



REMINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOLOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme De Master
Spécialité : Productions végétales

Thème

Caractérisation de cinq variétés d'ail alimentaire (*Allium sativum*) cultivées dans la région des Isser (Thermidrome-Messidrome-Fructidore-Germidour-Fellah).

Réalisé par :

M^{lle} Ait si mammar Nassira

M^{lle} Yaici Melha

Dirigé par :

Présidente : M^{me} Omouri W. MAA UMMTO

Promotrice : M^{me} Ghebbi ep Si smail k. MAA UMMTO

Examineurs : M^r Allili N. M^r Charfaoui S. MCA UMMTO

Promotion : 2018/2019

Dédicaces

*A toutes les personnes et à toutes les belles âmes que j'ai
croisé sur le chemin de la vie*

Melha

*A la mémoire de ma mère, à mon père et ma famille et
amis.*

Nassira

LISTE DES ABREVIATIONS

V1 : Variété Thermidrome

V2 : Variété Méssidrome

V3 : Variété Fructidor

V4 : Variété Germidour

V5 : Variété Fellah

N : azote

P₂O₅ : pentoxyde de phosphore

K₂O : oxyde de potasse

B I: bloc 01, **B II**: bloc 02, **B III**: bloc 03, **B IV**: bloc 04, **B V**: bloc 05

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculteur

Ctifl : Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

UE : Union Européenne

CEE ONU FFV – 18 : Norme concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des aulx

ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles des Issers

DSA : Direction des servies Agricoles

Tableau 1. Composition chimique de l'ail.....	6
Tableau 2. Production mondiale d'ail (FAO-Ctifl , 2016).....	8
Tableau 3. Evolution des superficies et production de l'ail en Algérie.....	10
Tableau 4. Production et rendement de la culture de l'ail par wilaya.....	11
Tableau 5. Superficie, production et rendement de la culture d'ail pour la période 2014-2019.....	13
Tableau 6. Variétés d'ail d'automne.....	21
Tableau 7. Variétés d'ail de printemps.....	22
Tableau 8. Principales maladies de l'ail.....	31
Tableau 9. Exigences minimales en matière de qualité et de maturité (Règlement d'exécution [UE] n° 543/2011).....	37
Tableau 10. Caractéristiques qualitatives et norme de tolérances par catégorie d'ail... 	39
Tableau 11. Calibrage et tolérances par catégorie d'ail.....	40
Tableau 12. Températures moyennes mensuelles année 2018 -2019.....	42
Le Tableau 13. Précipitations mensuelles de la campagne agricole 2018 -2019.....	43
Tableau 14. Résultats de l'analyse physico-chimique du sol.....	43
Tableau 15 : Quantités d'ail récolté en kg par blocs par variété.....	53
Tableau 16. Taux des plants levés par variété.....	55
Tableau 17. Caractérisation des cinq variétés étudiées.....	57
Tableau 18. Rendements (qx/ha) des cinq variétés.....	59
Tableau 19. Résultats des moyennes des paramètres diamètre médiane et longueur du caieu et paramètre diamètre du collet.....	60

Listes des figures

Figure1. Productions et échanges d'ail dans le monde.....	9
Figure2. Dessin d'une plante d'ail, d'un bulbe et d'un caïeu.....	14
Figure3. Bulbe d' <i>Allium sativum</i> et ses caïeux.....	15
Figure 4. Coupe d'un bulbe d'Ail cultivé.....	15
Figure 5. Schéma d'unecoupe longitudinale detête d'ail.....	16
Figure 6. Racines adventives chez <i>Allium sativum</i> (Tredoulat).....	16
Figure 7. Feuilles de la plante d'ail.....	17
Figure 8. Hampe florale et sa fleur en bouton chez <i>Allium sativum</i>	18
Figure 9. Bulbilles d'ail chez la variété Porcelain.....	18
Figure10. Fleurs en ombelle chez l'ail.....	19
Figures 11. Stades phénologiques de l'ail.....	20
Figure12. Différentes variétés d'ail les plus cultivées en Algérie.....	23
Figure13. Préparation des caïeux pour la plantation.....	25
Figure14. Plantation des caïeux d'ail.....	26
Figure15. Système d'irrigation d'ail par le goutte-à-goutte.....	28
Figure 16. Ablation de la hampe florale.....	30
Figure 17. Différentes maladies et ravageurs de l'ail.....	33
Figure 18. Illustration du stade de récolte.....	35
Figure 19. Séchage à la barre de l'ail.....	36
Figure 20. Séchage en palox de l'ail.....	36
Figure21. Dégât dû au gel sur le bulbe d'ail.....	38
Figure 22. Plan de la ferme expérimentale de l'ITCMI des Issers.....	41
Figure 23. Diagramme ombrothermique pour la période janvier 2018- septembre 2019..	44
Figure 24. Variété Thermidrôme.....	45
Figure 25. Variété Messidrôme.....	46
Figure 26. Variété Fructidor.....	46
Figure 27. Variété Germidour.....	47

Listes des figures

Figure 28. Variété Fellah	47
Figure 29. Préparation de la parcelle d'essai.....	50
Figure 30. Plantation del'ail	51
Figure 31. Croissance des caïeux plantés	51
Figure 32. Stade de récolte de l'ail	51
Figure 33. Ail récolté en debut de fanaison.....	51
Figure 34. Ail récolté en sec	51
Figure 35. Tressage de l'ail	54
Figure 36. Conditionnement de l'ail.....	54
Figure 37. Conditionnement d'ail récolté dans des cagettes	54
Figure 38. Taux de levée (%) des cinq variétés étudiées.....	56
Figure 39. Coupe transversale du bulbe d'ail	58
Figure 40. Coupe longitudinale du bulbe d'ail.....	58
Figure 41. Valeurs moyennes du diamètre du collet des cinq variétés étudiées	60
Figure 42. Valeurs moyenne du paramètre longueur des caïeux des cinq variétés étudiées	60
Figure 43. Valeurs moyennes du diamètre médiane des caïeux des variétés étudiées.....	62
Figure 44. Valeurs Moyennes de la largeur des feuilles.....	64
Figure 45. Valeurs moyennes de la longueur des feuilles des variétés étudiées	64

Introduction générale..... 1

PARTIE BIBLIOGRAPHIE

I. Généralités sur l'ail..... 3

1. Origine de l'ail 3

2. Position systématique..... 3

3. Intérêt de la culture 5

3.1. Valeur nutritionnelle de l'ail 5

3.2. Utilisation de l'ail..... 7

4.Importance de l'ail..... 7

4.1.Dans le monde 7

4.2. Echanges dans le monde..... 9

4.3. Importance de l'ail en Algérie 10

4.4. Importance de la culture d'ail àTizi-ouzou 12

5.Caractères morphologiques de la plante..... 13

5-1- Le bulbe 14

5-2- Le caieu..... 14

5-3- Racine, Tige et Feuille chez l'ail 16

6.Appareil reproducteur de l'ail..... 17

6-1- L'inflorescence..... 17

6-2- Les Fleurs 18

6-3- Le fruit..... 19

7. Caractèresphénoliques 19

7-1a- Periode de dormance 19

7-2- Zéro végétatif 20

7-3c- La croissance du bulbe ou bulbaison..... 20

8. Condition de la culture de l'ail..... 21

9.Itinéraire technique de l'ail..... 21

9.1. Principales variétés 21

9.2Mise en place de la culture 24

1.Époquedeplantation 24

2. Types desol et choixdela parcelle 24

3.Préparationdu sol 24

Sommaire

4. Préparation des caïeux pour la plantation	25
5. Plantation	25
6. Fertilisation	26
7. Irrigation	27
8. Désherbage	28
8-1- Désherbage chimique	28
8-2- Désherbage mécanique	29
9. Techniques agronomiques	29
9-1 Rotation des cultures	29
9-2 Paillage du sol	29
9-3 Solarisation	30
9-4 Suppression de la hampe	30
10. Maladies et ravageurs	30
11. Récolte de l'ail	34
12. Séchage	35
13. Conservation	36
14. Exigences réglementaires de commercialisation	36
15. Critères de qualité	37

MATERIEL ET METHODES

1. Présentation de l'essai	40
1.1. Situation géographique de la station expérimentale	40
1.2. Climat	40
1.2.1 Température	41
1.2.2 Pluviométrie et Humidité de l'air	41
1.3. Parcelle expérimentale	43
1.4. Matériel végétal	44
2. Dispositif expérimental	47
2.1. Facteur étudié	47
2.2. Caractéristiques du dispositif expérimental	47
2.3. Conduite de l'essai	48
2.3.1- Préparation des variétés étudiées	48
2.3.2- Travaux de préparation du sol	49

Sommaire

2.3.3-Plantation des caïeux.....	49
2.3.4-Levée.....	50
2.4. Entretien de l'essai.....	50
2.4.1-- Irrigation de l'ail.....	51
2.4.2-Désherbage de l'ail.....	51
2.4.3-Fertilisation de l'ail.....	51
2.5. Traitements phytosanitaires.....	51
2.6. Récolte de l'ail.....	52
2.7. Conditionnement et stockage de la récolte.....	53

RESULTATS ET DISCUSSION

Analyse des paramètres étudiés.....	54
1. Nombre de plants levés par mètre carré.....	54
2. Caractérisation des variétés.....	55
2.1. Traduction des caractères mesurés des variétés selon le catalogue officiel de l'Institut Italien spécialisé dans les liliacées.....	55
2.2. Analyse statistique des paramètres étudiés.....	58
1-Diamètre du collet.....	58
2- Interprétation des résultats obtenus pour le paramètre longueur et diamètre médiane du caïeu.....	58
-Paramètre longueur du caïeu.....	59
-Paramètre Diamètre médiane du caïeu.....	60
3. Interprétation des résultats obtenus pour les paramètres largeur et la longueur de la feuille.....	62
Conclusion générale.....	64
Perspectives et recommandations.....	65

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

L'ail commun ou ail cultivé (*Allium sativum*) est une espèce de plante potagère vivace monocotylédone dont les bulbes, à l'odeur et au goût forts, sont souvent employés comme condiment en cuisine. La partie consommée la *tête d'ail* se compose de plusieurs caïeux ou « gousses » d'ail. C'est une espèce de plante connue depuis longtemps, originaire de l'Asie centrale, les formes les plus cultivées proviennent du bassin méditerranéen et de la Chine, d'après certains écrits le foyer de domestication de l'ail serait la Chine.

En industrie pharmaceutique il joue un rôle important dû à sa composition riche en composés soufrés notamment l'allicine qui lui confère son goût original et son odeur typique et caractéristique, ses vertus font augmenter son utilisation.

L'ail est un légume condiment qui se multiplie par voie végétative, ce qui supprime la possibilité de variation et amélioration par voie sexuée. C'est une plante herbacée, annuelle qui peut se comporter comme une vivace pouvant atteindre 0,8 à 1,5m de hauteur. Il est cultivé pour son bulbe consommé en vert avant maturité ou cueilli en sec pour la conservation.

La production mondiale est de 24 millions de tonnes par an, avec en tête la Chine et un rendement de 21 millions de tonnes par an.

En Afrique, l'Algérie occupe la 7ème place avec un rendement de 1,3 million de qx/an, et la 14ème place sur les 15 légumes les plus consommés au monde, et la 7ème place sur les légumes les plus consommés en Algérie.

C'est une plante peu exigeante, on peut la cultiver sous tous les types de climats, elle s'adapte à tous les types de sols hormis les sols lourds et caillouteux, mais elle a tendance à préférer ceux qui sont bien aérés et bien amendés à texture argilo-limoneuse et argilo-sableuse avec un pH modéré.

La culture de l'ail est très rentable, il est important de réunir les composantes de la production à savoir le sol, le climat, l'itinéraire technique et le cultivar, pour le dernier paramètre il est essentiel de bien choisir la variété qui répondra positivement aux conditions de culture d'où la nécessité de caractériser les variétés.

Il est important de signaler que nous perdons peu à peu notre patrimoine de variétés de terroir. Si nous ne faisons pas garde, on finira par faire disparaître nos cultivars qui existaient depuis longtemps. A cet effet, nous avons mené un essai de caractérisation de quelques

Introduction générale

variétés d'ail importées et une locale pour pour comparer et estimer le degré d'adaptation de ces variétés aux conditions climatiques de la région des Issers située dans la wilaya de Boumerdes. Nous voulons à travers ces essais restaurer notre patrimoine dans cette zone où les conditions pédoclimatiques seraient favorables à la culture d'ail.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur l'ail

1. Origine de l'ail

L'ail est une plante consommée depuis des millénaires. Le centre d'origine de l'ail s'étend depuis la mer Caspienne, à l'ouest, jusqu'aux monts Tian shan, à la frontière de la Chine et du Kazakhstan, à l'est. Dans cette vaste région, on trouve environ 150 espèces appartenant au genre *allium* (Anonyme, 2017).

Les écrits les plus anciens sur sa culture datent des Sumériens (2 500 av. J.-C.), mais il était consommé bien avant comme condiment ou remède. Connu des Égyptiens, des Grecs et des Romains, il se répandra dans le sud et l'est de l'Europe. Il ne connaîtra pas la même gloire dans les pays du nord et dans les îles britanniques, sauf parfois comme plante médicinale dans les jardins des monastères (Anonyme, 2017).

Transporté par les marins il gagnera la République dominicaine avec Christophe Colomb et se disséminera alors dans l'Amérique du Sud et l'Amérique centrale, ce n'est qu'au XIX^e siècle qu'il arrivera en Amérique du Nord, en Californie, particulièrement dans la vallée de Gilroy, où on le cultivera à grande échelle pour le statut de « capitale internationale de l'ail » (Messiaen, 1996).

2. La position systématique

Le genre *Allium*, comprend entre 600 à 750 espèces. Toutes les espèces *Allium* alimentaires se rencontrent dans le sous genre *Rhiziridum* et sous genre *AlliuA* d'espèce *A. sativum* (Dietrich, 1986).

Le génome de l'ail est de $2n= 16$.

Selon Cronquist (1981) la classification botanique de l'ail est comme suit :

Règne.....Plantae
Sous-règne..... Tracheobionta
Division..... Magnoliophyta
Classe.....Liliopsida
Sous classe..... Liliidae
Super- ordre.....Liliiflorae
Ordre..... Asparagales
Famille..... Alliacees
Tribu.....Alliae
Genre..... *Allium*
Espèce..... *Allium sativum L.*

-Classification APG III (2009)

OrdreAsparagales
Famille.....Amaryllidaceae
Sous-famille.....Allioidea

Identité botanique

Pour les botanistes, les caractères floraux sont les plus importants (fleurs et organes de reproduction), qui ne sont pas toujours disponible chez les *Allium*. Pour cela on se base sur la morphologie de la feuille :

-Feuille plate a nervure médiane bien marquée exemple *Allium sativum* et *Allium porrum*

- Feuille plate a nervure peu ou pas marquée exemple *Allium tuberosum* (siboulette chinoise)
- Feuille cylindrique ou quasi cylindrique creuse exemple *Allium cepa* (oignon)
- Feuille polygonale creuse exemple aulx sauvage (Rakkyo).

3. Intérêt de la culture

3.1. Valeur nutritionnelle

L'ail est relativement pauvre en eau comparé à d'autre légumes, environ 60% contre 85 à 90% pour les autres légumes. Au niveau énergétique, il apporte près de 100 kcal/100g. De même, si l'ail est une source de nutriments intéressants (voir tableau 1) pour la santé humaine tels que la vitamine C, le manganèse, le fer, le cuivre, la vitamine B6, le phosphore, le potassium et le sélénium, mais ses niveaux de consommation font que son apport en ses composés reste relativement limité.

Outre ces micronutriments, l'ail contient également de nombreux composés actifs en particulier des composés soufrés qui sont responsable de son odeur et sa saveur, tels que l'alliine, l'allicine et l'ajoène. Il renferme également des antioxydants tels que des flavonoïdes (composés poly phénoliques) des tocophérols (vitamine E) susceptibles de jouer un rôle au niveau de la prévention des maladies cardio-vasculaires et certains cancers (Tableau 1).

Tableau1. Composition chimique de l'ail (pour 100gr d'ail cru)

Noms des constituants	Unité	Teneur en moyenne (g) pour 100g
Energie	Kcal	92,6
Eau	g	62,2
Protéines	g	7,1
Glucides	g	14,9
Sucres	g	1,28
Amidon	g	13,4
Fibres alimentaires	g	1,8
Lipides	g	0,5
Acide gras saturés	g	0,08
Acide gras mono-insaturés	g	0,01
Acide gras polyinsaturés	g	0,24
Sodium	Mg	13,4
Magnésium	Mg	20,7
Phosphore	Mg	153
Potassium	Mg	446
Calcium	Mg	98,7
Manganèse	Mg	1
Fer total	Mg	1,22
Cuivre	Mg	0,2
Zinc	Mg	0,86
Sélénium	µg	5,1
Iode	µg	2,3
Rétinol	µg	0
Bêta-carotène	µg	0
Vitamine D	µg	0
Activité vitaminique E(en équivalents alpha-tocophérol)	Mg	0,01
Vitamine C	Mg	19,7
Vitamine B1 ou Thiamine	Mg	0,16
Vitamine B2 ou Riboflavine	Mg	0,07
Vitamine B3 ou PP ou Niacine	Mg	0,5
Vitamine B5 ou Acide pantothénique	Mg	0,59
Vitamine B6 ou Pyridoxine	Mg	0,8
Vitamine B9 ou Folates totaux	µg	4
Vitamine B12 ou Cobalamines	µg	0

(Anonyme, 2017)

3.2. Utilisation de l'ail

-L'ail est souvent employé comme condiment et aromate en cuisine.

-L'Organisation mondiale de la santé (OMS) considère l'usage de l'ail comme un «traitement adjuvant» aux mesures alimentaires destinées à diminuer les taux de lipides dans le sang et admet que l'ail «peut être utile lors d'hypertension artérielle modérée».

-Des travaux récents sont révélés également un effet bactériostatique et antifongique et antiviral de l'ail et l'OMS considère comme « traditionnel » l'usage de l'ail dans «le traitement des infections respiratoires, des vers intestinaux, des troubles digestifs et de l'arthrose».

-L'ail est utilisé pour protéger les plantes des insectes qui n'apprécient pas l'ail, cela fait de l'ail un excellent répulsif naturel.

4. Importance de l'ail

4.1. Dans le monde :

Dans le monde La culture de l'ail occupe la quatorzième place parmi les quinze espèces légumières cultivées. Il y a environ 300 variétés d'ail cultivées dans le monde et 130 variétés certifiées (ITCMI, 2018).

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO , 2016), la production mondiale de l'ail consommé à l'état frais destinée à la transformation s'élève à un peu plus de 24 millions de tonnes. Cette production a doublé depuis le début de la décennie 2000. La chine possède le plus grand volume du produit, ce pays concentre désormais 80 % de la production mondiale, contre 70 % au début des années 2000 (Tableau 2).

Le continent Américain, avec un potentiel de 670000 tonnes, accuse une réduction conséquente, qui s'explique en grande partie par une baisse des surfaces cultivées aux Etats Unis d'Amérique (Tableau 2).

Pour le continent Africain la production est de 620 000 tonnes, elle dépend essentiellement des pays tel que l'Ethiopie, l'Egypte et l'Algérie. Les surfaces progressent en Ethiopie tandis que les rendements sont à la hausse en Algérie et plus légèrement en Egypte.

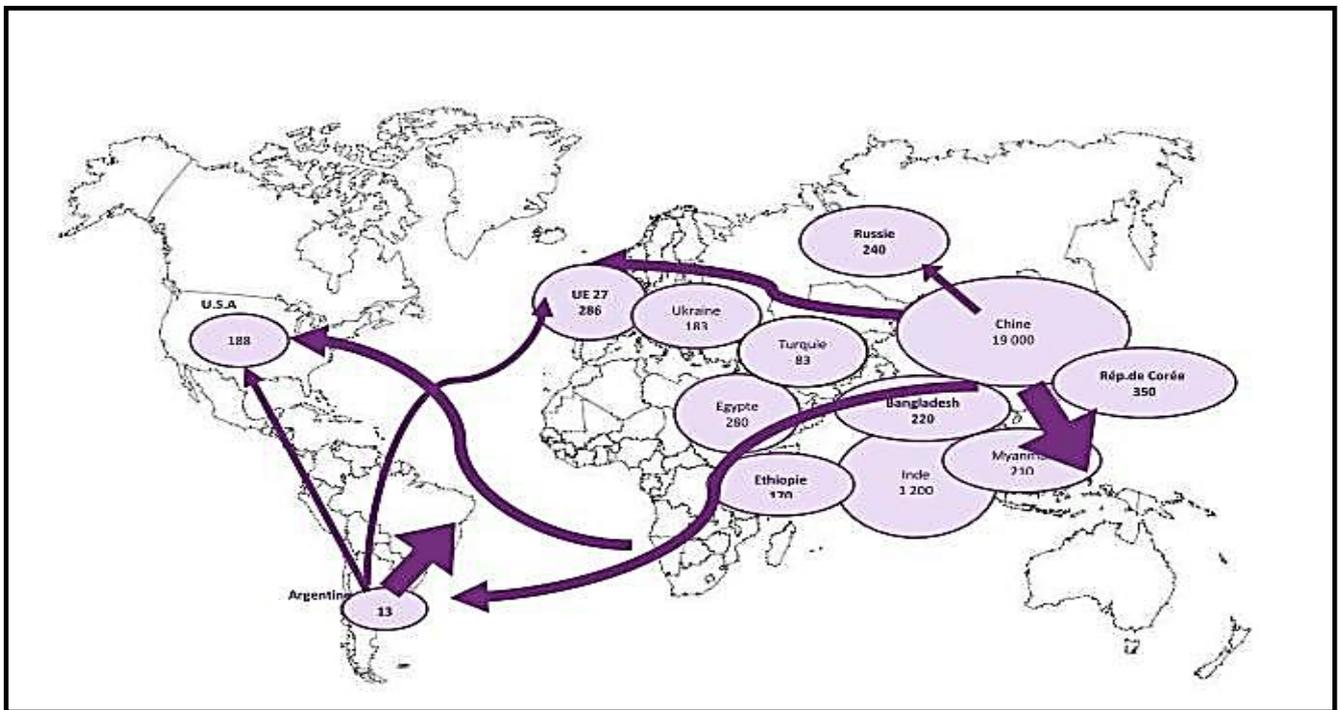
Tableau 2 : La production mondiale d'ail (en Tonne) (FAO-Ctifl , 2016)

	Moy 2000-2002	Moy 2011-2013	
Monde	11716116	23584296	100%
Asie	9 854518	21500956	91%
Chine continentale	8060000	18675933	79 %
Inde	507 133	1 181 600	5%
République de Corée	423 985	348 788	1,5%
Bangladesh	40 000	222 254	0,9%
Myanmar	82 025	212 534	0,9%
Europe	789 503	787 421	3,3%
Fédération de Russie	217 897	235 368	1,0%
Ukraine	128 600	176 300	0,7%
Espagne	180 342	156	0,7%
Roumanie	74 541	62 709	0,3%
Italie	31 403	28 698	0,1%
Bélarus	0	24 957	0,1%
France	30 870	18 793	0,1%
Amérique	701 394	671 224	2,8%
Etats unis	258 667	187 348	0,8%
Argentine	136 077	128 425	0,5%
Brésil	100 189	117 511	0,5%
Pérou	59 112	84 013	0,4%
Mexique	50 833	57 032	0,2%
Afrique	369 243	623 202	2,6%
Egypte	223 992	279 721	1,2%
Ethiopie	58 490	172 170	0,7%
Algérie	35 032	74 897	0,3%

4.2. Echanges dans le monde

Le continent asiatique dont la Chine concentre entre 60 et 80 % des échanges internationaux, suivi de l'Amérique et de l'Europe qui se partagent dans des proportions plus ou moins proches le reste.

Il s'échange environ 1,8 millions de tonnes d'ail par an dans le monde. Comme pour la production, on peut distinguer trois grandes zones d'échanges d'inégale importance.



- Principaux pays producteurs (milliers de tonnes)
- ➔ Principaux courants d'exportations

Figure1. Production et échanges d'ail dans le monde.

(FAOSTAT, moyennes 2011-2013)

Ce commerce a quasiment doublé depuis le début des années 2000. Le dynamisme des échanges internationaux est largement porté par l'essor de l'ail chinois. Sur le marché asiatique, les volumes et les prix progressent tandis que la croissance des marchés américains ou européens découle principalement d'une hausse des prix plus que des volumes échangés (Ctifl, 2016).

4.3. Importance de l'ail en Algérie

La production nationale de l'ail est de plus de 1,2 million de quintaux en 2017, avec un rendement de 124,6 qx/ha.

La superficie globale destinée à la culture de l'ail est de 10 000 ha pour une production de 60 à 1 20 qx/ha et des rendements des avant séchage (à la récolte), de 200 à 300 qx par hectare, et des rendements en bulbes après séchage sont de 120 à 180 qx/ha (après séchage complet et stockage environ à 100 à 160 qx/ha).

Tableau 3. Evolution des superficies et production de l'ail en Algérie

Année	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement(qx/ha)
2010	10574	644938	61
2011	9503	539814	56.8
2012	9055	776479	85.8
2013	8554	930614	108.8
2014	9197	92000	100,3
2015	10 022	1 100 067	109.8
2016	9 445	1 036 266	109.7
2017	9 912	1 234 749	124.6

(Ministère de l'Agriculture, 2019)

Sur la base des données du tableau 3 les superficies consacrées à la production de l'ail n'ont pas évolué, la production et les rendements sont augmentés. Ceci est dû en grande partie à l'évolution du niveau de technicité et des opérations culturales.

Au niveau national les wilayas productrices de l'ail sont sont Mila, Batna, Biskra, El Oued, Skikda, M'sila, Médéa, Tizi Ouzou, Boumerdes, Ouargla, Guelma, Constantine et Oum El Bouaghi (tableau 4).

La culture de l'ail à Mila s'inscrit de manière régulière dans la stratégie du gouvernement visant à réduire les importations. Lancée à titre expérimental en 2010 dans le sud de la wilaya de Mila, la culture de l'ail couvre aujourd'hui plus de 60% du besoin national. La stratégie adoptée par la DSA est prometteuse. La culture de l'ail ouvre des nouvelles perspectives plus importantes à la profession. Elle est lancée en phase de production sur une parcelle de 345 ha, et pratiquée actuellement dans toute ses communes du sud de la wilaya, sur des étendues couvrant 1900 ha, soit près de six fois la superficie exploitée huit ans plus tôt.

La DSA a introduit cette culture dans son programme de production et lui accorde actuellement une importance particulière en matière d'accompagnement technique et financier, et avec comme Objectifs de faire de Mila un pôle par excellence de l'ail et contribuer, par-là même, à la réduction de la facture des importations. La wilaya de Mila a le statut de pôle de l'ail avec ses 606 000 qx produits durant la campagne agricole 2016-2017 (tableau 4).

Tableau 4. Production et rendement de la culture de l'ail par wilaya

Wilaya	Campagne agricole 2015/2016			Campagne agricole 2016/2017		
	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
1 ADRAR	156	9 432	60,3	159	7 950	50,0
2 CHLEF	49	3 880	80,0	43	1 995	46,4
3 LAGHOUAT	20	1 000	50,0	20	1 100	55,0
4 O.E.BOUAGHI	150	43 287	289,5	173	47 108	271,9
5 BATNA	810	124 590	153,8	739	110 120	149,0
6 BEJAIA	199	11 100	55,8	187	10 890	58,2
7 BISKRA	805	72 260	89,8	812	73 500	90,5
8 BECHAR	135	6 650	49,3	115	5 135	44,7
9 BLIDA	23	1 710	76,0	30	3 930	129,9
10 BOUIRA	132	4 749	36,0	140	4 200	29,9
11 TAMANRASSET	48	1 412	29,2	39	999	25,8
12 TEBESSA	120	7 040	58,7	110	11 350	103,2
13 TLEMCEM	202	13 000	64,4	200	13 000	65,0
14 TIARET	73	4 015	55,0	90	4 650	51,7
15 TIZI-OUZOU	329	20 287	61,7	320	19 604	61,3
16 ALGER	11	1 100	100,0	4	400	100,0
17 DJELFA	93	5 870	63,1	85	5 950	70,0
18 JIJEL	231	8 721	37,8	233	9 367	40,3

Partie bibliographique

19 SETIF	199	9 422	47,3	212	10 379	49,1
20 SAIDA	43	2 500	58,1	46	2 826	61,4
21 SKIKDA	504	25 839	51,3	688	34 405	50,0
22 S.B.ABBES	57	2 394	42,0	33	900	27,3
23 ANNABA	0	0	0	4	175	50,0
24 GUELMA	257	18 605	72,4	250	16 737	66,9
25 CONSTANTINE	254	16 410	64,6	339	14 525	42,8
26 MEDEA	805	22 685	28,2	908	25 811	28,4
27 MOSTAGANEM	67	5 880	87,8	63	4 000	63,5
28 M'SILA	400	24 000	60,0	450	28 500	63,3
29 MASCARA	24	650	27,1	16	550	34,4
30 OUARGLA	125	8 396	67,4	125	7 994	64,2
31 ORAN	0	0	0	4	94	23,5
32 EL-BAYADH	54	3 940	73,6	55	3 387	62,1
33 ILLIZI	0	0	0	0	0	0
34 B.B.ARRERIDJ	123	7 159	58,2	126	6 139	48,7
35 BOUMERDES	310	17 300	55,8	210	11 500	54,8
36 EL-TARF	69	6 060	87,8	80	5 200	65,0
37 TINDOUF	0	13	50,0	2	140	70,0
38 TISSEMSILT	53	787	14,8	63	734	11,7
39 EL-OUED	500	50 000	100,0	600	60 000	100,0
40 KHENCHELA	104	3 611	34,6	98	4 021	41,2
41 SOUK-AHRAS	399	8 930	22,4	205	10 168	49,6
42 TIPAZA	129	12 200	94,6	98	5 199	53,3
43 MILA	768	406 465	529,3	1 077	606 040	562,7
44 AIN-DEFLA	190	17 100	90,0	199	17 940	90,2
45 NAAMA	97	8 120	83,7	56	5 035	89,9
46 A.TEMOUCHENT	127	4 539	35,7	165	6 734	40,8
47 GHARDAIA	101	4 315	42,7	107	4 555	42,6
48 RELIZANE	102	8 845	86,7	137	9 814	71,9
TOTAL	9 445	1 036 266	109,7	9 912	1 234 749	124,6

Ministère de l'Agriculture 2019

4.4. Importances de la culture de l'ail à Tizi-ouzou

La Wilaya de Tizi-Ouzou est caractérisée par un climat sec en été, pluvieux et froid en hiver.

Les sols sont adaptés à l'agriculture de montagne : l'olivier, le figuier et le cerisier qui

connaissent une forte concentration dans la région depuis des siècles. Les cultures maraichères trouvent leur place dans différents programmes de production.

Des statistiques fournies par la DSA de Tizi ousou (Tableau 5) indiquent que la plus grande superficie réservée à la culture d'ail est enregistrée durant la campagne agricole 2018-2019 (332.25 ha). Les meilleurs rendements sont obtenus en 2017-2018 (66qx/ha) et les plus faibles rendements sont enregistrés en 2014-2015 (57qx/ha).

La baisse de la production d'ail enregistré durant la période 2016-2017 a provoqué une élévation des prix (2000 DA le kg), par rapporta un prix initial de 80 DA le kg.

Tableau 5. Superficie, production et rendement de la culture d'ail pour la période 2014-2019

Campagne agricole	Superficies (ha)	Productions(qx)	Rendements (qx/ha)
2014/2015	289	16 400	57
2015/2016	329	20 287	61.66
2016/2017	320	19 604	61.26
2017/2018	331	21 888	66
2018/2019	332.25	20 332	63

DSA 2019

5. Caractères morphologiques

L'ail est une espèce monocotylédone, annuelle ou bisannuelle, herbacée, potagère et peut se comporter en vivace, appartenant à la famille des Liliacées. Tous les *alliums* présentent une structure analogue : le plateau conique représente la tige engainante qui produit une succession de feuilles cylindriques emboîtées et le limbe foliaire présente des structures diverses (Figure 2).

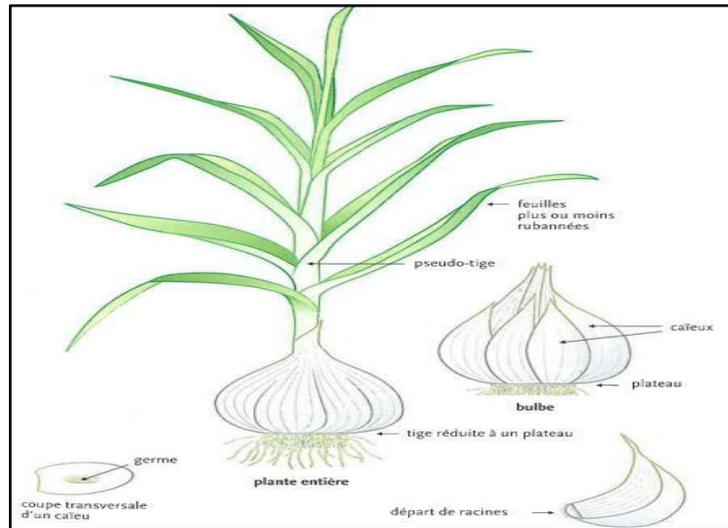


Figure2. Dessin d'une plante d'ail, d'un bulbe et d'un caïeu (Botineau, 2010)

a) Le bulbe

L'Ail commun est une plante géophyte, capable de passer la mauvaise saison en restant enfouie dans le sol grâce à la persistance souterraine de ses organes vitaux sous la forme d'un bulbe (Botineau, 2010).

Le bulbe est composé de 10 à 20 caïeux issus des bourgeons axillaires différenciés à la base des gaines foliaires, il est revêtu de plusieurs tuniques protectrices, formées des gaines foliaires élargies des dernières feuilles. L'assemblage des caïeux autour de l'axe court forme le plateau du bulbe.

Le bulbe peut être de couleur blanche, rosé ou violacé.

b) Le caïeu

Le caïeu est entouré d'une tunique protectrice, possédant au centre un petit bourgeon. Chaque caïeu comporte une seule gaine foliaire charnue avec 1 à 2 gaines coriaces et dures jouant le rôle de la tunique, ils sont sessiles (insérés sur le même plateau) et capable tout un chacun de redonner un nouveau bulbe (Maurice, 2015) (Figure 2).

La survie de l'espèce est assurée par multiplication végétative, permettant de donner de nouveaux plants. La multiplication par graine est difficile, cependant Etoh (1986) a réussi à obtenir des plants bulbeux à partir des graines prélevées de l'inflorescence (hampe florale) par culture in vitro.



Figure 3. Bulbe d'*Allium sativum* et ses caïeux (Gerbeaud, 2008)

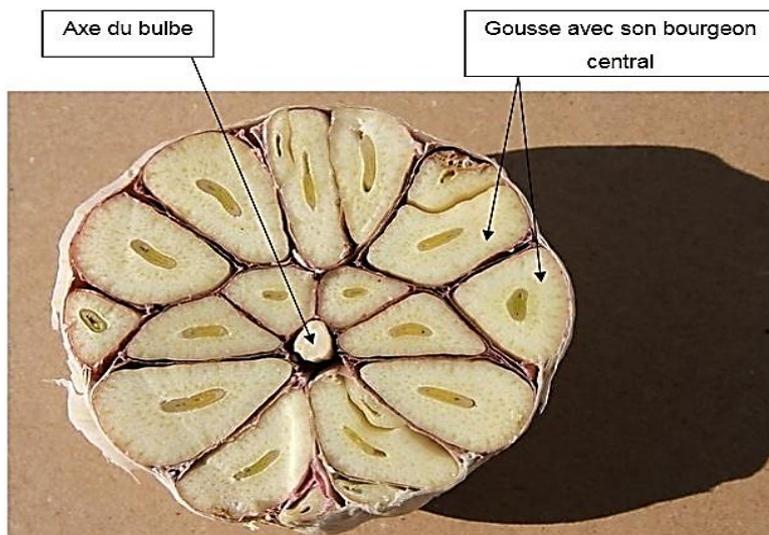


Figure 4. Coupe transversale d'un bulbe d'Ail cultivé (Gerbeaud, 2008) (Dupont et Guignard, 2012)

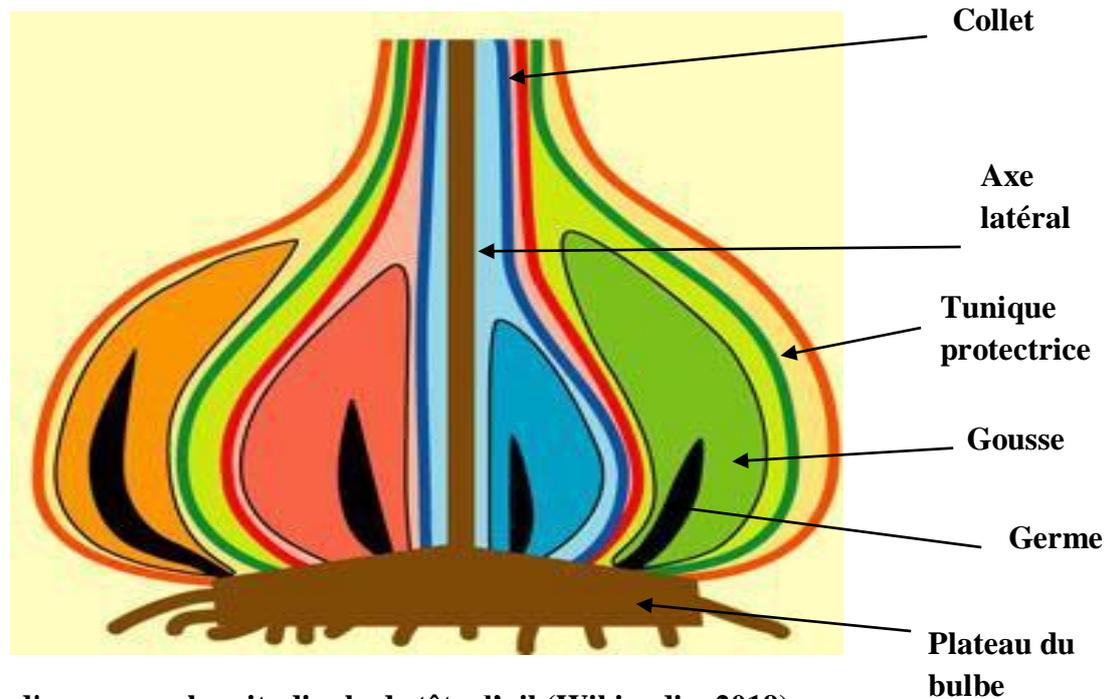


Figure 5. Schéma d'une coupe longitudinale de tête d'ail (Wikipedia, 2019)

c) Racines, tige et feuilles chez l'ail

-Les racines

Les racines de l'ail partent et prennent naissance sous le bulbe, au niveau du plateau du bulbe correspondant à la tige souterraine. Elles sont très régulières, denses, coordonnées par des mycorhizes qui assurent l'alimentation en acide phosphorique à partir des réserves qui se trouvent insoluble dans le sol (figure 6).



Figure6. Racines adventives chez *Allium sativum* (Tredoulat)

- La tige

Chez l'ail la tige mesure en moyenne 40 cm de hauteur, mais elle peut amplement la dépasser jusqu'à atteindre 150 cm. Elle sort de la partie centrale du bulbe. C'est une pseudo-tige formée par l'emboîtement des gaines foliaires, provenant du plateau (Figure N°2)

- Les feuilles

Les feuilles sont alternées, glabres, plates à nervures médianes bien marquées à limbe linéaire. On compte entre 10 et 12 feuilles (Leroux, 1993) (Figure 7)

Les feuilles sont réduites au pétiole qui est élargi en gaine à sa base de façon tubulaire, on dit qu'elles sont engainantes. Le froissement des feuilles dégage une odeur originale typique caractéristique de l'ail. Les feuilles des alliums ont une durée de vie limitée, elles se dessèchent au fur et à mesure que le bulbe grossi.



Figure 7. Feuilles de la plante d'ail (photo originale, 2019)

6. Appareil reproducteur de l'ail

6-1. L'inflorescence : Il s'agit d'une ombelle simple sphérique, protégée par deux bractées soudées appelées spathe. A la floraison l'inflorescence s'ouvre sur un côté. L'ombelle apparaît à l'extrémité d'une hampe florale pleine (ou tige florale), d'abord enroulée en crosse, puis qui se redresse et devient rigide (Figure 8)

L'inflorescence n'apparaît que rarement chez la plupart des cultivars, et certaines variétés d'ail ne produisent pas de hampe florale (Leroux, 1993).

La multiplication végétative permet de faire apparaître à l'extrémité des hampes des bulbilles. Ce sont de petits caïeux aériens de taille d'un grain d'orge renfermés dans une capsule. Ces bulbilles sont capables de redonner des têtes d'ail, et participent ainsi à la survie de l'espèce. L'ombelle peut être composée à la fois de fleurs et de bulbilles, ou uniquement de

bulbilles (Figure 9). Le nombre de ces bulbilles et leur couleur est en fonction de la variété, et de la période de production d'ail (Allen, 2009).



Figure 8. Hampe florale et sa fleur en bouton chez *Allium sativum* (Le petit mas, 2013)



Figure 9. Bulbilles d'ail chez la variété Porcelain (Allen, 2009)

6-2. Les fleurs : Les fleurs d'ail sont régulières, et hermaphrodites, dioïques, les organes mâles et femelles sont présents dans la même fleur.

Elles sont peu nombreuses, voire même le plus souvent absentes. Les fleurs sont de couleur blanche à rose. Il existe néanmoins des exceptions, notamment chez l'ail d'ornement où les fleurs peuvent être violettes, ou jaune d'or vif comme chez *Allium moly*.

On observe pour chaque fleur :

- Un périanthe à 6 sépales libres,
- 6 étamines libres,
- Un gynécée formé de 3 carpelles soudés donnant un ovaire super triloculaire.

Le style est unique et trilobé. Chaque loge de l'ovaire contient 2 ovules ou plus de forme anatropes ou campylotropes.



Figure10. Fleurs en ombelle chez l'ail (Le petit mas, 2013).

6-3. Le fruit :

Le fruit chez l'ail est une capsule loculicide à trois loges. L'espèce privilégie la multiplication végétative qu'à la reproduction sexuée pour assurer sa survie.

7. Caractères phénologiques :

Chez l'ail le cycle phénologique se déroule en 4 phases

7-1. Période de dormance:

Le bulbe récolté à maturité est à l'état dormant. Les caïeux nouvellement récoltés sont incapables de germer aussitôt. Seule une exposition à des températures fraîches permet de lever cette dormance. La température la plus efficace se situe à environ 7.5°C (Messiaen, 1993).

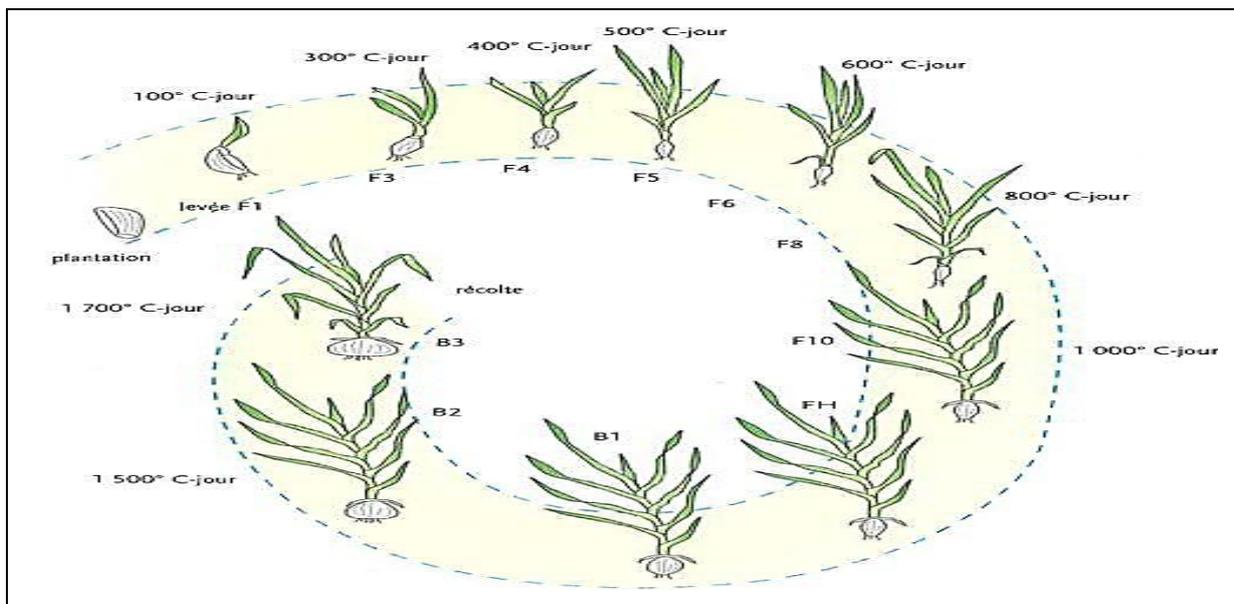
7-2. Zéro de végétation

Le zéro de végétation est de 0°C. La somme des températures calculée à partir de zéro de végétation nécessaire à l'émission d'une nouvelle feuille est de 90°C-jour à 100° C-jour. Les variétés cultivées émettent plus ou moins 13 feuilles avant d'arrêter la croissance :

7-3. Croissance des bulbes ou bulbaison

Les bourgeons axillaires, situés à l'aisselle des feuilles rubanées, se différencient et se renflent en caïeux, dont l'ensemble constitue le bulbe. Le poids du bulbe augmente dès que la croissance des parties aériennes s'arrête. Le suivi du rapport du diamètre du bulbe sur le diamètre du caïeu initialement planté (indice de bulbaison) permet de mettre en évidence trois phases de croissance du bulbe :

- Première phase** : les premières feuilles se développent à partir des réserves de ce caïeu (le diamètre du bulbe correspond à celui du caïeu)
- **Deuxième phase** : La jeune plante a épuisé les réserves du caïeu. La croissance des parties aériennes et souterraines est équivalente (l'indice de bulbaison reste stable).
- Troisième phase** : Augmentation du poids du bulbe au profit des parties aériennes qui commencent à faner, le bulbe grossit régulièrement jusqu'à la récolte (l'indice de bulbaison augmente avec le poids sec du bulbe (Espagnacq, 1988) (Figure 11).



F1 à F10 : phases de croissance végétative

FH : production d'une hampe florale

B1 à B3 : grossissement du bulbe

Figures 11. Stades phénologiques de l'ail (variétés d'automne) (Espagnacq, 1988)

8. Condition de culture

La culture d'ail se fait sur une large gamme de sols, et préfère les sols légers, et bien drainés, riches en matière organique et qui possèdent une bonne capacité de rétention en eau et bien pourvu en éléments nutritifs.

Les sols lourds ne sont pas recommandés puisqu'ils ont tendance à se compacter et à durcir durant les périodes sèches et à limiter l'expansion des bulbes qui prennent une forme irrégulière (OMAFRA, 2002). Les sols sableux et trop légers exigent une fertilisation fréquente afin d'assurer le maintien de la fertilité des sols. La grosseur des bulbes est directement liée à la croissance végétative de la plante : plus la tige sera grande et développée avant l'initiation du développement du bulbe et des gousses, plus les rendements seront élevés (Anonyme, 2004).

Le pH idéal se situe entre 6,5 et 7,0 et le chaulage doit être ajusté avant la plantation. Les caïeux peuvent tolérer des gels allant jusqu'à -18°C mais il est important que l'endroit de la plantation bénéficie d'une bonne couverture de neige pour assurer un bon taux de survie (OMAFRA, 2002).

9. Itinéraire technique chez l'ail

9.1. Les principales variétés

Il existe un très grand nombre de variétés différentes d'ail selon leur taille, leur couleur et leur saveur, il y a des variétés d'automne (Blanc ou violet) et des variétés de printemps (Rose) (Tableau N° 06).

Tableau 6. Les variétés d'ail d'automne.

	Couleur des bulbes	Dormance	Précocité à la Récolte	Conservation
<i>Thermidrome</i>	Blanc	Moyenne	20 juin	Moyenne(7 à 8 mois)
<i>Messidrome</i>	Blanc	Moyenne	20 juin	Moyenne
<i>Corail</i>	Blanc	Moyenne	Tardif (fin juin)	Moyenne
<i>Jolimant</i>	Blanc	Moyenne	20 juin	Moyenne
<i>Germidour</i>	Violet	Moyenne	Précoce (début juin)	Moyenne

ITCMI 2019

Tableau 7. Les variétés d'ail de printemps

	Couleur des bulbes	Dormance	Précocité à la Récolte	Conservation
Goulurose	Rose	Elevée	Tardive (juillet)	Bonne(10 mois)
Ibérose	Rose	Elevée	Tardive	Bonne
Edenrose	Rose	Elevée	Tardive	Bonne
Jardirose	Rose	Elevée	Tardive	Bonne
Arno	Blanc	Elevée	Tardive	Bonne

(ITCMI, 2019)

- Variétés les plus cultivées en Algérie

Les variétés d'ail les plus cultivées en Algérie sont : Rouge local, Rouge de Béchar, Rose de Kabylie, Violet de Kadours, et la rose de Kabylie (ITCMI, 2019)

Partie bibliographique



Messidrôme



Thermidrôme



Ibérose



Germidour



Jolimant



Jardirose



Printanor



Corail

Figure12. Différentes variétés d'ail les plus cultivées en Algérie (ITCMI , 2019)

9.2 Mise en place de la culture

1.Époque de plantation

Il n'existe pas chez l'ail des types variétaux « automne » et « printemps » marqués, comme chez le blé par exemple: toutes les variétés peuvent être plantées aussi bien en novembre qu'en mars. Cependant, il est inutile de planter à l'automne les types à très forte dormance. Ils ne sortiront de terre qu'au début de l'année suivante et risquent de différencier trop de bourgeons axillaires avant que la bulbification ne se déclenche, les bulbes seront surgoussés (caïeux excentrés) ou éclatés. Si en revanche, des variétés à faible dormance sont plantées en janvier-février, elles risquent de ne pas différencier assez de feuilles pour donner un nombre normal de caïeux ; plantées en mars, elles peuvent même donner un caïeu unique rond. Il y a donc, pour chaque variété, une date optimale de plantation sous un climat donné (Messiaen, 1996).

2. Types de sol et choix de la parcelle

Les sols argilo-calcaires peu caillouteux qui se ressuent bien ainsi que les sols limono-argileux non battants conviennent parfaitement.

Les sols trop légers sableux sont à éviter, sauf s'ils ont la possibilité d'être irrigués et les sols acides décalcifiés sont peu favorables.

Les sols riches en matière organique sont intéressants en raison de leur forte capacité de rétention en eau et de leur richesse en éléments nutritifs.

Le précédent cultural est primordial dans le choix de la parcelle, de même que la rotation avec une culture du genre allium (ail, oignon, échalote, poireau, ciboules...) pour laquelle 5ans minimums ont à respecter en raison des risques sanitaires (champignons du sol et nématode Ctifl, 2012 ».

3. Préparation du sol

- Un prélèvement du sol pour analyser sa composition en éléments physico-chimiques est obligatoire, Cette analyse permettra d'apporter les éléments fertilisants nutritifs nécessaires pour compenser le déficit.
- L'exposition de la parcelle est importante puisque l'ail a besoin d'ensoleillement. (Maurice, 2015).
- Préparation du sol (labour superficiel) et élimination des adventices pérennes,
- Ajustement du pH(6 , 5 à 7)
- Fertilisation organique et fertilisation phospho-potassique.

4. Préparation des caïeux pour la plantation

Les caïeux sont détachés des bulbes «égoussage» dans un laps de temps court juste avant la plantation, car isolés, ils se conservent mal (figure 13).

Les conditions de séchage des bulbes conditionnent la facilité de cette opération : il est plus facile d'égousser les caïeux des bulbes secs que de bulbes humides.

Les caïeux doivent être bien conservés secs et d'un gros calibre et d'un poids important.



Figure13. Préparation des caïeux pour la plantation (photo originale, 2019)

5. Plantation

La plantation est réalisée de façon mécanique ou manuelle. La mise en terre mécanique des caïeux est moins régulière qu'à la main, mais elle est plus rapide, moins pénible et d'un moindre coût. Avec la plantation mécanique, le taux de levée, le rendement et la qualité sont supérieurs à la plantation manuelle (Figure 14).

Les caïeux sont plantés un à un, de façon verticale avec la pointe dirigée vers le haut (Allen, 2009). Chaque caïeu planté donnera un bulbe d'ail (Maurice, 2015).

Une adaptation des densités de plantation en fonction du calibre planté est toute fois nécessaire (Ctifl, 2012), généralement on espace les lignes de 30 à 50 Cm et les caïeux sont espacés de 10 à 15cm pour une profondeur de plantation de 3cm.



Figure14. Plantation des caïeux d'ail

6.Fertilisation

Rôle des éléments minéraux majeurs

- **L'azote:** intervient sur le développement foliaire (nombre et taille des feuilles), augmente le nombre de caïeux par bulbe, le rendement, le taux de sucres des caïeux. En excès, il entraîne la baisse du taux de matière sèche des bulbes.

-**Le phosphore:** à des effets proches de ceux décrits pour l'azote hormis pour la production des caïeux par bulbe, l'ail est plus exigeant en azote qu'en phosphore. De même, le phosphore intervient peu sur le taux de sucre et la densité spécifique des bulbes.

-**Le potassium:** agit positivement sur le poids des bulbes et le rendement. Antagoniste du calcium, il peut participer à une déficience en calcium des tissus en formation.

-**Le calcium:** est un constituant des parois cellulaires et agit sur leur perméabilité.

-**le soufre:** entre dans la composition des composés aromatiques des bulbes.

- Consommation en éléments minéraux

La consommation en éléments minéraux est liée au développement de la culture. Dans des conditions pédoclimatiques et agronomiques favorables, ils permettent à la plante d'exprimer au mieux son potentiel de production.

La redistribution des éléments au profit du bulbe, organe de réserve, est liée au développement de celui-ci. Ainsi, jusqu'au stade bulbaison, la nutrition azotée du bulbe résulte d'une mobilisation des réserves cumulées dans les feuilles. Par la suite, outre le transfert à partir des feuilles, qui jaunissent et se dessèchent, l'azote est aussi fourni par les racines. Avec la bulbaison qui marque la fin de l'initiation des feuilles et le point de départ du grossissement du bulbe, les quantités en élément minéraux augmentent dans cet organe

parallèlement à sa production de biomasse (Espagnacq, 1988).

7. Irrigation

7.1- Besoins en eau de la culture :

Il est nécessaire d'irriguer pour permettre la croissance des racines et assurer une bonne levée et éviter ainsi les pourritures des caïeux (Champignon) lors de la formation des caïeux et du grossissement des bulbes, période de besoins les plus importants. Toute déficience en eau durant cette période entraîne une perte de rendement.

L'irrigation est particulièrement nécessaire en cas de déficit pluviométrique, ainsi de la formation des caïeux et du grossissement des bulbes, sont les deux phases où les besoins en eau sont les plus importants. Les besoins de l'ail en eau sont de 500m³/ha.

Un sol sec et tassé durant cette période peut aussi entraîner la déformation de bulbes. Elle doit être maintenue jusqu'à maturité complète de l'ail.

7.1.1-Modes d'apport

On prévoit deux modes d'apport d'eau

-Par aspersion

L'aspersion soit avec enrouleur, soit par arroseur. L'irrigation en couverture intégrale (arroseurs sur perches et tubes polyéthylène ou aluminium) est mieux adaptée à une culture telle que l'ail.

-Par Irrigation goutte-à-goutte

L'irrigation au goutte à goutte est la technique la plus économique et la plus efficace ; mais en raison du coût élevé dès son installation, elle se justifierait plutôt en production de semences. L'apport d'eau peut être couplé à un apport d'éléments fertilisants (ferti irrigation), ce qui facilite et optimise la fertilisation (Figure 15).



Figure15.Irrigation de l'ail au goutte-à-goutte (photo originale, 2019)

8. Désherbage

L'ail se développe lentement et son cycle de culture est long: le désherbage s'impose surtout pour l'ail implanté en automne.

8.1- Désherbage chimique

Le désherbage chimique de l'ail devient de plus en plus difficile en raison de la raréfaction des démarches à l'homologation des désherbants. Actuellement, seulement 6 substances actives sont inscrites à l'annexe I de la directive 91/414/CEE du 15 juillet 1991 utilisables sur ail.

Exemple :

-Le désherbage prélevée de l'ail et des adventices : Isoxaben (substance active), Cent 7 (Exemple de spécialités commerciales) dose 2 l/ha un traitement chaque 2 ans, contre les dicotylédones annuelles, Préférer une application sur sol humide.

-Désherbage Post levée de l'ail et des adventices : Pyridate (substance active), Lentagran (Exemple de spécialités commerciales). Anti-dicotylédones, en une application pleine dose ou en fractionnement (conseillé) afin de contrôler les levées échelonnées des adventices (1kg/ha jusqu'à 2 feuilles).

8.2- Désherbage mécanique

-Technique du faux-semis

Cette technique consiste à préparer un lit de semence plusieurs semaines avant la mise en place de la culture pour faire lever les adventices et les détruire aussitôt après.

La destruction du faux-semis doit se faire de préférence par des moyens mécaniques, tels la herse. Cette technique a des avantages sur la lutte contre les adventices et également contre les ravageurs du sol (destruction des abris et des œufs), elle a aussi ses limites : la préparation du sol doit se faire longtemps avant l'implantation de la culture, et ne s'applique qu'aux herbes annuelles car elle ne détruit pas les vivaces.

-Binage et le sarclage

La technique qui consiste à couper ou à déraciner les jeunes adventices, permet par ailleurs de détruire la croûte de battance, d'aérer, de réchauffer le sol et de favoriser la nitrification. Elle offre l'occasion de faire un apport d'engrais.

Cette opération doit se faire sous des conditions climatiques favorables : période sans pluie et sol sec, de façon à favoriser le déchaussage des adventices et leur séchage sur place.

9. Techniques agronomiques

Certaines pratiques agronomiques peuvent compléter les techniques précédentes sachant qu'aucune utilisée seule n'est efficace à 100 %.

9.1-Rotation des cultures

La rotation des cultures représente un intérêt pour l'ail. En effet, outre son aspect obligatoire pour limiter les problèmes parasitaires, elle permet la succession de différentes espèces cultivées, de limiter la multiplication et le développement des adventices et de gérer le stock semencier du sol. En effet l'alternance des molécules utilisées pour le désherbage réduit les risques de résistances et rend plus facile la gestion à long terme des adventices.

9.2- Paillage du sol

Peu utilisée en culture d'ail; paillé avec film noir ou opaque thermique; les adventices se développent peu, sauf dans les inter-planches et les trous de plantation. Dans quelques secteurs de production précoce, le paillage se fait avec du film transparent, mais ceci nécessite un désherbage chimique avant la plantation.

L'avantage du paillage est le maintien de l'humidité du sol, ce qui permet de limiter les irrigations.

9.3-Solarisation

C'est une désinfection solaire, obtenue avant la plantation en recouvrant le sol d'un film plastique transparent de 30 à 50µm d'épaisseur, après un arrosage à la capacité au champ, pendant trois semaines entre la fin mai et le 5 juillet.

Le film plastique assure la transmission du rayonnement solaire au sol et permet une augmentation de sa température au-delà de 40°C. L'eau stockée permet de diffuser la chaleur en profondeur par conduction, stérilisant ainsi la plupart des semences d'adventices.

9.4-Suppression de la hampe

Les variétés à collet épais produisent une hampe florale. Des recherches ont montré que lorsqu'on laisse les hampes sur les plants, le rendement en bulbes peut diminuer jusqu'à 30%, car l'énergie est utilisée pour la production de bulbilles plutôt que pour le développement du bulbe. Supprimer les hampes en les brisant ou en coupant la tige juste après son recourbement et avant son redressement.



Figure 16. Ablation de la hampe florale en la coupant (Variété printanière ail Rose de LAUTREC)

10. Maladies et ravageurs

L'ail peut être touché par diverses maladies ou prédateurs. Compte tenu de la biologie de certains bio-agresseurs (champignon, insectes, et virus) les maladies peuvent survenir à différentes étapes du cycle de la plante: par exemple au cours de conservation, au début et fin de culture.

Tableau 8. Les principales maladies de l'ail (ITCMI Issers , 2018)

TYPE	SYMPTÔMES	EPOQUE	METHODE DE LUTTE
<p>ROUILLE <i>Puccinia allii</i></p>	<p>Taches rouge orangées qui attaquent la face intérieure de la feuille provoquent un dessèchement de la plante en cas de fortes attaques.</p>	<p>Avril-Mai. Lorsque les attaques sont précoces on peut voir apparaître les pustules dès le mois De mars</p>	<p>Arrachage des plants malades et pulvérisation d'une solution à base de cuivre</p>
<p>POURRITURE BLANCHE <i>Sclerotinium Cepivorum</i></p>	<p>Jaunissement unilatéral Des limbes. Apparition d'une moisissure blanche et sur les bulbes et les racines deviennent pelucheuse (sclérote).Le champignon se conserve dans le sol de nombreuses années.</p>	<p>Les premiers dégâts peuvent apparaître dès le stockage. C'est au printemps que la maladie est la plus spectaculaire.</p>	<p>-Semences certifiées. *Rotation d'au moins 5 ans. *Couper les parties atteintes en cas de faibles attaques *Pulvérisations de solutions à base de cuivre (Allen , 2009)</p>

Partie bibliographique

<p>POURRITURES DIVERSES <i>Botrytis,sp., Penicillium sp., Fusarium oxysporum</i></p>	<p>Mauvaises levées. Plantes qui jaunissent et restent chétives. Pourriture des caïeux</p>	<p>Peuvent se manifester sur des caïeux en attente de plantation sous forme de mycélium grisâtre bleu-vert ou de pourritures molles. A la levée des plantes pourriture rose</p>	<p>-Ne pas provoquer de blessures lors de l'égoussage. -Utilisé des caïeux fermes et bonne couleur (Blanchatre).</p>
<p>SUIE <i>Helminthosporium allii</i></p>	<p>Noircissement des Ecaïlles externes de l'ail (feutrage gris-noir)</p>	<p>Au cours de la conservation</p>	<p>-Sécher rapidement</p>
<p>MOUCHE DE L'OIGNON</p>	<p>Les mouches pondent leurs œufs entre la tige et les racines. Les asticots attaquent le bulbe et le détruit (Clébert, 1987)</p>	<p>Rare en année moyenne. Risque si printemps chaud</p>	<p>- Pièges -Arraché les plants malades. -Pulvérisé avec une infusion de Tarraisie</p>

Partie bibliographique



Symptôme de nématode sur l'ail



Symptôme de dégâts liés à la mouche



Dégâts de *thrips tabaci* sur feuille



Dégât de *Dyspessa ullula*



Dégâts d'*Acaria tulipae*



Dégât de *Fusarium* sur bulbe



Symptôme foliaire de la rouille



Symptôme d'*Alternaria* sur feuille

Figure 17. Différentes maladies et ravageurs de l'ail (ITCMI , 2019)

11. Récolte de l'ail

La récolte de l'ail dépend de la région de culture et de la variété.

Le stade de récolte ultime est atteint lorsque les bulbes ne sont plus couverts que par trois peaux.

Si on récolte trop tôt le bulbe ne sera pas à maturité, l'enveloppe des gousses ne sont pas encore formés.

Si on récolte trop tard les bulbes éclateront dans le sol (égoussage), le meilleur moment de la récolte lorsque les feuilles sont jaune et desséchés à 50%.

L'ail est récolté avec ou sans ses feuilles (ail équeuté). Une fois récolté, il faut l'enlever rapidement du champ (en quelques jours maximum) pour le mettre à sécher en entrepôt, pour ne pas qu'il soit abîmé par le soleil.

On éliminera de la récolte les bulbes endommagés ou atteints de maladie pour ne pas contaminer les autres.

Dans la figure 18, les feuilles n°1, 2 et 3 situées sous les feuilles axillaires sont encore vertes, tandis que la feuille n°4 est desséchée: arraché à ce stade, le bulbe sera couvert par 3 peaux (Regourd, 2009)

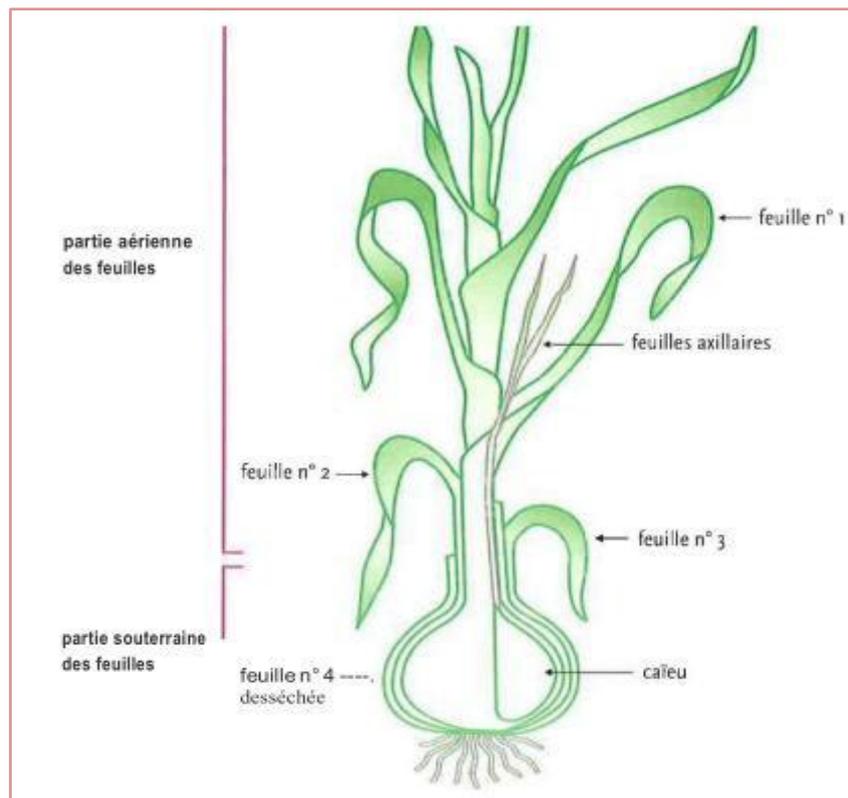


Figure 18. Illustration du stade de récolte

12. Séchage

Le séchage est primordial pour obtenir un ail de qualité, sans «suies noires», provoquées par un champignon saprophyte *Embellisiaallii* qui se développe quand l'humidité est élevée.

Les bulbes finalisent leur maturité et prennent une teinte définitive caractéristique pour chaque espèce.

L'entrepôt doit être sec bien aéré et ventilé. Les bulbes sont tressés en nattes en bouquets, coupés, étendus au sol ou dans des caisses en bois.

Différents systèmes de séchage :

- * traditionnel en fanes «à la barre» ou « à la pente ;
- * En fanes en couloir ventilé ;
- * Equeuté en palox ;
- * Avec fanes en palox

Le séchage traditionnel de l'ail en paquet «à la pente» nécessite deux mois alors que le séchage dynamique de l'ail équeuté lors de la récolte, consistant à faire circuler un flux d'air à travers la masse d'ail pour favoriser l'évaporation de l'eau, permet d'obtenir un ail sec au bout de 4 semaines. La ventilation est réalisée jusqu'à ce que les bulbes aient perdu 35 à 40% de leur poids initial, valeur à la quelle on considère que l'ail est sec.



Figure 19. Séchage à la barre
(Wikipedia, 2017)



Figure 20. Séchage en palox (Wikipedia, 2017)

12. Conservation

La réussite de la conservation de l'ail est liée à l'état sanitaire des bulbes. Elle se fait différemment selon qu'il s'agisse d'ail de consommation ou d'ail destiné à la production de semence.

La conservation se fait à l'air ambiant à l'abri de la lumière ou dans des chambres froides avec des températures comprises entre -1°C et 1°C.

14. Exigences réglementaires de commercialisation

L'ail est soumis au niveau européen aux règles de commercialisations du Règlement d'Exécution (UE) N°543/2011 du 7 juin 2011. Ce Règlement, d'application obligatoire, définit la notion de qualité saine, loyale, et marchande et précise les exigences minimales requises en matière de qualité et de maturité du produit (tableau 9).

**Tableau 9. Exigences minimales en matière de qualité et de maturité
(Règ. [UE] n° 543/2011)**

Exigences minimales en matière de Qualité	Exigences minimales en matière de Maturité
<p>Dans la limite des tolérances admises, l'ail doit être :</p> <ul style="list-style-type: none">- Intact- Sain (l'ail atteint de pourriture ou d'altération qui le rend impropre à la consommation est exclu)- Propre, pratiquement exempt de corps étrangers visible.- Pratiquement exempt de parasites- Pratiquement exempt d'altérations de la pulpe dû à des parasites- Exempt de toute odeur et/ou saveur étrangères- L'ail doit être dans un état lui permettant : De supporter le transport et la manutention- D'arriver dans un état satisfaisant au lieu de destination.	<p>-L'ail doit être suffisamment développé et présenter une maturité suffisante, sans toute fois être trop mur.</p>

15. Critères de qualité

- Qualité visuelle et fermeté

Les critères de qualité retenus pour l'évaluation d'un lot d'ail sont essentiellement visuels et tactiles.

- Le bulbe doit posséder des caïeux ou gousses charnus, serrés et fermes au toucher.
- Les racines doivent être coupées au ras du plateau racinaire pour les gousses sèches.
- Les gousses doivent être saines sans germes visibles.
- La tunique extérieure doit être de couleur homogène caractéristique du type variétal, sans tache ni déchirure.

Certains opérateurs se basent sur l'application de la Norme CEE ONU FEV-18 pour contrôler la qualité des aulx réceptionnés, selon les 3 catégories Extra, Catégorie I et Catégorie II, définies dans le tableau 10 (ce contrôle n'est rendu possible que si les opérateurs en amont de la filière ont appliqué cette norme).

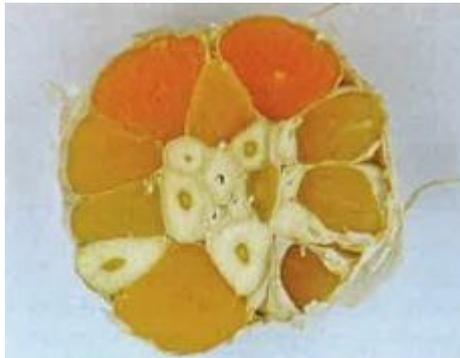


Figure 21. Dégât dû au gel d'un bulbe d'ail (Wikipedia, 2019)

Tableau10. Caractéristiques qualitatives et norme de tolérances par catégorie d'ail
 (Source: Norme CEE-ONU FV-18, édition 2010, diffusée le 3/02/2011)

Disposition	Catégorie extra	Catégorie1	Catégorie2
Valeur Commercial	Qualité supérieure	Bonne qualité	Qualité marchande
<i>Caractéristique qualitative</i>			
Bulbe ou tête	Entier Bien nettoyé	Entier	Cf. caractéristiques
Forme	Régulière	Relativement Régulière	Irrégulière
Caïeux ou gousses	Serrés	Raisonnablement Serrés	Absence tolérée de 3 Caïeux au maximum
Racines	Coupées au ras du bulbe pour aulx secs	-	-
Défauts	Pas de défauts, excepté de légères altérations superficielles	Légers défauts admis ; -petites déchirures de la pellicule extérieure du bulbe	Défauts admis -déchirures ou absence de certaines parties de la pellicule extérieure du bulbe -lésions cicatrisées -légères meurtrissures

Calibres

Le calibre est déterminé par le diamètre maximal de la section équatoriale. La Norme CEE-ONU FV-18 établit une échelle de calibrage et des tolérances en fonction des catégories d'ail (tableau 11).

Tableau 11. Calibrage et tolérances par catégorie d'ail

Disposition	Catégorie extra	Catégorie1	Catégorie2
Valeur commercial	Qualité supérieur	Bonne qualité	Qualité marchande
Calibrage			
Échelle de calibrage	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
Diamètre mini	45 mm	30 mm	30 mm
Tolérances de calibrage			
Fourchette de calibre pour bulbes d'un même emballage	Cette fourchette ne doit pas être dépassée -15 mm si le diamètre du plus petit bulbe est inférieur à 40 mm -20 mm si le diamètre du plus petit bulbe est inférieur ou égale à 40 mm		
Tolérance	10 % en poids		

(Source: Norme CEE-ONUFFV-18, édition 2010, diffusée le 03/02/2011)

MATERIELS ET METHODES

II. Matériel et méthodes

L'objectif de notre étude est la caractérisation de cinq variétés d'ail alimentaire d'espèce *allium sativum* cultivées à l'Institut Technique des cultures maraichères et industrielles des Issers (ITCMI), quatre variétés certifiées importées qui sont : Thermidrôme, Messidrôme, Fructidor, Germidour et une variété locale nommée Fellah. L'observation et le suivi sur terrain du comportement de ces différentes variétés nous permet de choisir celle qui s'adapte au mieux aux conditions pédoclimatiques de la région.

1. Présentation de l'essai

1.1. Situation géographique de la station expérimentale

La parcelle expérimentale est localisée à l'Institut Technique des cultures maraichères et industrielles (ITCMI) des Isser, wilaya de Boumerdes, située à 1,5 km de l'axe routier Alger-Tizi-ouzou. Sa superficie est de 26,70 ha dont 24,80 ha représentent la (SAU) ; les bâtiments administratifs occupent 1.90 ha (Figure 22).

Notre essai a débuté en novembre 2018 et s'est achevé par une récolte manuelle au mois de Juillet 2019.

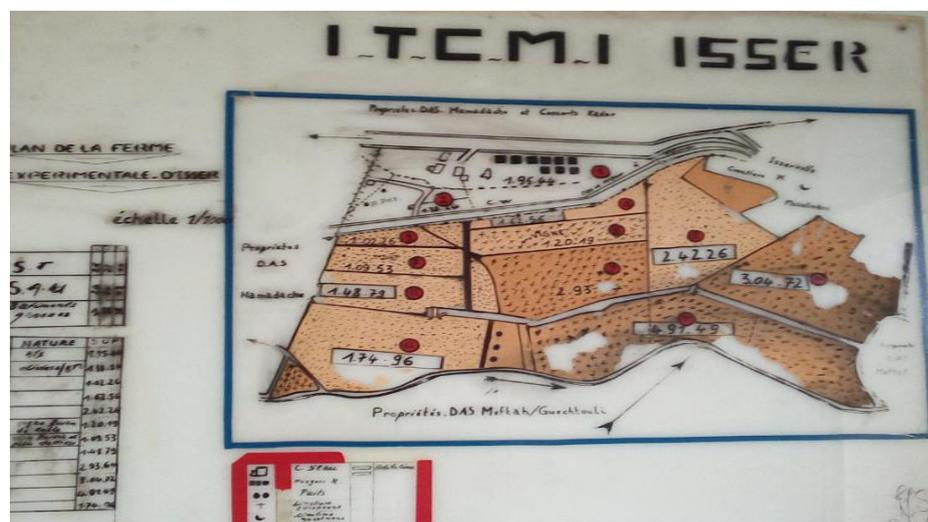


Figure 22. Plan de la ferme expérimentale de l'ITCMI (photo originale, 2019)

1.2. Le climat

Le climat est un facteur déterminant du développement de la plante et influe directement sur le rendement.

1.2.2-Température

La commune des Issers est caractérisée par un hiver doux et un été sec et chaud. Le Tableau 12 montre que les mois les plus froids de notre campagne agricole sont Janvier et Février, avec des températures moyennes respectives 9,2°C et 10,3°C, période de pleine croissance végétative, le froid a favorisé la levée de la dormance.

Les mois les plus chauds sont Juin et Juillet 2019 avec des températures moyennes de 25°C et 29,1°C. Cette date correspond à la récolte de l'ail.

Tableau12.Températures moyennes mensuelles année 2018 -2019

Année	2018			2019							
Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
T°moy mensuelle (°C)	19,1	14,9	11,9	9,2	10,7	13,5	15,3	18,8	25	29,1	28,5
T°Max moy(°C)mensuelle	24,9	20,2	17,3	14,0	16,9	19,8	22,5	27,7	32,4	35,5	35,5
T°Min moy (°C)mensuelle	15,3	11,4	7,7	5,8	6,2	8,6	11,8	13,5	16,8	21,5	23,0

(Source: Station météorologique de Boukhalfa, 2019)

1.2.3-Pluviométrie et Humidité de l'air

L'humidité influence la croissance et le développement des plants, également elle favorise l'apparition de plusieurs agents pathogènes, notamment les champignons et certains insectes (Tableau 14).

Le tableau 13, montre que le maximum des pluies (357mm) est enregistré durant la période Octobre –Novembre2018, qui coïncide avec la mise en terre des caïeux (28 novembre). La réserve hydrique du sol étant restituée, est suffisante pour répondre aux besoins d'une bonne levée.

Le Tableau 13. Précipitations mensuelles de la campagne agricole 2018 -2019

Année	2018			2019							
Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
P(mm)	182	175	44,0	187	51	51	56	35	1	11	10
P (Max en 24h)	43,0	93	34,0	41,0	28	19,0	15	14	0,8	9,0	3,1
DATE	17/oct	3/nov	14/Dec	23/Janv	2/Fev	21/Mars	1/Av	2/Mai	19/J	31/Jt	13/A

(Source : Station météorologique de Boukhalfa, 2019)

Le Tableau 14. Humidité moyenne mensuelle de la campagne agricole 2018 -2019

Année	2018			2019							
Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Humidité moy en %	76	77	83	84	76	74	77	66	60	55	59
Hum/moy mini en %	50	54	62	65	50	49	54	42	36	30	37
Hum/moy Max en %	92	91	94	94	91	90	93	89	83	78	80

(Source : Station météorologique de Boukhalfa, 2019)

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен établi à partir des données ci-dessus, a permis de déterminer la période de sèche et sa durée dans la localité d'expérimentation.

Bagnouls et Gausсен ont défini la saison sèche comme étant une période où les précipitations en millimètres sont inférieures ou égales au double des températures moyennes exprimées en degrés Celsius ($P \leq 2T$).

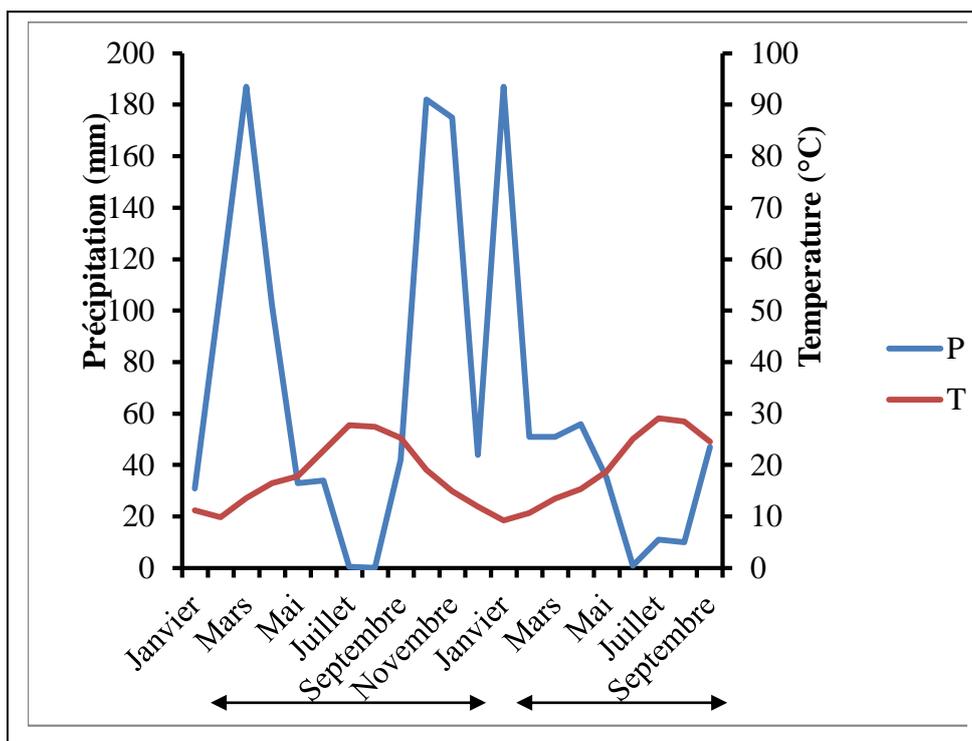


Figure 23. Diagramme de l'évolution de la température et de la pluie pour la période janvier 2018- septembre 2019.

Le diagramme ombrothermique (Figure 23) montre que la période sèche (mi-juin à mi-juillet 2019), correspond à la phase fin de croissance des plants (récolte), si les pluies surviennent pendant cette période elles auront des effets néfastes sur les rendements (le bulbe gonfle et éclate).

1.3. Parcelle expérimentale

L'essai a été conduit en plein champ sur un sol laissé en jachère pendant une année, avec une bonne exposition au soleil et une légère pente de 2%, bien aéré, friable et de texture argilo-limoneuse, avec un pH de 7.83. Le sol convient parfaitement à la culture de l'ail (Tableau 12)

Tableau 15. Résultats de l'analyse physico-chimique du sol.

Caractéristiques physico-chimiques	Profondeur 20 cm		Profondeur 20 cm	
	Résultats	Interprétation	Résultats	Interprétation
Argile (%)	32.89	Sollimoneux argileux fin	27.70	Sol limoneux argileux fin
Limon (%)	53.59		61.90	
Sable F et G (%)	13.52		10.40	
CaCO ₃ (%)	13	Moyen	14.5	Moyen
Ph	7.83	Sol alcalin	7.95	Sol alcalin

(Source ITCMI des Issers 2019)

1.4. Matériel végétal

Nous avons travaillé sur cinq variétés d'ail alimentaire dont quatre variétés importées et une variété locale appartenant toutes au genre et sous genre *Allium* de la famille des *Amaryllidaceae* dont les caractéristiques sont comme suit:

1-Variété Thermidrôme obtenue par l'INRA de France (Figure 24):

- Origine blanc de la Drôme ;
- Variété indemne de virus OYD V;
- Bulbe à tunique blanche, caïeu coloration beige ;
- Plantation automne (fin octobre – fin décembre) ;
- Variété précoce à dormance moyenne



Figure 24. Variété Thermidrôme (photo originale, 2019)

2-Variété Messidrôme obtenue par l'INRA de France (Figure 25).

Origine Blanc de la Drôme ; appartient au groupe III (classification selon les couleurs et la précocité);

- Variété régénérée indemne de virus OYDV ;
- Bulbe blanc arrondi gros (100 à 140g), caïeu crème;
- Plantation automne (octobre – décembre) ;
- Produit rarement une hampe florale ;
- Variété précoce à dormance moyenne;
- La récolte se fait en frais ou en sec ;
- Cultivar à odeur faible et à saveur douce ;
- Variété de bonne conservation (10 mois)



Figure 25. Variété Messidrôme (photo originale, 2019)

3- Variété Fructidor obtenue par l'INRA de France (Figure 26).

- Fructidor est une variété intermédiaire appartenant au groupe III, elle convient aussi bien à la culture d'automne qu'à la culture de printemps,
- Dormance élevée;
- Origine Rose d'Auvergne ;
- Variété demi tardive (récolte début à mi-juillet);
- Gros bulbe peut atteindre 130g (parfois le bulbe n'excède pas 80gr);
- Variété indemne de virus *Onion yellow dwarf virus* (OYDV)
- Bulbe à tunique blanche,
- Caïeu de couleur rose clair



Figure 26. Variété Fructidor (photo originale, 2019)

4-Variété Germidour obtenue par l'INRA de France (Figure 27)

- Variété automnale, pied d'origine le violet de Cadour ;
 - Variété régénérée indemne du virus OYDV ;
 - Bulbe est assez gros (100 à 140g), violet ou blanc strié (selon région), caïeu ivoire ;
 - supporte moins bien le froid, dormance faible ;
 - Produit rarement une hampe florale ;
 - Variété très aromatisé produit 7,5mg de l'huile essentielle par gousse de 3g ;
 - Très précoce appartient au groupe III (classification selon les couleurs et la précocité);
 - Date de plantation de septembre à novembre ;
- récolte s'étale sur 2 mois (mi avril-mi juin, récolte en frais), la récolte en sec (mi mai-mi-juillet)



Figure 27. Variété Germidour (photo originale, 2019)

5-Variété Fellah

- Variété d'un poids assez conséquent ;
- Forte odeur avec un gout piquant ;
- Coloration rougeâtre foncé ;
- Variété automnale (octobre –décembre) ;
- Variété locale cultivée dans la plupart des wilayas du nord ;
- Bonne conservation



Figure 28. Variété Fellah (photo originale, 2019)

2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental auquel nous avons opté est en bloc aléatoire complet à un seul facteur : caractérisation des variétés d'ail. Le suivi de l'essai est basé sur un échantillon de 10 plants par parcelle pris aléatoirement. Le nombre des plants concernés par les mesures et l'analyse sont de 50 plants pour chaque bloc, ce qui donne un total de 250 plants suivis dans tout l'essai.

2.1. Paramètres étudiés

L'étude de la caractérisation des variétés est basée sur le catalogue référentiel de l'Institut Italien spécialisé dans les liliacées, il traite 38 caractères morphologiques et phénologiques depuis le semis jusqu'à la récolte. Ce catalogue nous a été fourni par la station ITCMI des Issers (annexe 5).

Les paramètres mesurés sont :

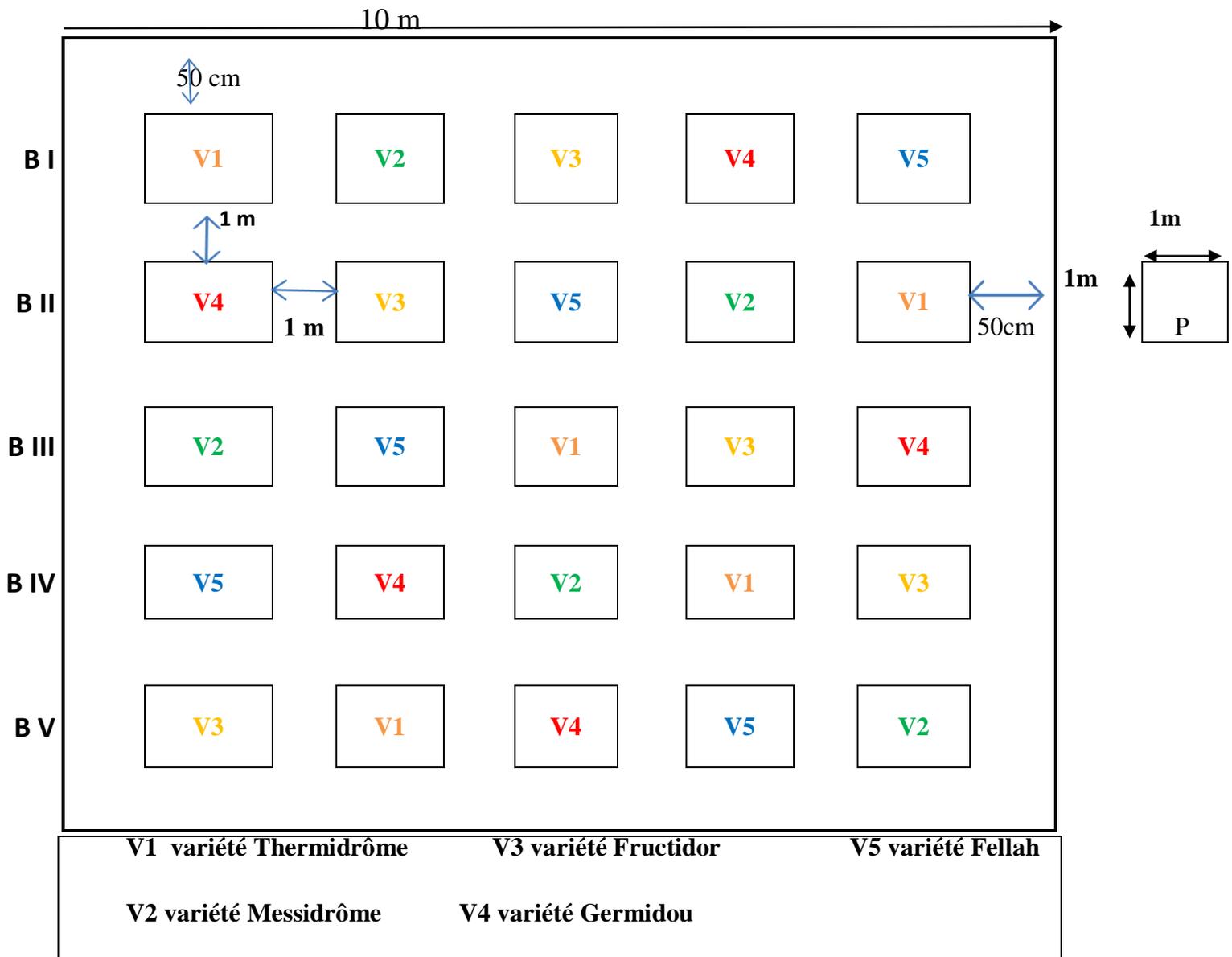
- 1-Date de germination (taux de levé de 50% de plants),
- 2- Densité du feuillage et sa couleur (observation et comptage);
- 3-Présence ou absence de hampe forale : courbure de la tige florale et présence ou absence de bulbilles.
- 4-Caïeu externe: diamètre et hauteur, couleur de la tunique, striure anthocyanique de la tunique, et couleur de la chair du caïeu ;
- 5-Bulbe : forme de la base, compacité des caïeux, couleur du fond des tuniques externes sèches, striure anthocyanique sur les tuniques externes sèches, distribution des caïeux, structure du bulbe type, position du plateau racinaire, forme du bulbe.
- 6-Epoque de maturité (récolte)
- 7 – Rendement (qx/ha).

2.2. Caractéristiques du dispositif expérimental

Les caractéristiques du dispositif expérimental de notre essai sont données par le tableau A.

Nombre de bloc	5
Nombre de parcelles par bloc	5
Distance entre parcelles	1m
Nombre de lignes par parcelle	05
Distance entre plants	15 cm
Distance entre les lignes	20cm
Densité de plantation	19 plant/m²
Longueur de l'essai	10 m
Largeur de l'essai	10 m

Schéma du dispositif expérimental



2.3. Conduite de l'essai

1. Mise en place et conduite de la culture

1.1- Préparation des variétés étudiées

Pour chaque variété certifiée, on a choisi les meilleurs bulbes. Après égoussage, on n'a retenu que les gros caïeux ayant le même poids, sains, sans blessures qui gardent encore leurs tuniques.

Les semences des variétés Thermidrôme, Messidrôme, Fructidor, et Germidou proviennent du stock de la station de l'ITCMI des Issers. Elles nous ont été fournies gracieusement par la responsable de la station.

Pour la variété Fellah, elle nous a été fournie par un agriculteur privé qui multiplie sa propre semence.

1.2- Travaux de préparation du sol

- Labour

La culture de l'ail nécessite un labour léger pour favoriser la croissance des racines. Le sol doit être bien ressuyé et parfaitement aplani. Le labour a été effectué au mois de novembre, soit trois semaines avant la mise en place de la culture, suivi d'un passage superficiel d'une charrue à disque.

La plantation est réalisée manuellement le 28 novembre 2018 (Figure 31), à une profondeur de 4 cm (2 fois la taille du caïeu).



Figure 29. Préparation de la parcelle d'essai (photo originale, 2019)

1.3 Plantation des caïeux

La date de plantation présente une importance certaine. Dans les climats tempérés, la date de plantation doit être avancée pour que les besoins en froid des caïeux soient atteints favorisant ainsi la différenciation des bourgeons axillaires.

La distance entre caïeux est de 10 à 15 cm entre eux sur la ligne et 20 cm entre les lignes, cet espacement est tributaire du calibre du caïeu, ce qui nous ramène à une densité de plantation 19 caïeux/m².

Le nombre de caïeux plantés par variété est de 95 caïeux. Ce qui correspond à 19 caïeux par parcelle pour un total de 475 caïeux pour tout l'essai. Lors de la plantation des caïeux la

pointe de la gousse est orientée vers le haut. La profondeur de plantation est de 3cm (Figure N° 32).

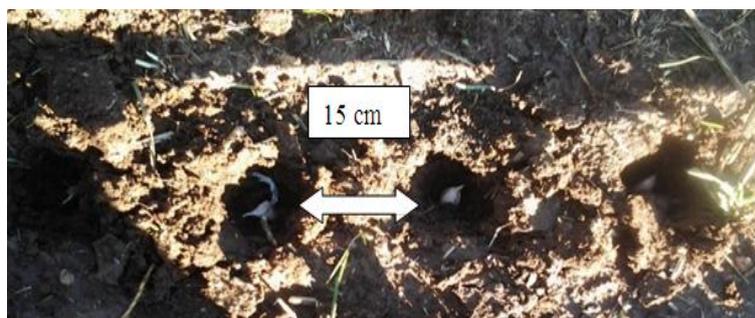


Figure 30. Semis de l'ail (photo originale, 2019)

1.4- La levée

La levée des plants à 50% a été constatée 20 jours après la date de plantation. Certains caïeux n'ont pas bien germé (plants chétifs), cela est peut être dû aux conditions de culture (Figure N°31).



Figure 31. Croissance des caïeux plantés (photo originale, 2019)

2.4. Entretien de l'essai

2.4.1- Irrigation de l'ail

Les variétés étudiées sont des variétés précoces qui ne sont pas exigeantes en eau. D'autant plus qu'il y a eu des précipitations juste après le semis. A cet effet, aucun arrosage n'a été effectué.

2.4.2-Désherbage de l'ail

C'est une opération réalisée à l'aide d'une binette à plusieurs reprises durant le cycle de la plante, le premier désherbage a été réalisé en utilisant un désherbant chimique à base de cuivre.

2.4.3-Fertilisation

Pour une production de 10t/ha l'ail sec, il est recommandé d'apporter 100 kg d'azote selon les variétés (80 à 120kg/ha) (Espagnocq, 1989 INRA Clerment-ferrand).

L'azote sous forme d'urée est la forme la plus recommandé (forme moins toxique) (Bennasseur, 2017)

Au cours de l'essai, la moitié de l'azote est apportée avant la plantation, l'autre moitié est répartie en deux fractions, une partie est apportée au stade 3 feuille et l'autre moitié est apportée un mois plus tard (problème de lessivage). On doit impérativement arrêter l'apport d'azote six semaine avant la récolte.

Les autres éléments sont moins mobiles la plus grande quantité est apportée avant la plantation (40U de P₂O₅ et 60U de K₂O). Le reste est apporté en deux applications espacées d'un mois, la première doit avoir lieu au stade 2 à 3 feuilles, et quatre semaine plus tard.

*P₂O₅.....30 kg/ha

* K₂O20 kg / ha

Pour le phosphore, son apport est important pour la croissance des caïeux et il doit être placé comme engrais de fond deux semaines avant la culture.

2.5. Traitements phytosanitaires

Notre essai est réalisé dans un champ destiné à des cultures maraîchères. Pour éviter d'éventuelles contaminations, des traitements préventifs sont été effectués tout le long du cycle de croissance, ces derniers sont répartis comme suit :

- Le 1^{er} traitement un herbicide (Gaol) appliqué à raison de 3 à 4 l/ha le 29/12/2018
- Le 2^{eme} traitement un fongicide (Pelt) appliqué à raison de 0,5 à 1 kg/ha le 02/03/2019
- Le 3^{eme} traitement un fongicide (Methyl throphanate) le 04/04/2019
- Le 4^{eme} traitement un fongicide (Ultra) appliqué le 10/04/2019

- Le 5^{ème} traitement un fongicide (Ultra) appliqué le 18/04/2019

2.6. Récolte de l'ail

La récolte des bulbes doit se faire lorsque les feuilles inférieures commencent à faner et à pointer vers le bas et qu'il ne reste que 3 à 4 feuilles vertes sur la tige (50% coloration verte et 50% coloration jaune), les bulbes doivent être complètement formés, bien moulés par leurs tuniques tégumentaires (Figure N° 35).

Notre récolte est effectuée en sec (100% de feuilles fanées), le 6 juillet 2019 (Figure N° 36).



Figure 32. Stade de récolte de l'ail (photo originale, 2019)



Figure 33. Ail récolté en début de fanaison (photo originale, 2019).



Figure 34 Ail récolté en sec (photo Originale, 2019)

Tableau 16: Quantités d'ail récolté par variété.

Variété	Thermidrôme	Messidrôme	Fructidor	Germidour	Fellah
Qx/ha	720	930	700	690	430

2.7. Conditionnement et stockage de la récolte

Après la récolte, les plants sont laissés sur le sol pendant 2 à 5 jours afin d'éliminer l'excès d'eau, les racines sont coupées sous les plateaux. Les tiges sont gardées pour être tressées ou nattées pour les suspendre à des poutres lors de la conservation.



Figure 35. Tressage de l'ail (Photo originale 2019)

Pour les bulbes sans tiges, ils sont soigneusement gardés dans des cagettes en plastiques ou en bois et sont conservés à l'air ambiant ou dans des locaux de conservation réfrigérée entre -1°C - 1°C .

CONCLUSION GENERALE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Référence bibliographique

- **ALICE G., 2015.** Les Bienfaits de l'Ail sur la Santé, Description de la plante. HUMAN & HEALTH | N°31
- **ALICE G ., 2015.** Les Bienfaits de l'Ail sur la Santé. HUMAN & HEALTH N°31
- **Allen J.,2009.** La culture de l'ail- Fiche technique (internet) Ministère de l'agriculture , de l'alimentation et des affaires Rurales-Ontario, 2009 (cité 15 oct 2015). Disponible sur :<http://www.omfra.gov.on.ca/french/crops/facts/09-012w.htm#>
- **Allen J., 2017** Jardin malin, naturel jardin fiche technique (internet) Ministère de l'agriculture , de l'alimentation et des affaires Rurales.
- **BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique : Bull. Soc.Hist. Nat de Toulouse.
- **BOUDERMINE M., 2016.** Superficie et production de l'ail en Algérie Ed .ITCMI.
 - **·ANNONYME 1987**
 - **CHAUX .R et FOURY.R, 1994 :** Production légumière, légumineuse potagère, légumes fruits tome 2 CL. ED Lavoisier Paris.
 - **DIETRICH., 1986** Allium alimentaire reproduction par voie végétative edition INRA C.M. MESSIAEN, J.Coha Pelt, J.P.Leroux.
 - **Direction des Services Agricole (DSA), 2019** (Service des cultures maraichères).
 - **DUPONT F. GUIGNARD J-L. , 2012.** Bontanique : les familles de plantes. 15^{eme} Ed . Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson., 2012. 300p
 - **ESPAGNACQ L. 1988.** La nutrition de l'ail. Contribution à l'étude de la physiologie de l'ail», thèse de doctorat INPT, 1988.
- **Food Alimentation Organisation 2013 ;**
- **ETOH. , 1986.** Allim Crop Sciences : Recent Advances, publié par HAIM Lesly Currah.

- **HADJAZ D, OMOURI Z, 2003** : Thèse étude technique économique de la production de semences de base de l'ail (*Allium sativum* L.) du fraisier (*Fragaria* spp) et du pois (*Pisum sativum*).
- **LAAMARA MOHAMMED SAID S., 2017**. Travaux de caractérisation des variétés d'ail .ITCMI
- **LEMAIRE F et RIVIERE LM, 1989**. Principe agronomiques et applications , ED INRA
- **PELT JM., 1995**, Des légumes .Ed Fayard.
- **MESSIAEN C.M. et al. , 1993**. Les allium alimentaires. Éd. INRA
- **MESSIAEN C.M. et al., 1993**. Variétés d'ail et modes de culture. In: « Les allium alimentaires reproduits par voie végétative », Éditions IN RA.
- **MESSIAEN C.M., 1996**. Les allium alimentaires, sous-genres, sections, espèces, variétés botaniques, cultivars. Document manuscrit non publié communiqué par Leroux J.P. en 2004.
- **MESSIAEN C.M., 1996**. La variabilité chez l'ail. Sauve qui peut !, n° 9 :
- **Ministère de l'agriculture, 2019** (Service de données statistiques).
- **MOREAU M.A., Ron C., TALAN 01 ER M., 2000**. Ail, oignon, échalote, leur place dans la consommation. Ctifl, juillet 2000, 207 p.
- **OMAFRA., 2002**. Fiche technique : La culture de l'ail. [En ligne] <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/97-008.htm>
- **PICHON M., 1993**. Évolution de la matière sèche et dynamique de l'azote chez l'ail de printemps.PHM Revue Horticole, 339.
- **REGOURD F., 2008**. Densification des cultures d'ail: comment la mettre en place? In:« Synthèse essais ail et échalote ». GIE L'ail drômois.
- **Si Bennasseur A, 2017** : Révérenciel de la conduite technique de l'ail (*Allium sativum*) Institut Agronomique et Vétérinaire (Hassen 2 RABAT Maroc).
- **VILAIN M., 1993**. La production végétale, les composantes de la production volume 1 , ED Lavoisier, Paris

VILAIN M., 1989. La production végétale maîtrise des techniques de production1 , ED Lavoisier, Paris

ZUANG H , 1991, Mémento nouvelles espèces légumières ED Ctifi

- **Site web :**

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/>

www.fao.org

www.fruit-et-legumes.net

www.wikipedia.org/wiki/ail_cultivé

[www.sate.fr.story.ITALIE.ail](http://www.sate.fr/story/ITALIE.ail)

<http://www.ail-de-caractere.fr/>

<https://www.geneanet.org> › genealogie › tredolat › TREDOLAT

<https://fr.wikipedia.org> › wiki › Directive_91 › CEE_du_Conseil,_du_15_j...

<http://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/ail.htm>

<http://wikipedia.org> › wiki › Directive 91/414/CEE du Conseil, du 15 juillet ...

<http://www.data.gouv.fr> › datasets › table-de-composition-nutritionnelle- 2016/2017

Table de composition nutritionnelle des aliments ciqual –

http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUPHA_T_2016_COLIN_LUCIE.pdf

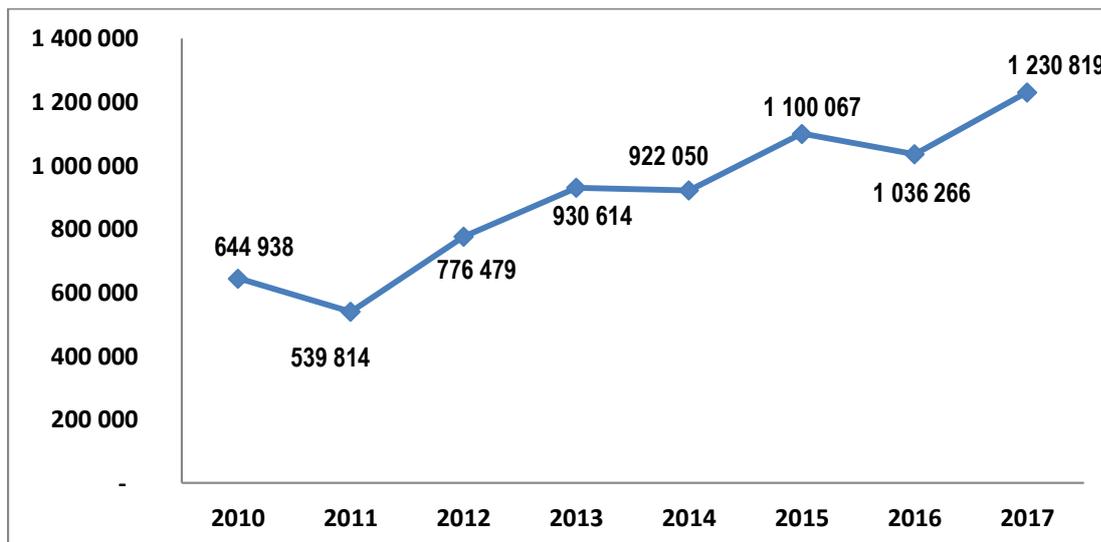
<https://www.lepetitmas.ca>

<http://www.filiere-francaise.com> catalogue officiel fiche descriptif

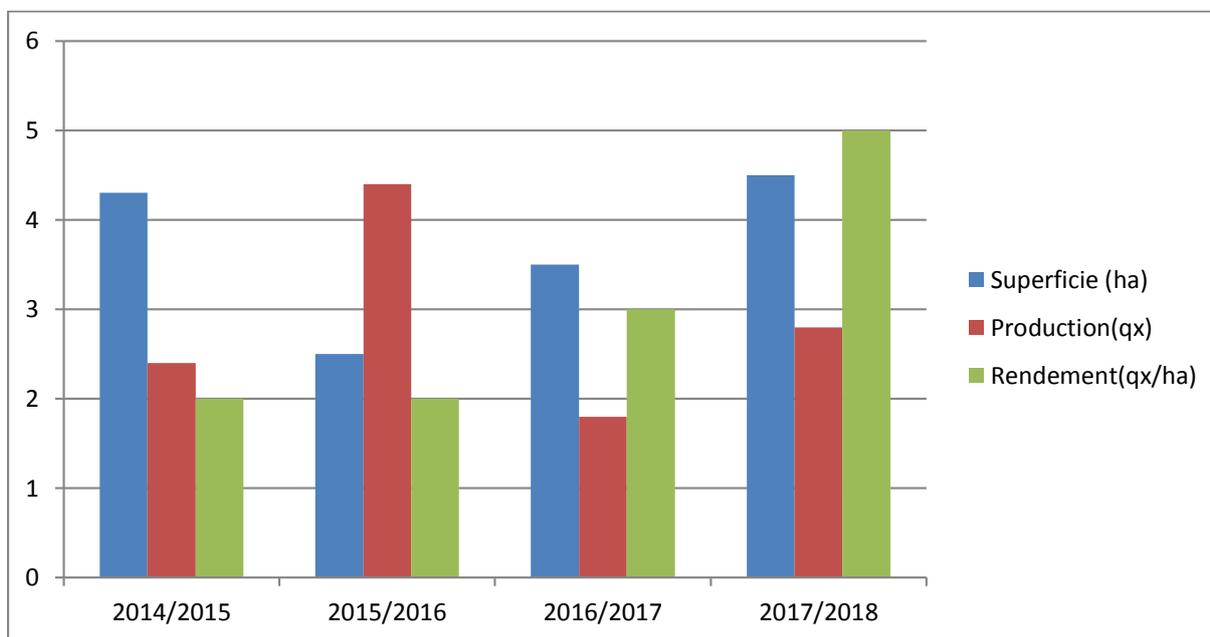
ANNEXES

Annexes

Annexe 1 : Evolution de la production (qx) de la culture de l'ail de 2010 à 2017



Annexe 2 : Evolution de la production et des rendements de la culture de l'ail à Tiziouzou pour la période 2014-2018



Annexes

Annexe 3 : Résultats des écart- types des paramètres étudiés (Dc, Dm et L du caieu)

Variété	Paramètres		
	Dm (ϕ)	L (cm)	Dc (ϕ)
V1	0,25	0,46	0,22
V2	0,25	0,25	0,29
V3	0,25	0,47	0,24
V4	0,23	0,23	0,20
V5	0,69	0,32	0,43

Annexe 4 : Analyse statistique des paramètres de la feuille (Largeur et longueur)

Variété	Moyenne		Ecartype	
	Paramètres		Paramètres	
	Lar f (cm)	Long f (cm)	Lar f (cm)	Long f (cm)
V1	2,95	51,4	0,39	4,45
V2	3,21	55,51	0,26	3,61
V3	1,01	51,02	0,26	2,05
V4	2,99	49,08	0,22	2,35
V5	3,27	52,90	0,27	5,19

Annexe 5 : Catalogue officiel de caractérisation

5.1. Caractères à mesurer

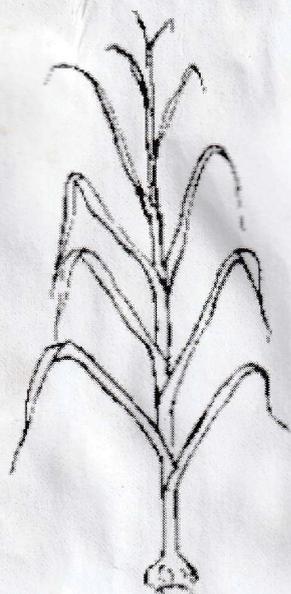
1. Date de germination (levé) de 50% de plants (JJ/MM/AA) →
2. Densité du Feuillage (observation visuelle) (voir fig 2 Descripteur Allium)

Densité Feuillage	Note	Exemple
lâche	3	
Moyen	5	
Dense	7	Germidou

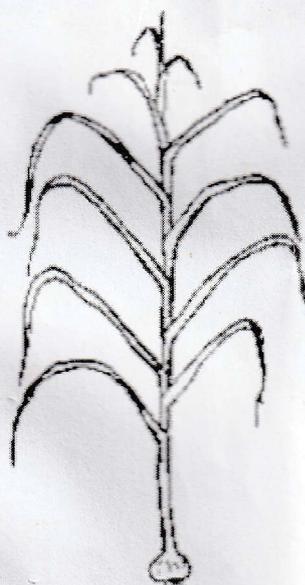


3. Port Feuillage (observation visuelle) (fig Add 2 UPOV)

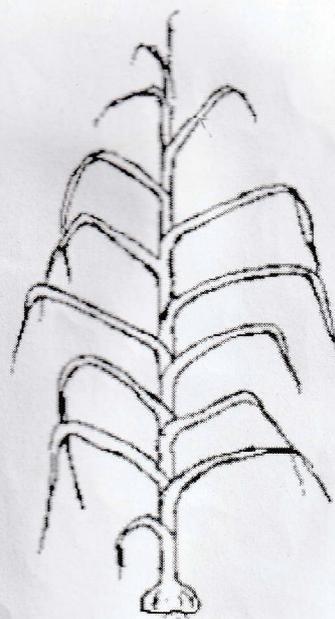
Port Feuillage	Note	Exemple
dressé	1	
dressé à demi- dressé	2	
demi- dressé	3	



dressé



dressé à demi-dressé



demi dressé

Résumé

L'ail est une potagère qui a basculé dans le monde des légumes après plusieurs années d'existence, c'est une monocotylédone à reproduction asséxuéée de la famille des Amaryllidacées.

Les résultats obtenus montrent que toutes les variétés sont uniques elles se distinguent par leurs précocités, le polymorphisme de leurs feuillages qui peut ou ne pas avoir d'incidence sur la production du bulbe.

Les bulbes sont l'unité principale du rendement, ils diffèrent par leurs formes, leur tailles et leurs couleurs, leurs calibres est relié aux nombres et à la taille des caïeux qui les composent.

La variété Messidrome convient très bien à nos conditions de culture, les rendements obtenus la classe en tête de liste, son feuillage est assez dense, le bulbe est d'un poids intéressant avec des caïeux de bon calibre et nombreux.

La variété Germidour, Thermidrome et Frictudor sont des variétés à rendements moyens, leurs bulbes est d'un calibre moyen avec un nombre élevé de caïeux.

La variété Fellah présente un feuillage assez dense et imposant, son bulbe est petit mais avec un caïeu assez volumineux mais son rendement est faible, variété non certifié sujette à des dégénérescences de ces qualités.

D'une manière générale les variétés étudiées présentent des qualités et des performances qui peuvent ne pas être exprimées lorsqu'elles ne sont pas placées dans leurs milieux favorables, la caractérisation est un moyen qui permet de réunir les cultivars et les conditions optimales de culture.

Mots clés : Ail, bulbe, caïeu, précocité, variété.