

CHAPITRE III

Résultats et discussion

Notre travail expérimental est basé essentiellement sur une enquête sur la culture de quinoa menée dans 20 exploitations réparties dans le sud algérien. A cet effet, les résultats des différentes sections du questionnaire sont illustrés ci-dessous :

1. Présentation des exploitations et des agriculteurs enquêtés:

1.1. Forme juridique d'exploitation :

La Figure 18, nous informe sur l'état juridique des exploitations enquêtées dont, 16 exploitations sont de forme privée (70%), réparties entre celle de propriété individuelle et celle familiale. Cependant, 04 exploitations sont des exploitations étatiques dont la proportion est de 20%.

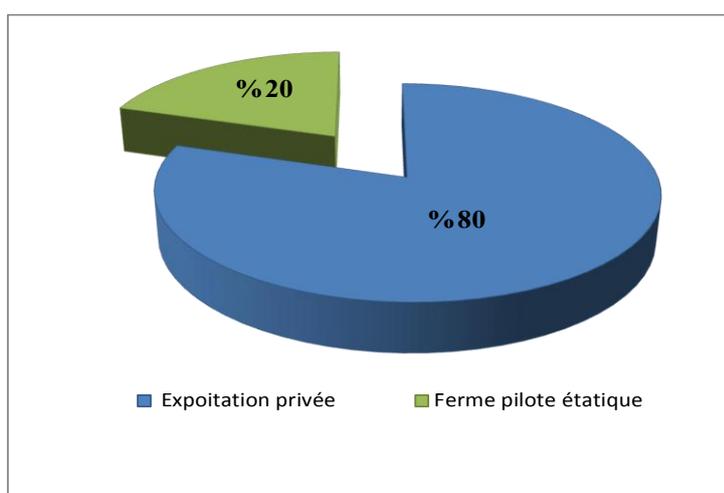


Figure 18 : Etat juridique des exploitations

1.2. Superficie agricole:

La superficie agricole totale des exploitations varie entre 06 à 80 ha, la superficie la plus fréquente est entre 04 ha et 12 ha; alors qu'il est à noter que ces superficies couvertes par la culture de quinoa, sont moyennement faible. Dont la culture de quinoa occupe une superficie totale ne dépasse pas 13,08 % donc environ 17 ha répartis sur les 4 wilayas prospectées (Fig. 19). En effet, ceci est généralement dû à la grande superficie réservée dans ces zones d'étude située au sud d'Algérie aux cultures maraichères, aux céréalicultures et en particulier aux phoenicicultures, qui est une culture prestigieuse compte beaucoup dans le revenu des agriculteurs de ces régions citées.

Par ailleurs, (En-nasery,2018), signale qu'au Maroc cette plante occupe actuellement, une superficie de 150 hectares.

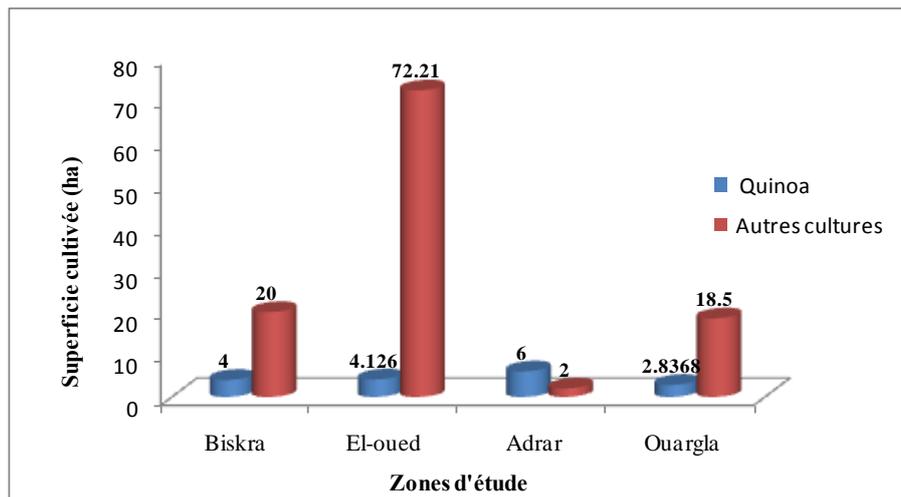


Figure 19 : Superficie agricole occupée par la culture de quinoa

1.3. Classe d'âge des agriculteurs:

D'après la Figure 20, nous constatons que la totalité des agriculteurs des régions étudiées pratiquant la culture de quinoa appartenant à la classe d'âge de 41 à 50 ans avec une proportion de 70 %. Suivi par un taux de 20 % pour ceux qui ont un âge entre 50 et 70 ans. Le faible taux est enregistré chez les agriculteurs dont leurs âges y situant entre 20 et 40 ans. Ceci présente un grand problème pour l'avenir de ce métier où il faut sérieusement, prendre des décisions et des mesures dans le but d'encourager ces jeunes pour aborder ce métier.

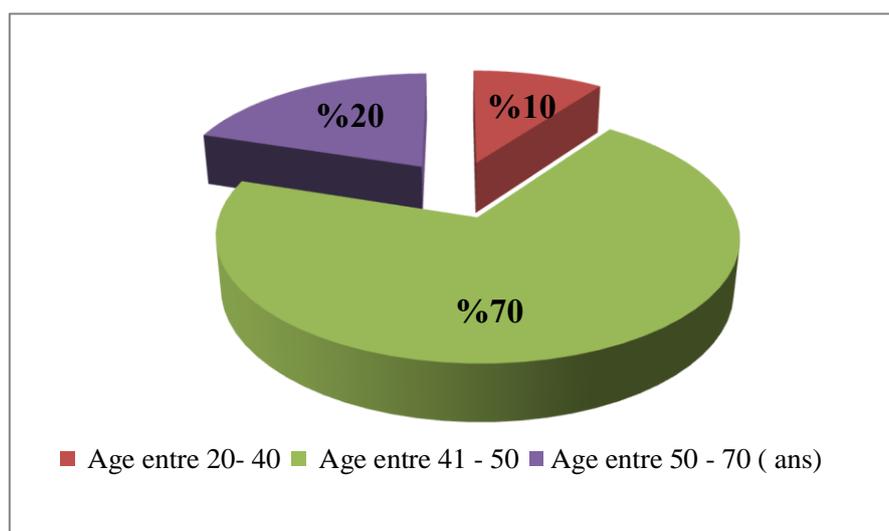


Figure 20 : Classe d'âge des agriculteurs

1.4. Niveau d'instruction des agriculteurs :

Selon, les résultats d'enquête, nous remarquons que 40% des agriculteurs ont un niveau secondaire et 30 % des agriculteurs ont un niveau fondamentale, la majorité de ces catégories ont acquis des formations dans le domaine d'agriculture. Tandis que, un taux 20% des agriculteurs ont eu un niveau de formation supérieure universitaire, de ce fait, cette dernière catégorie pourrait être le noyau ou le moteur du développement dans les zones, mais il faut noter que ces exploitants disposant d'un niveau universitaire n'ont pas attribué leur formation en sciences agronomiques (Fig. 21).

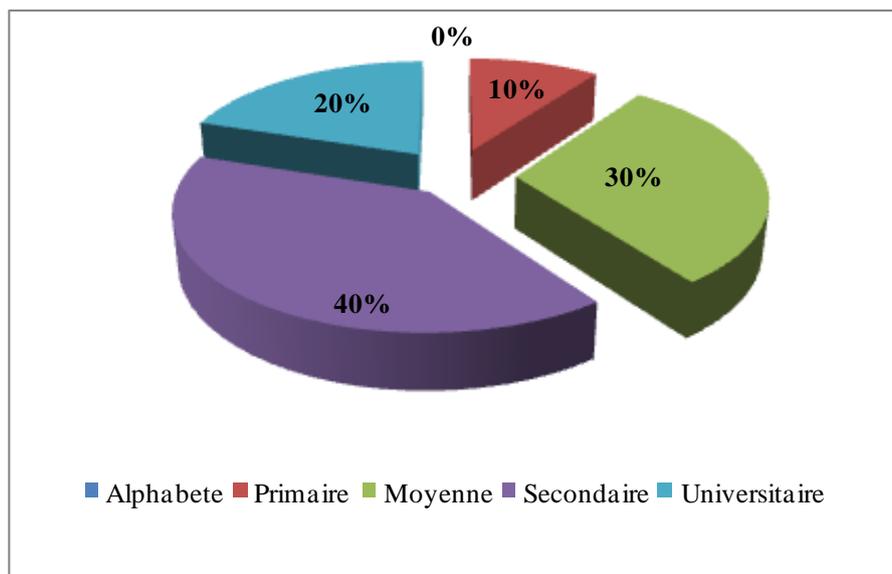


Figure 21 : Niveau d'instruction des agriculteurs enquêtés

2. Pratiques culturales et mode de conduite de la culture en fonction des zones d'étude :

2.1. Type de culture :

D'après les Figures 22 et 23, nous constatons que 70% des agriculteurs des différentes zones cultivent le quinoa en arrière-saison, dans lesquelles, la wilaya d'El Oued a enregistré l'effectif le plus élevé avec un taux de 90 %. Toute fois, 30 % des agriculteurs seulement pratiquent la culture dans sa saison, y compris les wilayas de Biskra, Adrar et Ouargla, dont le taux le plus élevé est noté à Ouargla avec 60 % des agriculteurs de la région. Ces variations observées au niveau de type de culture dans les 4 zones sont probablement dues à la mauvaise maîtrise des agriculteurs de cette nouvelle culture qui est introduite depuis 2014, En outre, ceux-ci sont fortement liées à l'état de culture, qui est jusqu'au aujourd'hui sous test, donc, l'absence d'une fiche technique de la plante adéquate aux conditions des zones d'études.

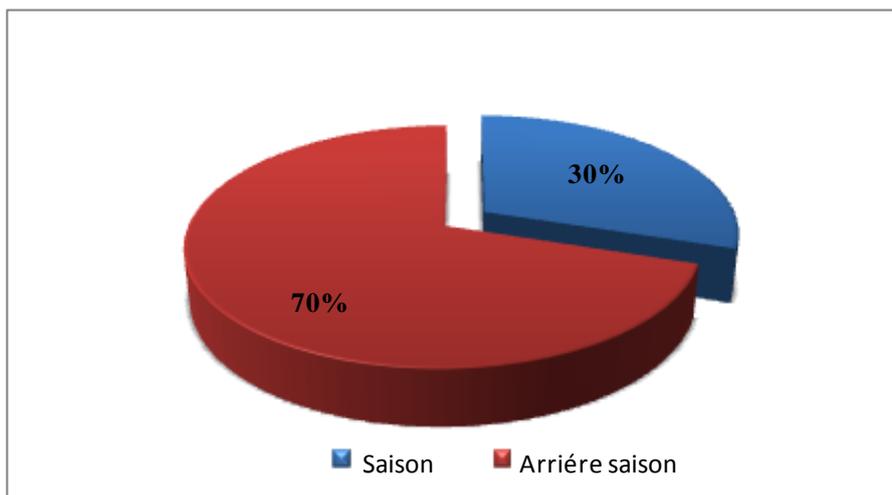


Figure 22 : Type de culture

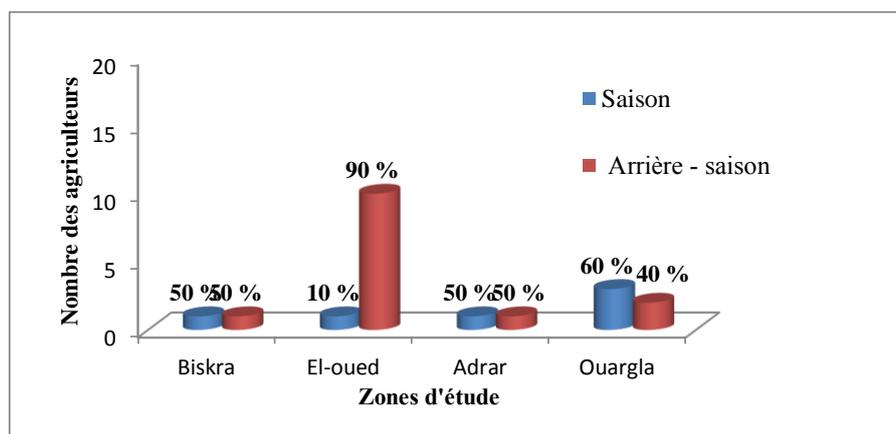


Figure 23 : Type de culture de quinoa en fonction des zones d'étude

2.2. Type de sol :

Les résultats de l'enquête ont permis de déduire le type du sol des exploitations étudiées dans les 4 zones d'étude dont 65% des sols sont de texture sableuse- argileuse, 30% sont de type sableux et 5% à texture argileuse. En effet la texture sableuse – argileuse est considérée comme meilleure texture qui favorise l'amélioration des caractéristiques de la culture de quinoa et en donnant des meilleurs rendements (Fig. 24).

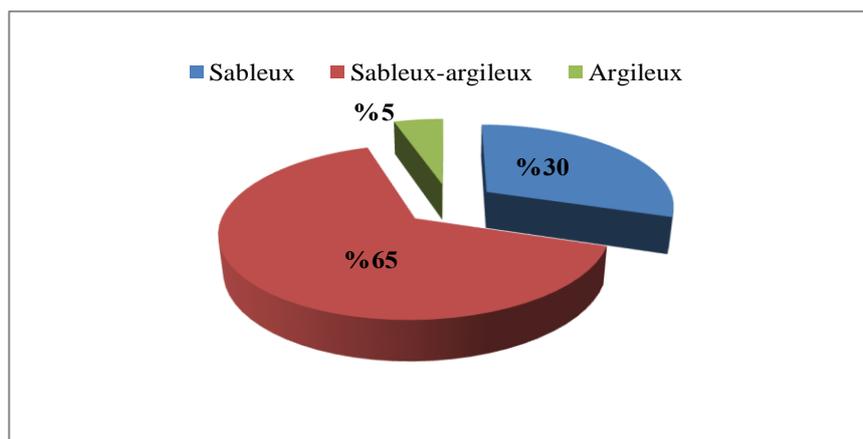


Figure 24 : Type du sol

2.3. Pratique et type du labour :

Les Figures 25 et 26 nous rapportent que tous les sites enquêtés dans les wilayas de Biskra et Adrar pratiquant un labour superficiel avant l'installation de la culture. Ainsi, 90 % des agriculteurs des sites de Ouargla réalisant le labour, dont 75 % parmi eux, effectuant un labour superficiel et 25 % est de type profond.

Par contre, on trouve que seulement 63,63 % d'agriculteurs d'El Oued font le labour. En effet, 57 % d'entre eux pratiquent un labour profond et 42,85 % le font superficiel.

Il nous avéré que la réussite de cette nouvelle culture de quinoa dépend essentiellement à la réalisation des agriculteurs au labour, d'où, ce dernier assure plusieurs avantages tels que l'amélioration de la structure du sol . Un bon moyen de désherbage mécanique, en enfouissant les résidus et les mauvaises herbes se trouvant en surface, ce qui réduit les chances de repoussent de celles-ci. En outre, il participe dans la destruction des ravageurs de culture croissant dans le sol.

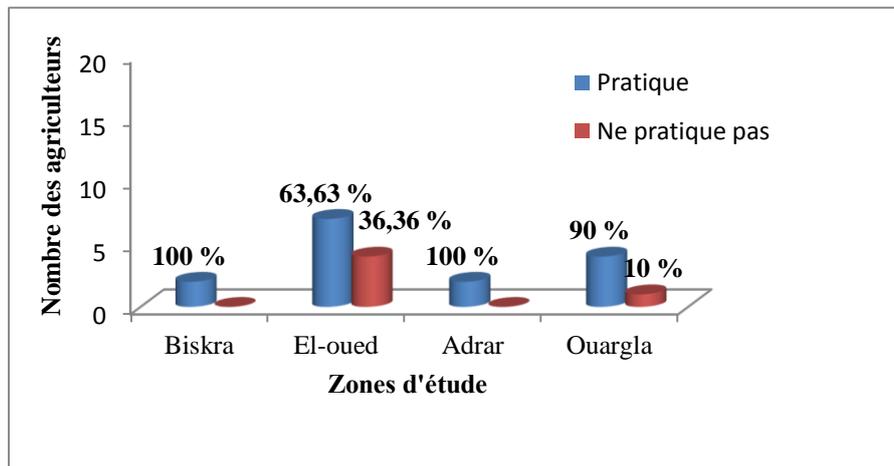


Figure 25 : Réalisation de labour

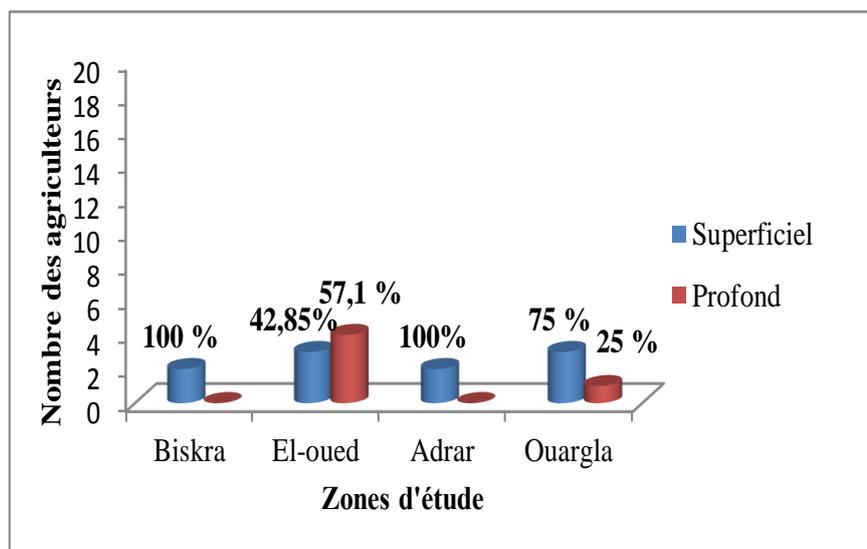


Figure 26 : Type de labour

2.4. Amendement et fertilisation :

2.4.1. Amendement minéral :

La Figure 27 indique que l'amendement minéral n'est pas appliqué dans toutes les exploitations des wilayas prospectées dont 55% des agriculteurs font cet amendement contre 45 % ne le font plus. Alors qu' à Adrar, 100 % d'agriculteurs appliquant un amendement minéral du sol. Tandis que, 63,63% des agriculteurs des exploitations d'El Oued le font. Cependant, on observe que 50 % des agriculteurs à Biskra amendent leurs sols par la fertilisation minérale.

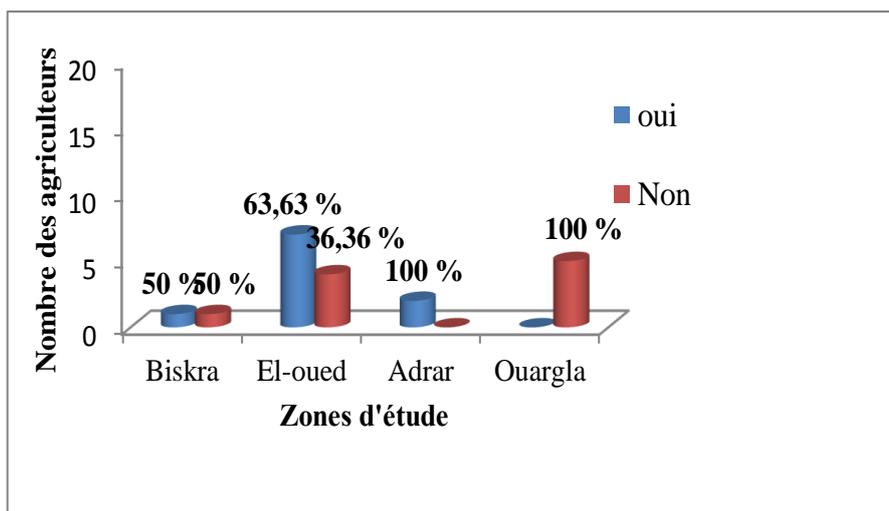


Figure 27 : Amendement minéral

2.4.2. Amendement organique :

La Figure 28, nous renseigne que 55 % des agriculteurs ne réalisent aucun amendement organique et seulement 45% qui le font, ces taux sont variables selon les zones d'étude. Alors que 100% des agriculteurs de la wilaya de Biskra appliquent un amendement organique, suivi par les agriculteurs d'Ouargla avec un taux de 90 %. Cependant, ceux de la wilaya d'El Oued 54,54% d'entre eux fertilisent leurs sols. En revanche, les agriculteurs de Adrar ne font aucun amendement organique durant la culture de quinoa.

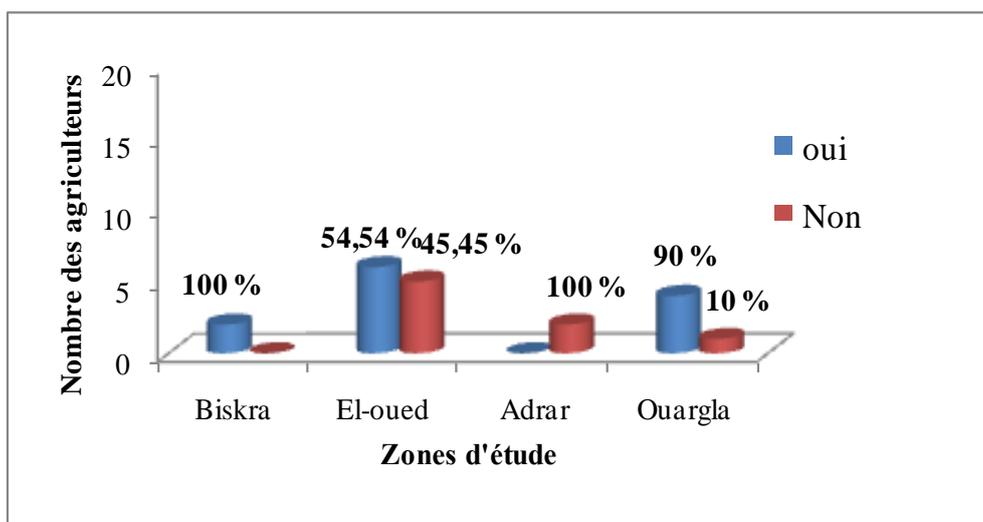


Figure 28 : Amendement organique

En effet, l'apport d'amendements et d'engrais est impératif pour la culture de quinoa car les amendements servent à améliorer l'état physique, chimique et biologique du sol, en favorisant

le maintien d'une bonne structure. Ils sont incorporés à la plantation et lors du travail du sol annuel.

Alors, notre enquête révèle également que les engrais azotés, phosphorés et potassique (NPK) sont les plus utilisés par les agriculteurs.

Par ailleurs, l'utilisation du fumier a une grande influence sur l'amélioration des rendements des cultures de quinoa, dont notre enquête montre la dominance du fumier ovin (55%) et de feinte de volaille (30%) et un nombre très réduit des agriculteurs qui utilisent le fumier des bovins (15%).

2.5. Variétés cultivées :

La variété la plus cultivée dans les exploitations étudiées est celle de Q103. Cette dernière est cultivée dans 72,72% des parcelles d'El Oued, 50% des parcelles de Adrar et de 100% des parcelles de Ouargla, elle est suivie par la variété ; Q102 avec respectivement 63,63 %, 50 % et 80 % et aussi, la variété Q101 qu'est cultivée dans toutes les parcelles de Biskra (100 %), 63,63 % des parcelles d'El Oued et 40 % des parcelles de Ouargla et enfin la variété Giza qui est cultivée uniquement dans 54,54 % des exploitations d' El Oued et 40 % à Ouargla (Fig. 29).

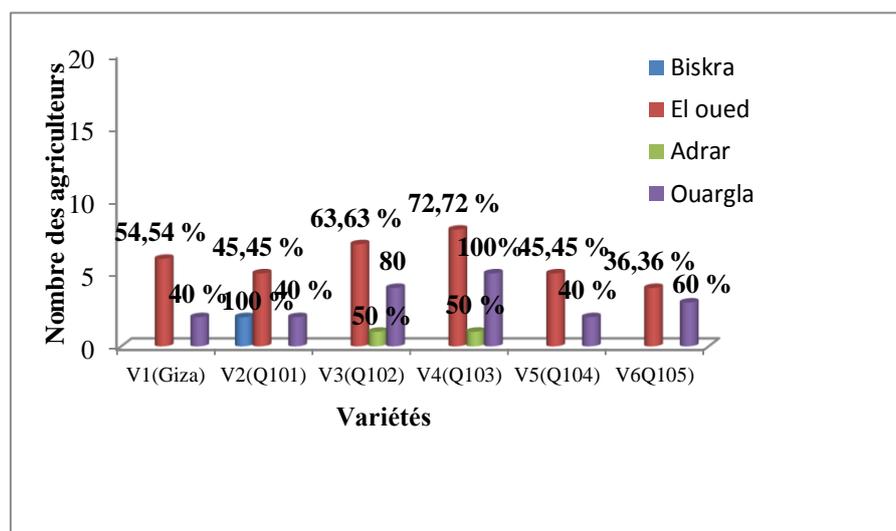


Figure 29 : Variétés cultivées

Globalement les semences cultivées sont d'origine de Pérou dont Q101 : Amarilla Maragami, Q102 : Amarilla sacaca, Q103 : Blancade Jumin, Q104, Q105 et variété Giza qui est d'origine d'Egypte, on remarque que les variétés les plus cultivées dans ces zones d'études sont les Q103 et Q102, alors que cette dernière est caractérisée par une plus forte capacité de

ramification par apport aux panicules, tandis que la ramification des plantes est indésirable pour la production des grains de quinoa. De même, selon (TOUATI,2018), les meilleurs rendements sont ceux obtenus à partir de la variété Q102 avec 26,22qx/ha. Cette dernière est considérée relativement tardive. Toute fois, le même auteur, rapporte que la variété Q102 atteint un taux de levée de 85% et une faculté germinative de 95%. Alors que, (Prommark,2014), désigne que le taux de levée est une caractéristique variétale. Cet auteur a enregistré dans un travail précédent mené sur cinq variétés de quinoa, un maximum de taux de levée de 59,8% et un minimum de 3,5%.

2.6. Source d'approvisionnement en semence :

Les semences utilisées dans les campagnes sont majoritairement originaire de l'ITDAS (60%), surtout durant les 3 premières années de l'introduction de la culture de quinoa dans le sud Algérien grâce aux institutions d'agriculture. Alors que, 40 % d'agriculteurs ont pu avoir leurs propres semences à partir des productions précédentes (Fig. 30)

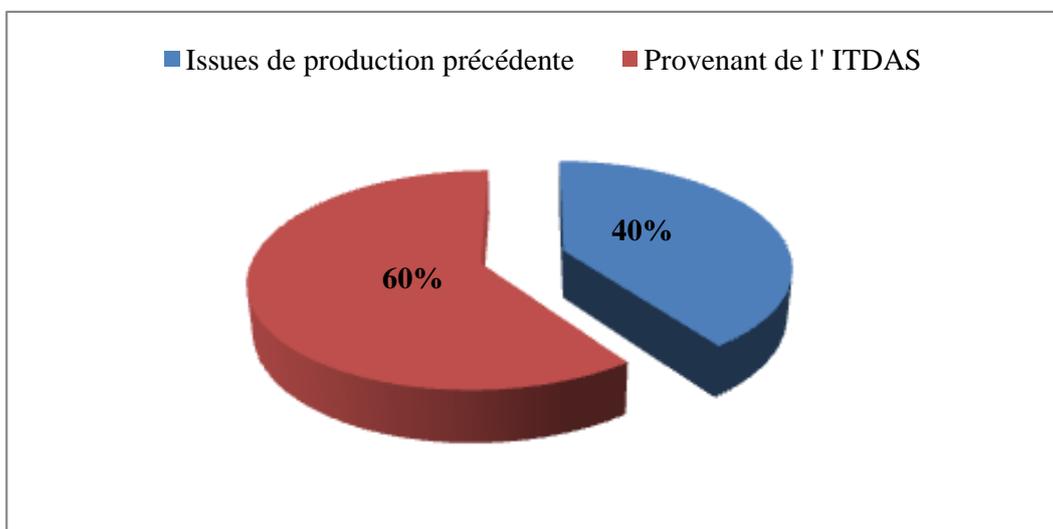


Figure 30 : Origine des semences de quinoa

2.7. Type de semis :

D'après l'enquête, on remarque que la plupart des agriculteurs dans toutes les zones prospectées pratiquent un semis manuel (90 à 100 %) et 10 % des agriculteurs d'El Oued adoptent un semis mécanisé. Vraisemblablement, ceci est lié à la petite taille des graines de quinoa, qui n'exigent pas un semis profond pour réussir la germination à des taux élevés (Fig. 31).

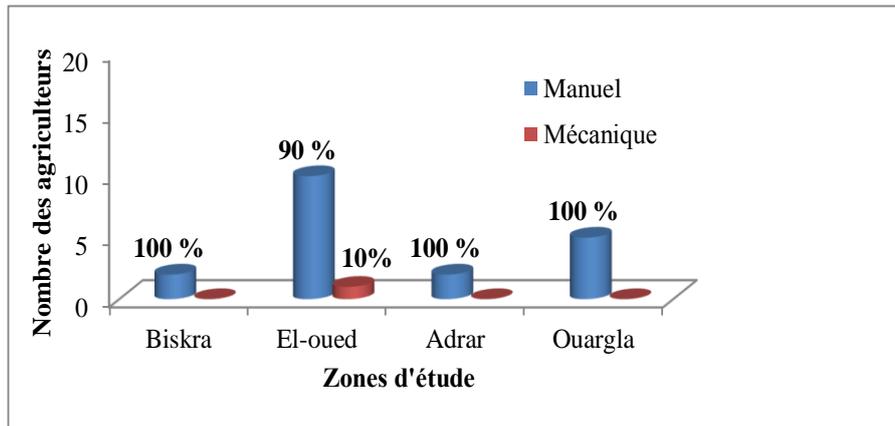


Figure 31 : Type de semis

2.8. Système d'irrigation :

D'après la Figure 32, le système d'irrigation le plus utilisé dans les quatre wilayas est le système de goutte à goutte (100 % à Adrar, 63,63 % à El Oued, 50 % à Biskra et 40 % à Ouargla). Suivi par l'aspersion (50% à Biskra, 40 % à Ouargla et 27,27 % pour les exploitations d'El Oued). En dernier, nous remarquons que 20 % des agriculteurs d'Ouargla irriguent la culture de quinoa par submersion et 9, 09 % des agriculteurs d'El Oued le font. Dans le même contexte, l'étude comparative de l'utilisation de deux systèmes d'irrigation décèle que le système goutte à goutte assure les besoins en eau de quinoa, par contre la quantité de l'eau exploitée par le système d'aspersion est supérieure à celle indiquée dans la bibliographie (Allali, 2018).

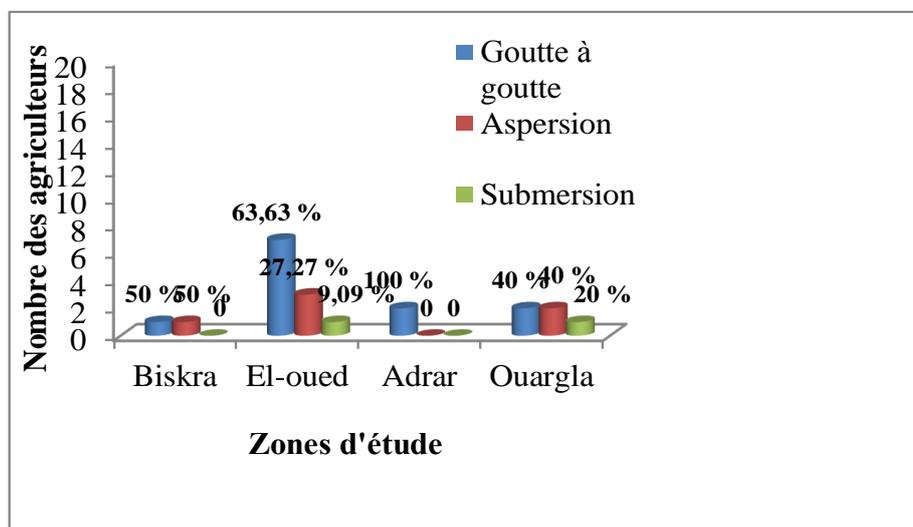


Figure 32 : Système d'irrigation

2.9. Désherbage :

La Figure 33, montre que 60 % des agriculteurs font un désherbage contre 40 % ne le pratiquent pas. La grande proportion des agriculteurs réalisant le désherbage est ceux de Biskra et Adrar avec un taux 100 %, suivi par les agriculteurs d'El Oued dont 54,54 % d'entre eux le pratiquent, le faible taux est enregistré à Ouargla d'où 40 % seulement d'agriculteurs font un désherbage. Toute fois, le contrôle de mauvaises herbes n'est pas sans difficulté puisque le quinoa pousse très lentement pendant les deux premières semaines et que la majorité des espèces adventices sont des dicotylédones. Alors que, le semis tardif favorise la compétition entre les espèces puisque la culture de quinoa est déjà bien établie par rapport à l'émergence des plantes adventices. Dans notre cas plusieurs mauvaises herbes ont été observées sur les sites enquêtés de notre culture (du stade germination jusqu'à la récolte).

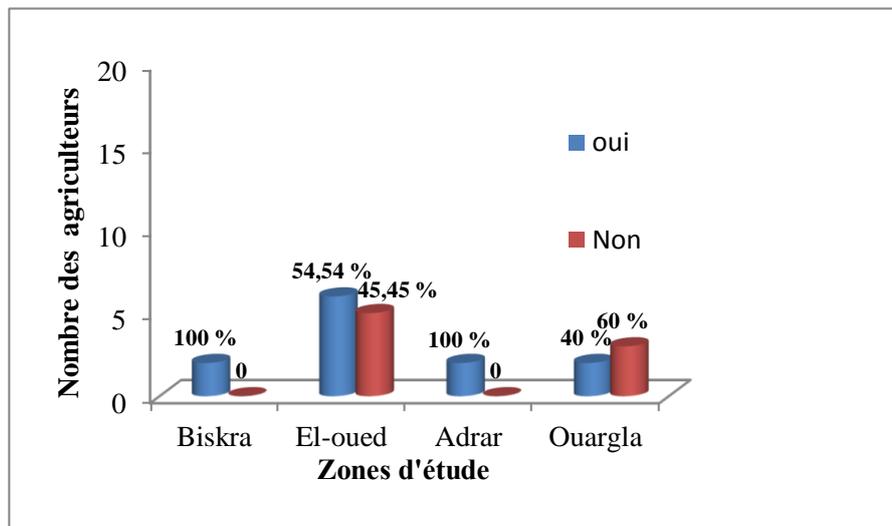


Figure 33 : Désherbage

2.10. Maladies et ravageurs :

L'enquête menée sur terrain a permis de repérer les principaux problèmes sur la production chez la culture de quinoa.

De ce fait, selon les réponses sur les connaissances des maladies et ravageurs des cultures, la totalité des agriculteurs ont cité les maladies les plus répandues au niveau de leurs exploitations (champignon seulement) et quelques ravageurs (oiseaux, acariens et insectes) avec des proportions faibles pour les exploitations d'El oued, qui sont infestées par des insectes et acariens avec un taux de 9,09%, alors que, nous constatons que 50% des sites enquêtés dans la wilaya de Biskra souffrent d'insectes ravageurs tels que les noctuelles, cependant, les 20% des parcelles de Ouargla présentant des infestations d'acarien et des

attaques des oiseaux. En effet, afin de limiter les dégâts causés par ces problèmes phytosanitaires, les agriculteurs utilisent une gamme de pesticides qui se diffère d'une région à l'autre, dont la plupart d'eux utilisent la lutte chimique (insecticide et fongicide), ainsi, ils emploient des moyens mécaniques notamment pour combattre les oiseaux, comme l'épouvantail et les messages sonores.

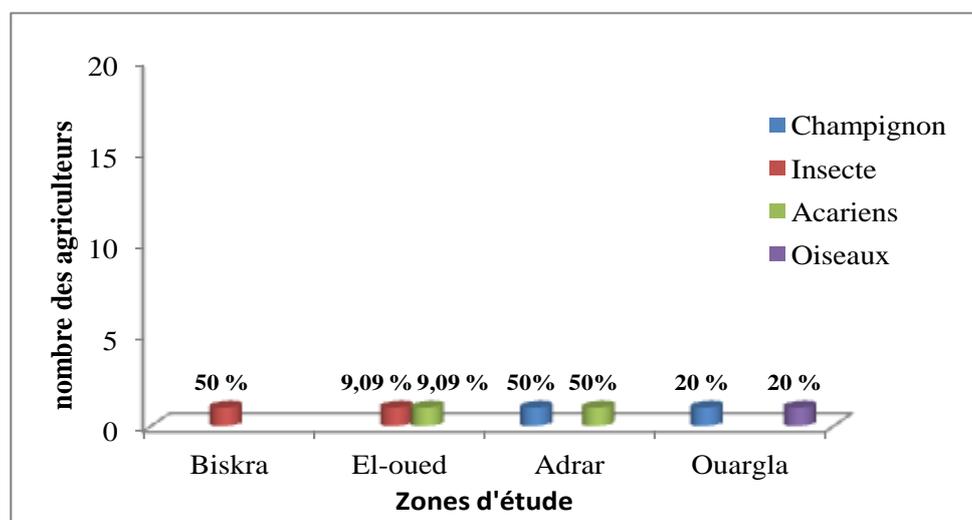


Figure 34 : Maladies et ravageurs affectant la culture de quinoa

2.11. Type de récolte :

D'après la Figure 35, nous décelons qu'il existe deux types de récolte, une récolte au temps et une récolte tardive dont la date de récolte varié d'une zone à une autre. Toute fois, nous trouvons à Ouargla et a Biskra que 80 à 50 % des agriculteurs récoltent leurs grains dans la période normale de récolte et une proportion de 20 à 50% le font tardivement, la même chose pour les parcelles d'El Oued (45, 45% récolte normale contre 54,54 % récolte tardive). Par contre, tous les agriculteurs de Adrar récoltent leurs produits tardivement, il est fort possible que cette variation de date de récolte est liée à la date de semis qu'est jusqu'au aujourd'hui male connue. De même les conditions climatiques et édaphiques des zones d'étude peuvent influencer sur la date de récolte. D'autre part, le choix des variétés joue également un rôle important sur les périodes de récolte (précoce, de saison et tardive).

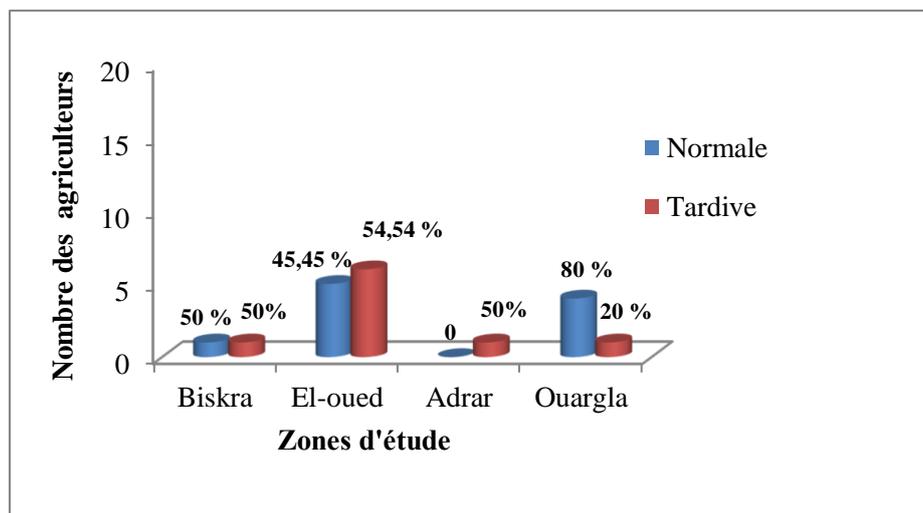


Figure 35 : Type de récolte

2.12. Rendement :

La production de quinoa diffère d'une région à une autre, dont le rendement le plus élevé est enregistré à Adrar avec 45qx/6ha, suivi par Biskra qui avec une production de 29 qx/4ha et enfin les parcelles d'El Oued et de Ouargla ont donné un rendement 24,43 et 24,93% respectivement (Fig. 36).

Au Maroc, la culture de quinoa est introduite depuis 1999, actuellement, ses centres de recherche prévoient une production de 30 tonnes (**En-nasery, 2018**). **Alors que**, dans certaines régions d'Iran où le climat est similaire à quelques régions d'Algérie, la culture de quinoa, introduite il y a quatre ans à partir d'espèces importées de Bolivie, a déjà donné d'excellents résultats (**APS, 2014**).

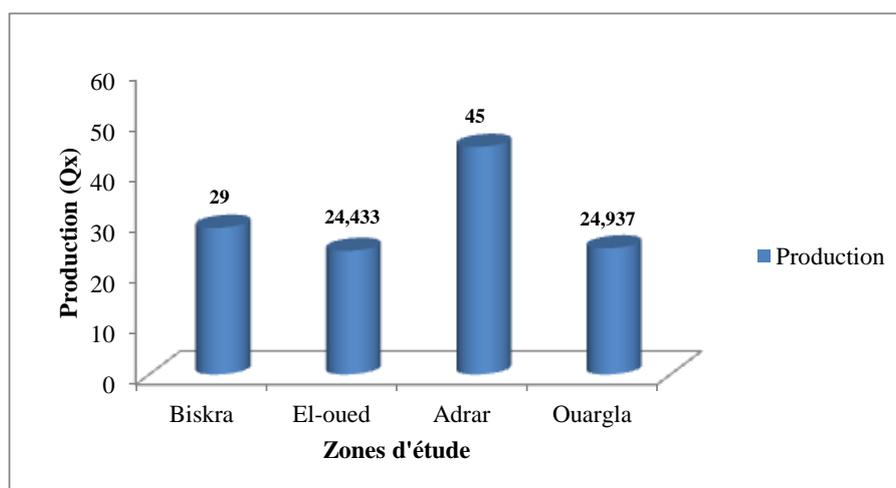


Figure 36 : Rendement en quintaux de la culture de quinoa

2.13. Stockage :

A partir de la Figure 37, on remarque que tous les agriculteurs font un stockage contrôlé à l'aide des mesures simples (en gars propre, sec et désinfecté), tout en assurant le bon conditionnement de quinoa afin de protéger leur récolte et préserver la faculté germinative des grains qui vont être ensemencés dans la prochaine campagne.

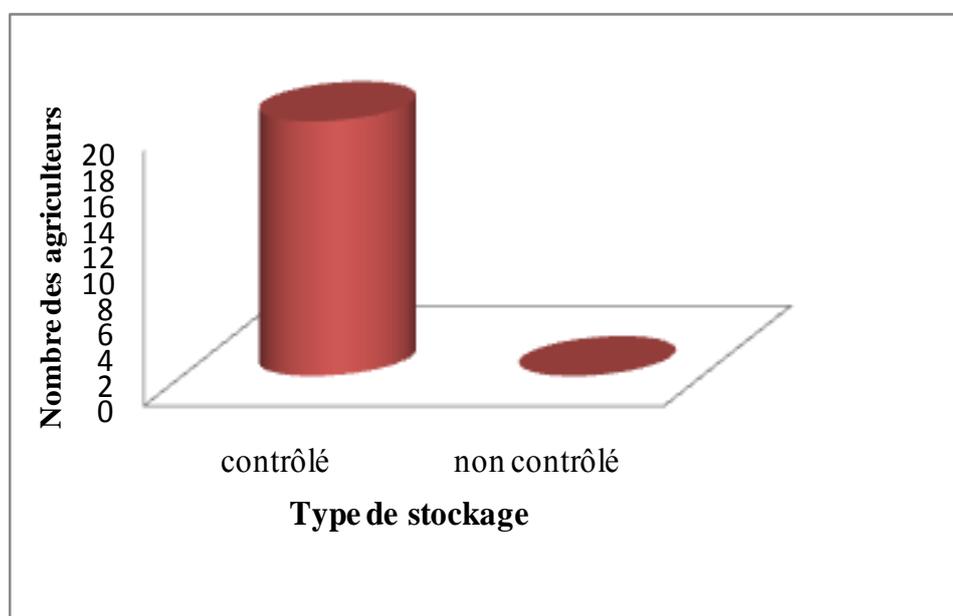


Figure 37 : Condition de stockage

2.14. Commercialisation :

Malheureusement, 75% des producteurs de quinoa ne commercialisent pas leur production, notamment au niveau de Biskra, Adrar et Ouargla. Seulement 25 % des agriculteurs qui les commercialisent dont, on trouve que 36,36 % sont de producteurs d'El Oued et 20 % de Ouargla (Fig. 38).

Ce problème est le résultat d'absence d'un circuit de commercialisation organisé débutant des producteurs jusqu'en arrivant aux consommateurs. Tandis qu'au Maroc, la commercialisation de quinoa est assurée grâce au savoir-faire des femmes regroupées en coopératives et qui s'occupent du conditionnement ainsi que de la transformation des graines récoltées conformément aux normes fixées (**En-nasery, 2018**).

D'autre part, ces résultats obtenus sont probablement dus à la méconnaissance de consommateurs algériens des qualités nutritives diététiques de quinoa.

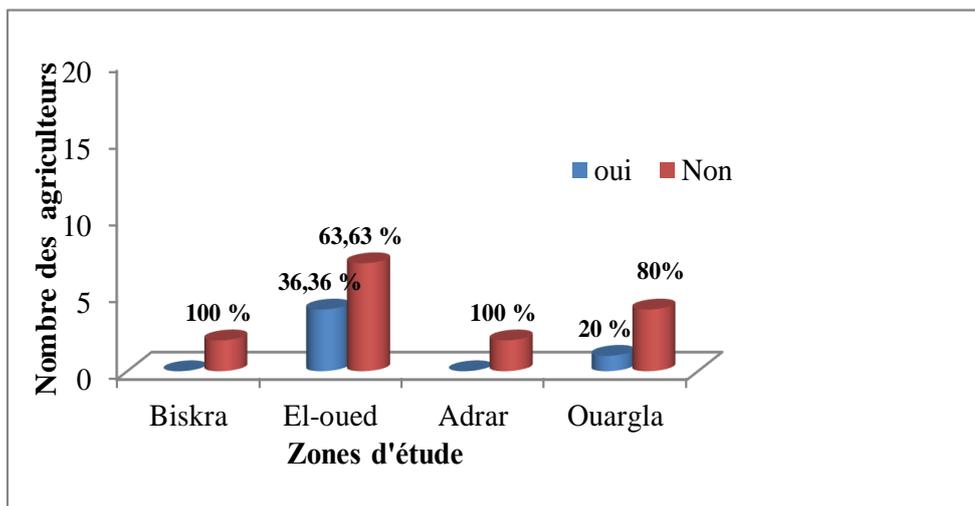


Figure 38 : Commercialisation de quinoa

3. Relation rendement –pratiques culturales:

3.1. Rendement moyen de quinoa en fonction de la saison de plantation :

La Figure 39 montre que la majorité des agriculteurs qui y ont planté à la saison, ont eu un rendement moyen plus important en totalité représentant 62%. En parallèle, on remarque des valeurs des rendements très élevées chez certains agriculteurs qui ont planté dans la période tardive, ceci, signifie qu'il y'a également d'autres facteurs agissant sur le rendement de la culture de quinoa.

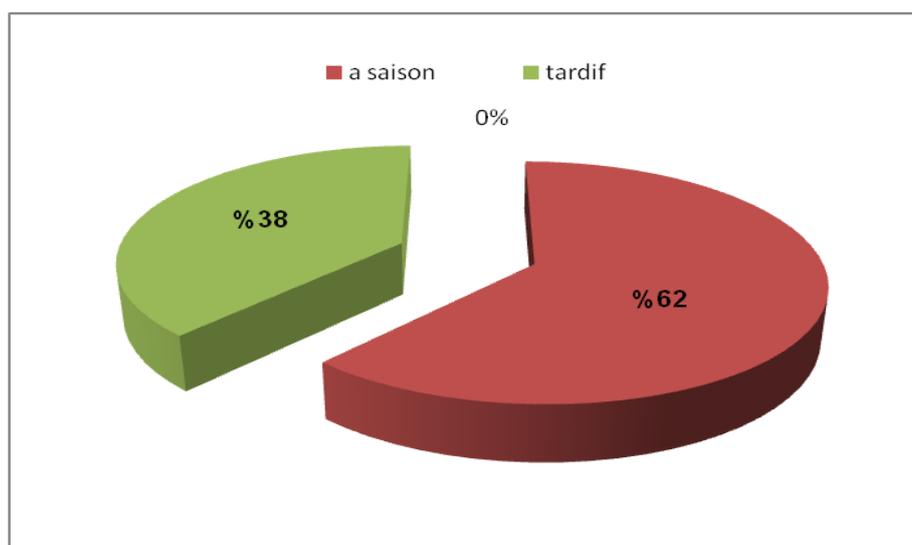


Figure 39 : Rendement moyen de la culture de quinoa en fonction de la saison de plantation

3.2. Rendement moyen de quinoa en fonction de type du sol :

Les résultats de la Figure 40, révèlent que le rendement moyen le plus élevé est enregistré dans les exploitations ayant un sol sableux-argileux avec 50%. Suivi par le sol à

texture argileuse (40%). Cependant, le pourcentage le plus faible est celui observé sur les sols sableux avec 10%. En effet, à partir de ces données, il paraît que le sol sableux-argileux est le plus favorable pour la culture de quinoa.

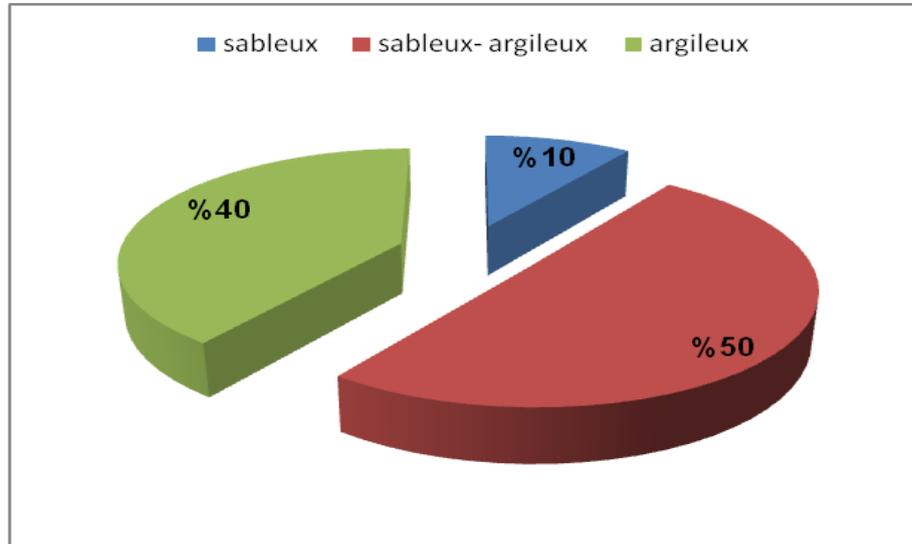


Figure 40 : Rendement moyen de la culture de quinoa en fonction de type du sol

3.3. Rendement moyen de quinoa en fonction du système d'irrigation :

Concernant le système d'irrigation, nous avons constaté l'utilisation des techniques récentes par les agriculteurs dans les zones d'étude tels que le système goutte à goutte. Tandis que, on remarque que la méthode qui a donné plus de rendement est la submersion (38%). cette dernière préserve l'humidité au sol (capacité de rétention élevée) malgré le gaspillage d'eau mais, elle assure une croissance adéquate de la plante. On note aussi que 31% de rendement de quinoa sont issus du sol irrigué par aspersion et goutte à goutte.

Eventuellement, d'après les résultats d'enquête la meilleure méthode d'irrigation adoptée est l'irrigation par submersion.

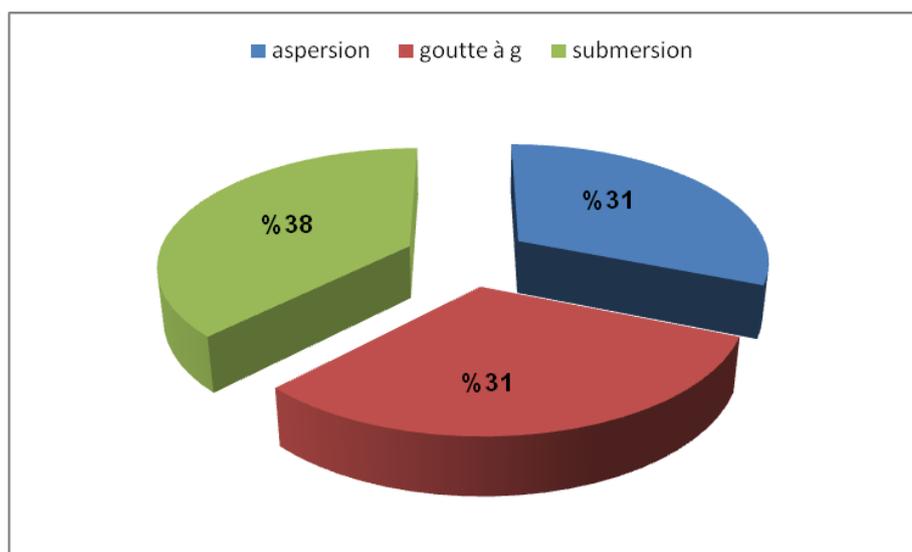


Figure 41 : Rendement moyen de la culture de quinoa en fonction de système d'irrigation

Conclusion

La présente étude est réalisée au niveau de quatre régions, Biskra, El-oued, Ouargla et Adrar appartenant à l'étage bioclimatique saharien. Bien que ces dernières années des essors constant de leurs productions agricoles faisant d'elles l'une des plus riches régions agricoles à l'échelle nationale.

L'enquête menée sur la culture de quinoa, nous a permis de donner une idée générale sur la situation de cette nouvelle culture dans le sud Algérien. En effet, nous avons décelé que : La culture de quinoa occupe une superficie totale ne dépasse pas 13,08 % dans les quatre zones prospectées.

70% des agriculteurs des différentes zones cultivent le quinoa en arrière-saison

65% des sols sont de texture sableuse- argileuse, 30% sont de type sableux et 5% à texture argileuse. En effet la texture sableuse – argileuse est considérée comme meilleure texture qui favorise l'amélioration des caractéristiques de la culture de quinoa et en donnant des meilleurs rendements.

Tous les agriculteurs réalisent le labour comme une étape primordiale à la préparation de lit de semence pour la culture de quinoa. Le type de labour est variable, dépend essentiellement de type de sol. A cet effet, nous avons constaté que 75 % d'agriculteurs effectuant un labour superficiel et 25 % d'entre eux le pratiquent profond.

La fertilisation minérale ou organique est une opération importante sert à l'amélioration du sol pauvre. Ainsi, elle a un effet sur le rendement des cultures du quinoa et surtout le fumier ovin. Les résultats de l'enquête ont montré que 55% des agriculteurs amendent leurs sols par les fertilisants minéraux et organiques contre 45% ne le font plus.

Parmi les variétés plantées, nous avons trouvé que les variétés Q103 et Q102 sont les variétés les plus utilisées. Alors qu'un taux 60% de ces semences est fourni par l'ITDAS, tandis que 40 % d'agriculteurs ont pu avoir leurs propres semences à partir des productions précédentes.

Les graines de quinoa sont généralement plantées manuellement par les agriculteurs

L'irrigation par le système goutte à goutte est le système le plus pratiqué dans les quatre zones suivi par l'aspersion (pivot) et quelques agriculteurs irriguent par submersion.

Conclusion

Le désherbage est un moyen de désinfection du sol pour éliminer les plantes adventices compétitive à la culture de quinoa. D'après notre recherche, 60 % des agriculteurs font un désherbage contre 40 % ne le pratiquent pas. Ce dernier est notamment pratiqué dans les exploitations de Biskra et Adrar.

Vu que, la culture de quinoa est nouvellement introduite au sud Algérien, les attaques et les agressions par les ravageurs sont faibles voir absentes, A part quelques bioagresseurs sont observés mais leurs dégâts sont négligeables tels que les insectes et les oiseaux.

La récolte de quinoa se fait juste avec la maturité des graines, soit elle est réalisée tardivement. Donc la date de récolte variée d'une zone à une autre. Toute fois, nous avons trouvé qu'à Ouargla et à Biskra 80 à 50 % des agriculteurs récoltent leurs graines dans la période normale de récolte et une proportion de 50 à 20 % le font tardivement.

La production de quinoa diffère d'une région à une autre, dont le rendement le plus élevé est enregistré à Adrar avec 45qx, suivi par Biskra avec une production de 29qx. Néanmoins la production la plus faible a été enregistrée dans les parcelles d'El Oued et d'Ouargla avec un rendement de 24 qx.

Les graines de quinoa issues de la culture sont entièrement stockées et conservées d'une façon contrôlée afin de protéger la récolte de toute source de contamination.

Le problème majeur dans la pratique de la culture de quinoa est sa commercialisation, dans laquelle on trouve que 75% des producteurs ne commercialisent pas leur production, notamment ceux des wilayas de Biskra, Adrar et Ouargla. Alors que 25 % des agriculteurs sont aptes à les commercialisées.

Enfin, les comparaisons du rendement moyen de quinoa en fonction des paramètres étudiés révèlent que :

L'irrigation par submersion a permis une bonne production du quinoa.

Le sol sableux-argileux est plus adaptées pour la plantation du quinoa.

La plantation à saison est admise et donne des meilleures productions chez la culture de quinoa.

Conclusion

Par ailleurs, La culture du quinoa est nouvellement introduite dans les zones du sud, elle est encore sous test pour démonstration et vulgarisation au niveau de plusieurs essais à travers le grand sud et l'Algérie en générale. A fin de répondre aux objectifs du développement de cette culture, il est nécessaire d'étudier plus profondément les pratiques culturales précises adéquates aux zones de cultures recherchées de cette culture pour augmenter ses rendements. A ce niveau nous recommandons à prendre en considération les facteurs climatiques pour l'élaboration et l'adaptation d'un calendrier d'irrigation convenable et une fiche technique appropriée pour les zones arides d'Algérie.

Référence bibliographiques

- **A.N.D.I., 2013.** Wilaya d'Ouargla. Édition Agence Nationales de Développement d'investissement, Ouargla,19 p.
- **ALLALI A., 2018.** Étude comparative de l'utilisation de deux systèmes d'irrigation ; l'aspersion et le goutte à goutte sur l'humidité du sol et la production de Quinoa dans la
- **AMARA W., 2018.** Situation phytosanitaire des cultures maraichères dans la région de Biskra-(Cas de la commune de Lioua-). Université Mohamed Khider de Biskra, Département des sciences agronomiques .pp:3 .
- **Avila Ruiz G., 2016.** Exploring novel food proteins and processing technologies A case study on quinoa protein and high pressure high temperature processing. Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of doctor. Wageningen University. Wageningen, p: 09.
- **Benhabib O., 2005.** Les cultures alternatives quinoa ,amarante et épeautre. Royaume du Maroc. N° 133, p1-4.
- **Bhargava A., Shukla S., Rajan S., Ohri D., 2006.** Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) germplasm. National Botanical Research Institute. Lucknow. India. 54:167–173.
- **Bhargava A., Srivastava S., 2013.** Quinoa Botany, production and Uses. Typeset by SPi Pondicherry. India, p:25.
- **Bioversity International et FAO., 2013.** Quinoa et ses espèces sauvages apparentées. Bolivie. N° 538, pp:3-38.
- **Boubaiche.y., 2016.**Essai de comportement de trois variétés de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) dans la région de Biskra. Mémoire de Master. Université Mohamed Khider .Biskra, p:11.
- **Boulifa kh., 2012 .**Synthèse hydrogéologique sur la région d'El-Oued Sahara nord oriental -Est Algérien. Mémoire Magister. Université Constantine 1, 3 p.
- **BOUSSELAOUI., 2018 .** Effets du stress salin sur la germination de quelques variétés introduites du quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*). Université Mohamed Khider de Biskra. Département des sciences de la nature et de la vie .pp: 4.
- **Cercam., 2014.** Fiche de synthèse QUINOA Une culture à fort potentiel d'adaptation et de production pour le Maroc. Maroc, 3 p.

- **Chauhan, G.S., Eskin, N.A.M., Tkachuk, R., 1992.** Nutrients and anti nutrients in quinoa seed. *Cereal Chemistry*, 69: 85-88.
- **D.S.A. de Adrar,2018** . Statistiques de la production agricoles dans la wilaya de Adrar. Rapport de la Direction Des Services Agricoles de Adrar.
- **D.S.A. de Biskra,2018** . Statistiques de la production agricoles dans la wilaya de Biskra. Rapport de la Direction Des Services Agricoles de Biskra.
- **D.S.A. de EL-oued,2018** . Statistiques de la production agricoles dans la wilaya de
- **D.S.A. de Ouargla,2018** . Statistiques de la production agricoles dans la wilaya de Ouargla. Rapport de la Direction Des Services Agricoles de Ouargla.
- **Del Castillo C, Mahy G, Winkel T., 2008.** La quinoa en Bolivie: une culture ancestrale devenue culture de rente “ bio-équitable ”. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Bolivie* .12(4): 421-435.
- **Dini, I., Tenore, G.C., Dini, A.,2004.** Phenolic constituents of Kancolla seeds. *Food Chemistry*, 84: 163-168.
- **DPAT.,2005.** Rapport annuel de la planification et de l'aménagement du territoire de la wilaya de Biskra. Rapport interne DPAT, Biskra.
- **DUBOST D., 2002** . Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Ed. CRSTRA, Biskra, 423p.
- EL-oued. Rapport de la Direction Des Services Agricoles de EL-oued.
- **Espindola, G.,1992.**Proyecto de fortalecimiento y modernización. IBTA-BM. In: Informe anual 1992. programa quinoa .Estación Experimental de Patacamaya.La Paz, Bolivia. pp.37-42.
- **FAO, 2011** . Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. Latin America and the Caribbean, pp: 3-14.
- **FAO, 2014** .Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. Latin America and the Caribbean, pp: 3-14.
- **FAO, 2016.** (Food and Agriculture Organisation), 2016.Quinoa en Algérie. P16.
- **FAO,1994** . Cultures marginalisées 1492: Une autre Perspective. Production végétale et protection des plantes. n°26, pp: 141-145.
- **Galwey, N.W., 1993.** The potential of quinoa as a multi-purpose crop for agricultural diversification: a review. *Industrial Crops and Products*, 1: 101-106
- **Gandarillas ,H.,1979.** La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*): Genética y origen.In: La Quinua y la Kaniwa cultivos andinos.Tapia,ME.,Ganaarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A.,

- **HAMDI- AISSA B.; GIRARD M.C.,2000.** Utilisation de la télédétection en régions sahariennes, pour l'analyse et l'extrapolation spatiale des pédopaysages. Revue Sécheresse,11(3) ,pop:179_182.
- **Herbillon M., 2015.** Le Quinoa: Intérêt nutritionnel et perspectives pharmaceutiques. thèse doctorat en pharmacie. Université de Rouen u.f.r de médecine et de pharmacie. France, pp:27-50.
- **Jancurová M., Minarovičová L., Dandár A., 2009.** Quinoa – a review. Czech J. Food Sci. 27: 71–79.
- **LEBON VALLET , 2008.** Implantation du quinoa et simulation de sa culture sur l'Altipano bolivien . Thèse de doctorat , Agro Paris Tech , France.
- **Lutz M, Bascuñán-Godoy L., 2017.** The Revival of Quinoa: A Crop for Health. A Crop for Health, p:38-42.
- **MOUSSAOULD, 2016.** Contribution à l'étude morphométrique de *Leucaena leucocephala* (Lam.) dans la région d'Adrar. Université Abou Bekr Belkaid–Tlemcen. Département d'Ecologie et Environnement .pp:4.
- **Mujica A., Canahua A., 1989.** Fases fenológicas del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*). In: Curso Taller, Fenología de cultivos andinos y uso de la información agrometeorológica. Salcedo, 7-10 agosto, INIAA, EEZA-ILLPA, PICA, PISA. Puno, Perú.
- **Mujica A., Izquierdo J., Marathee J.P., 2001.** Origen y descripción de la quinua. Quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) : ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro.
- Mujica, A. (Eds.). CIID-IICA. Bogota, Colombia.pp. 45-64.
- **Ouassa B, 2014 .** Biodiversité de l'arthropode faune dans la région d'Oued Souf. Mémoire D'ingénieur. Université Kasdi Merbah. Ouargla. Algérie, pp: 5-8.
- **OUCIF.Z et al .,2018.** Evaluation du comportement morpho-physiologique, biochimique et antioxydants des quelques variétés de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) cultivées dans la région d'El Oued. Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED . Département de biologie .pp:9.
- **Pedersen S F., Tingvoll B Ø., 2013.** Quinoa Opprinnelse, dyrking og anvendelse. Bioforsk Report.Vol (8). Nr155. p: 9.
- région de Hassi Ben Abdallah. Université kasdi merbah – ouargla. Département des Sciences Agronomiques. pp81.

- **Repo-Carrasco-Valencia R A M, Serna L A., 2009.** Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) as a source of dietary fiber and other functional components. *Cienc. Tecnol. Aliment. Campinas.* 31(1): 225-230.
- **Rodriguez Calle J P., 2006.** "Modélisation de la culture du quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). En vue de choix des variétés adaptées à chaque région de l'Altiplano Bolivien". Mémoire de master .Université des sciences et techniques du languedoc, p:1.
- **Rojas W ,Pinto.,Soto J.L.,2010.**Distribucion geogràfica y variabilidad genetic de los granos Andinos: Avances , logros y experiencias dessorrolladas en quinua .org <http://www.proipa Bioversity International 2010. canahua y amaranto en Bolivia ./index php>
- **ROUVILOIS_ BRIGOL M.,1975.** Le pays de Ouargla. Variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Département Géographie Université. Paris,389 p.
- **Sophie Foucault A., 2014.** Effets d'un extrait de quinoa enrichi en 20-hydroxyecdysone dans un modèle d'obésité nutritionnelle: Application clinique.Thèse Doctorat Médecine humaine et pathologie. AgroParisTech. Français, p: 112.
- **Source : Souci , Fachmann , Kraut :** La composition des aliments . 7éme édition , 2008 , Med Pharm Scientific . Publishers /Taylor & Francis , ISBN 978-3-8047-5038.
- **Stikić R, Jovanović Z, Marjanović M, Đorđević S., 2015.** The Effect of Drought on Water Regime and Growth of Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Research Grants: TR-31006 and EU FP7 project AREA. Serbia.* 2: 52-8000.
- **Tapia, M.E., 2002.** Cultivos, andinos.subexptotados y su aporte a. la alimentaciôn.In: cultivos Andinos. CD-Rom, versiôn 1.0.FAO,UNA-Puno,CIP. Santiago, chile. transfert de technologie en agriculture. <http://studylibfr.com/doc/3022031/les-cultures-alternatives--->
- **TapiaM.E., 2000.** Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentaciôn.Quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro.
- **TOUATI Ilham .,2018.** Etude de potentiel de croissance et de production de plusieurs variétés de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) sous les conditions arides de sud de l'Algérie (Cas de Ouargla). Université kasdi merbah ouargla, Département science agronomique.pp:8-12.

Références bibliographiques

- **Yazar A, İnce Kaya C., 2014.** A New Crop for Salt Affected and Dry Agricultural Areas of Turkey: Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). Çukurova University. Adana. Turkey. Vol (2). 1440-1446.

Sites d'internet

- **Google Earth ,2018.,** Carte géographique . <http://www.google.com> (Date de consultation: 10/05/2018).
- **En-nasery M, 2018 -** Le Maroc commence à produire du quinoa. <http://www.algerie-dz.com> (Date de consultation : 14/06/2019).
- **APS, 2014 -** L'introduction du quinoa en Algérie ouvre de grandes perspectives de développement, [Algérie Presse Service](http://www.algerie-presse-service.com) Publié le 26 - 01 - 2014 : <https://www.djazairess.com> (Date de consultation : 14/06/2019).
- **FAOSTAT,2010** .<http://faostat.fao.org/sitr/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.

المراجع العربية

- المهندس قبلان ربيع و المهندسة جويل البريدي، الكينوا، لبنان 2016 .
- قاسمي شيماء و لعبادي عبير، متابعة و مقارنة صنفين من الكينوا QV101 , QV103 مستثمرة مازوزي عمار بلدية المرارة 2018، صفحات 7.9.13.

Annexes

Annexe 01: Fiche d'enquête

UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR EL-OUED

Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie

Département science d'agronomique

Spécialité Production Végétale

Enquête sur le culture de quinoa (*chenopodium quinoa willd*) dans le sud Algérien

Dans le cadre de l'obtention de Master 2:

Etudiantes : * TIDJANI Zahia

*** ABABSA Rima**

Année universitaire : 2018/2019

Date :

N° de l'enquête :

1. Identification de l'exploitant et l'exploitation:

1.1. Identification de l'exploitant :

 Nom et prénoms : Date de naissance ou âge:

 Wilaya : Commun :

 Niveau intellectuel :

 Zone d'exploitation : Superficie de l'exploitation :

 Niveau d'instruction : Alphabete Secondaire
 Primaire Supérieur

1.2. Identification de l'exploitation :

 Wilaya :

 Commune :

 La forme juridique de l'exploitation : * Prive

- Agricole individuelle

- Familiale

* Ferme pilote (étatique)

ANNEXES

🌱 Surface agricole total (**ha**):.....

🌱 Surface agricole utile (**ha**):

🌱 Surface cultivée du quinoa (**ha**) :.....

🌱 Disponibilité hydrique : forage puis ect

🌱 **Type de sol :**

Sableux Sableux argileux etc

🌱 **Quelles sont vos principales cultures?**

.....

🌱 **Pratiquez vous les analyses du sols et d'eau avant la plantations**

🌱 Oui Non

🌱 **Quelles sont les ressources d'approvisionnement en semences de cette compagnie ?.....**

2. Pratique cultural :

🌱 **Pratique de labour :** Oui Non

***Type de labour :** labour superficiel labour profond

🌱 **Utilisez-vous la fumure organique sur vos terre :** Oui Non

***Quel type de fumure organique utilisée:**

Volaille Bovin Ovin

🌱 **Est-ce que vous avez utilisez les fumure minérales :** Oui Non

🌱 **Plantez-vous :** à saison Arrière-saison

🌱 **Quel type de plantation pratiquez-vous?**

Manuel Mécanique

ANNEXES

 **Quelle sont les variétés que vous cultivez ?**

.....

 **Date de semis (date de plantation souhaitée) :.....**

 **Densité de semis :.....**

 **Dose de semis :.....**

 **Profondeur de semis :.....**

 **Distance entre les lignes :.....**

 **Distances entre les plants :.....**

 **Mode d'irrigation :** Aspersion Goutte à Goutte Submersion

***Tour d'irrigation :.....**

4. Contraintes et difficultés :

 **Pratiquez-vous le desherbage :** Oui Non

***Type desherbage :** Manuel Mécanique Chimique

***A quel période s'intervenir :.....**

 **Les maladies :**

***Moyen de Lutte utilisé:.....**

 **Les ravageurs :.....**

***Moyen de Lutte utilisé:.....**

5. Date de récolte :.....

Précose Normale Tardive

ANNEXES

***Quel est le rendement obtenu :.....**

6. Stockage : Contrôle

Non contrôle

7. commercialisation :.....

ANNEXES

Annexe 02: Quelques photos des exploitations



photo 01: : Quelques photos dans exploitations étudiées .

Résumé: Enquête sur le culture de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) dans le sud Algérien

L'objectif scientifique essentiel de se présent travail consiste à collecter des données visant essentiellement à évaluer l'introduction de la culture de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) dans un milieu aride en étudiant, l'influence des pratiques culturales sur le de rendement de cette culture. A cette fin, une enquête sur terrain a été menée auprès 20 agriculteurs répartis dans quatre régions du sud Algérien (Biskra, El Oued, Ouargla et Adrar). En effet, les principaux résultats dégagés sont : 13,08% de superficie du sol sont consacrés pour le quinoa, 65% des sols sont de texture sableuse- argileuse, 75 % d'agriculteurs effectuant un labour superficiel, les variétés Q103 et Q102 sont les variétés les plus utilisées. Alors que 60% de ces semences sont fournies par l'ITDAS, majoritairement le quinoa est irrigué par le système goutte à goutte. Pour la production de quinoa, le rendement le plus élevé est enregistré à Adrar avec 45qx. Néanmoins, 75% des agriculteurs ne commercialisent pas leur production.

L'estimation des rendements moyens en fonction les pratiques culturales adoptées a permis de déduire que le système d'irrigation par submersion est le meilleur pour la production du quinoa, ainsi que le sol sableux-argileux est le plus adaptées pour la plantation du quinoa, alors que la plantation à saison donne des meilleurs rendements chez la culture de quinoa.

Mots clés: Enquête, Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), Pratiques culturales, Rendement, Sud Algérien.

المخلص: استبيان حول زراعة الكينوا (*Chenopodium quinoa Willd*) في الجنوب الجزائري

الهدف العلمي الأساسي لهذه الدراسة هو جمع البيانات التي تهدف في المقام الأول إلى تقييم إدخال ثقافة الكينوا (*Chenopodium quinoa Willd*) في بيئة جافة، من خلال دراسة تأثير طريقة الزرع على المردودية تم إجراء استبيان، شملت العملية 20 مزارعًا في أربع مناطق في جنوب الجزائر (بسكرة والوادي ورقلة وأدرار). في الواقع، أظهرت النتائج التي حصلنا عليها أن: 13.08 % من المساحة الإجمالية المزروعة مخصصة للكينوا، و 65 % نوع التربة طينية رملية، و 75 % من المزارعين يقومون بالحرث العميق، والأصناف Q102 و Q103 هم الأصناف الأكثر استعمالاً. بينما يتم توفير 60 % من هذه البذور من قبل المعهد التقني لتطوير الزراعات الصحراوية، أغلبية الفلاحين يستخدمون نظام السقي بالتنقيط. بالنسبة لإنتاج الكينوا، حيث سجلنا أعلى إنتاجية في ولاية أدرار بـ 45qx إذ أن 75% من المزارعين لا يقومون بتسويق إنتاجهم.

لتقدير متوسط المردودية وفقاً لطريقة الزرع، حيث استنتجنا أن نظام السقي بالغمر هو الأفضل لإنتاج الكينوا، وأن التربة الرملية الطينية هي الأكثر تكيفاً مع زراعة الكينوا، بينما الزراعة الموسمية تعطي أفضل إنتاجية.

الكلمات المفتاحية: استبيان، الكينوا (*Chenopodium quinoa Willd*)، طريقة الزرع، الإنتاج، الجنوب الجزائري.

Abstract: Quinoa culture survey (*Chenopodium quinoa Willd*) in south Algeria

The essential scientific objective of this search is to collect information aimed essentially to evaluate the introduction of Quinoa culture (*Chenopodium quinoa Willd*) into an arid environment by studying the influence of cultural practices on the yield of this crop. For that, a field survey was conducted among 20 farmers in four regions of southern Algeria (Biskra, El Oued, Ouargla and Adrar). In fact, the main results obtained are: 13.08% soil surface are devoted to quinoa, 65% of the soils are of sand-clay texture, 75% of farmers perform shallow plowing, varieties Q103 and Q102 are the most used varieties. While 60% of these seeds are provided by ITDAS, most of the quinoa is irrigated by the drip system. For quinoa production, the highest yield is recorded at Adrar with 45qx. Nevertheless, 75% of farmers do not market their production.

The estimation of the average yields according to the cultural practices adopted made it possible to deduce that the submersion irrigation system is the best for the production of quinoa, and the sandy-clay soil is the most adapted for the quinoa plantation, while seasonal planting gives better yields in the quinoa culture.

Keywords : Survey, Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), Cultural Practice, Yield, Southern Algeria.