

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–  
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Nutrition et Technologies Agro-Alimentaires



# Grandes cultures

Polycopié de cours dédié aux étudiants de la Troisième Année Licence en  
Production Végétale

Préparé par :  
Dr. DAHLIA Fatima



Année universitaire : 2023 - 2024

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Principaux producteurs de céréales au monde en 2017 (en millions de tonnes). .....	3
<b>Figure 2:</b> Principaux consommateurs de céréales au monde en 2019 (en milliers de tonnes) ..	4
<b>Figure 3:</b> Origine du blé et quelques variétés anciennes des céréales.....	6
<b>Figure 4 :</b> Structure de grain de céréales .....	9
<b>Figure 5 :</b> Appareil végétatif chez les céréales .....	10
<b>Figure 6 :</b> Epis des céréales .....	11
<b>Figure 7:</b> Panicules des céréales .....	11
<b>Figure 8 :</b> Structure des fleurs des céréales .....	12
<b>Figure 9 :</b> Production mondiale de la pomme de terre dans le monde de 2012 à 2021.....	24
<b>Figure 10 :</b> Répartition de la production de pomme de terre en 2019.....	24
<b>Figure 11:</b> Les pays les plus producteurs de pomme de terre dans le monde en 2020.....	25
<b>Figure 12:</b> Production nationale de pomme de terre de 2011 à 2020.....	26
<b>Figure 13:</b> les régions les plus productives de pomme de terre en 2020.....	26
<b>Figure 14:</b> Tige de la pomme de terre. ....	29
<b>Figure 15:</b> Feuille de pomme de terre .....	29
<b>Figure 16:</b> Fleurs de pomme de terre.....	30
<b>Figure 17:</b> Fruits de pomme de terre .....	30
<b>Figure 18:</b> Fruits de pomme de terre .....	31
<b>Figure 19:</b> Cycle de développement de la pomme de terre. ....	33
<b>Figure 20:</b> Planteuse de pomme de terre. ....	35
<b>Figure 21 :</b> Buttage de la pomme de terre. ....	37
<b>Figure 22:</b> Evolution de la production des légumineuses alimentaires de 2011 à 2020. ....	42
<b>Figure 23:</b> Production de légumineuses alimentaire par pays.....	43
<b>Figure 24:</b> Les légumineuses alimentaires les plus produites au monde.....	43
<b>Figure 25:</b> Evolution de la production des légumineuses alimentaires en Algérie depuis 2011 jusqu'à 2020 .....	44
<b>Figure 26:</b> Les zones les plus productrices des légumineuses alimentaires en Algérie. ....	45
<b>Figure 27:</b> Racines de certaines légumineuses alimentaires : Racines pivotantes (A et B), nodosités (C) et racines adventives (D).....	47
<b>Figure 28:</b> Tiges de quelques légumineuses alimentaires : Pois chiche (A), Petit pois (B), Haricot (C), Lentille (D) et fève (E).....	48
<b>Figure 29:</b> Feuilles de quelques légumineuses alimentaires : Pois chiche (A), Petit pois (B), Haricot (C), Lentille (D) et fève (E).....	50
<b>Figure 30:</b> Fleurs de quelques légumineuses alimentaires : Pois chiche (A), Petit pois (B), Haricot (C), Lentille (D) et fève (E).....	51
<b>Figure 31:</b> Gousses de quelques légumineuses alimentaires : Pois chiche (A), Petit pois (B), Haricot (C), Lentille (D) et fève (E).....	53
<b>Figure 32:</b> Graines de quelques légumineuses alimentaires : Pois chiche (A), Petit pois (B), Haricot (C), Lentille (D) et fève (E).....	54
<b>Figure 33:</b> Cycle de vie d'une légumineuse alimentaire. ....	54
<b>Figure 34 :</b> Principales cultures fourragères utilisées dans le monde.....	68
<b>Figure 35:</b> Evolution de la production des cultures fourragères dans le monde .....	68

<b>Figure 36</b> : Les principaux pays producteurs des cultures fourragères dans le monde.....	70
<b>Figure 37</b> : Evolution de la production des cultures fourragères en Algérie depuis 2011 jusqu'à 2020.....	71
<b>Figure 38</b> : Foin.....	75
<b>Figure 39</b> : Etapes de l'ensilage des fourrages.....	76
<b>Figure 40</b> : Pressage en balles du fourrage.....	77
<b>Figure 41</b> : Avoine cultivée.....	80
<b>Figure 42</b> : Raygrass.....	81
<b>Figure 43</b> : Dactyle pelotonné.....	82
<b>Figure 44</b> : Fétuque rouge.....	82
<b>Figure 45</b> : L'herbe de prairie ( <i>Poa pratensis</i> ).....	83
<b>Figure 46</b> : Trèfle.....	84
<b>Figure 47</b> : Luzerne.....	85
<b>Figure 48</b> : Vesce.....	86
<b>Figure 49</b> : Féverole.....	87
<b>Figure 50</b> : Pois fourrager.....	88
<b>Figure 51</b> : Lotier corniculé.....	88
<b>Figure 52</b> : Caroubier.....	90
<b>Figure 53</b> : Alfa.....	91
<b>Figure 54</b> : Figuier de Barbarie.....	92
<b>Figure 55</b> : Palmier dattier.....	92
<b>Figure 56</b> : Jujubier sauvage.....	93
<b>Figure 57</b> : Tamaris.....	94
<b>Figure 58</b> : Lentisque.....	94
<b>Figure 59</b> : Genévrier de Phénicie.....	95
<b>Figure 60</b> : Ciste à feuilles de sauge.....	95
<b>Figure 61</b> : Betterave sucrière.....	101
<b>Figure 62</b> : Tournesol.....	102
<b>Figure 63</b> : Tournesol.....	104
<b>Figure 64</b> : Tabac.....	105
<b>Figure 65</b> : Lavande.....	107

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Production mondiale des céréales de 2014 à 2022 .....	3
<b>Tableau 2</b> : Composition des céréales (pour 100 g de grain à 10% d'humidité). .....	7
<b>Tableau 3</b> : Les superficies de production de pomme de terre en Algérie pour l'année 2020 (en hectares) par wilaya.....	27
<b>Tableau 4</b> : Nombre moyen de tiges et de tubercules par plante selon le calibre de la semence .....	35

## Table des matières

Liste des figures.....	i
Liste des tableaux .....	iii
Table des matières .....	iv
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Les cultures céréalières .....</b>	<b>3</b>
1.1. Généralités .....	3
1.2. Définition et origine des céréales .....	5
1.3. Variétés cultivées en Algérie.....	7
1.4. Composition du grain des céréales.....	7
2. Caractères morphologiques.....	8
2.1. Le grain.....	8
2.2. L'appareil végétatif.....	9
2.3. L'appareil reproducteur .....	11
3. Caractères biologiques .....	12
3.1. Description du cycle de développement .....	12
3.2. Période végétative .....	12
3.3. Période reproductrice .....	13
3.4. Période de maturation.....	13
4. Itinéraire technique .....	15
4.1 Choix du système de culture .....	15
4.2. Travail du sol .....	16
4.3. Semis.....	17
4.4. Irrigation .....	18
4.5. Fertilisation.....	18
4.6. Désherbage .....	20
4.7. Protection contre les maladies et les ravageurs et lutte contre les mauvaises herbes .....	21
4.8. Récolte .....	22
<b>Chapitre 2 : La pomme de terre .....</b>	<b>23</b>
1. Généralités .....	23
2. Production .....	23
2.1. Dans le monde .....	23
2.2. En Algérie.....	25
3. Valeur nutritionnelle de la pomme de terre .....	27
4. Répartition des cultures et de la production.....	27

5.	Caractéristiques botaniques .....	28
5.1.	Tige.....	28
5.2.	Feuilles.....	29
5.3.	Fleurs .....	29
5.4.	Fruit .....	30
5.5.	Tubercule .....	30
6.	Cycle de développement .....	32
7.	Exigences pédoclimatiques .....	33
8.	Techniques culturales.....	34
8.1.	Préparation du sol .....	34
8.2.	Choix des variétés.....	34
8.3.	Prégermination.....	34
8.4.	Égermage .....	35
8.5.	Plantation .....	35
8.6.	Fertilisation.....	36
8.7.	Butage.....	36
8.8.	Irrigation .....	37
8.9.	Désherbage .....	37
8.10.	Lutte contre les maladies et les ravageurs.....	38
8.11.	Défanage .....	39
8.12.	Récolte .....	39
8.13.	Stockage.....	40
<b>Chapitre 3 : Légumineuses alimentaires (Légumes secs). .....</b>		<b>41</b>
1.	Généralités.....	41
2.	Importance économique.....	41
2.1.	Dans le monde .....	41
2.2.	En Algérie.....	44
3.	Valeur nutritionnelle .....	45
4.	Description botanique .....	46
4.1.	Racines.....	46
4.2.	Tiges .....	47
4.3.	Feuilles.....	49
4.4.	Fleurs .....	50
4.5.	Fruits (gousses).....	52
4.6.	Graines.....	53
5.	Cycle de développement .....	54
5.1.	Cycle végétatif .....	55

5.1.1.	Germination.....	55
5.1.2.	Levée .....	55
5.1.3.	Croissance végétative .....	56
5.2.	Cycle reproducteur .....	57
5.2.1.	Floraison.....	57
5.2.2.	Formation des gousses .....	58
5.2.3.	Remplissage des graines.....	58
5.3.	Maturité .....	59
6.	Exigences écologiques .....	59
6.1.	Température.....	60
6.2.	Lumière.....	60
6.3.	Eau .....	60
6.4.	Sol.....	60
6.5.	Nutriments .....	60
7.	Itinéraire technique .....	61
7.1.	Préparation du sol .....	61
7.2.	Fertilisation.....	61
7.3.	Semis .....	62
7.4.	Gestion des mauvaises herbes .....	63
7.5.	Gestion des ravageurs et des maladies .....	63
7.6.	Irrigation .....	64
7.7.	Récolte.....	65
7.8.	Traitement post-récolte.....	65
	<b>Chapitre 4 : Les cultures fourragères .....</b>	<b>67</b>
1.	Introduction.....	67
1.1.	Définition.....	67
1.2.	Différentes zones de productions fourragères .....	67
1.3.	Situation en Algérie. ....	70
2.	Quelques données sur l'exploitation et la conservation des fourrages.....	73
2.1.	Exploitation .....	73
2.2.	Conservation.....	74
2.2.1.	Foin.....	74
2.2.2.	Ensilage .....	75
2.2.3.	Pressage en balle .....	76
3.	Cultures fourragères.....	78
3.1.	Les associations (définition et quelques exemples).....	78
3.2.	Poacées fourragères : Quelques exemples .....	79

3.3.	Fabacées fourragères. Quelques exemples.....	83
3.4.	Arbres et arbustes fourragers.....	89
3.4.1.	Intérêts.....	89
3.4.2.	Quelques exemples.....	89
3.5.	Prairies permanentes (Importance, Situation et Utilisation).....	96
<b>Chapitre 5 : Les cultures industrielles.....</b>		<b>98</b>
1.	Généralités.....	98
1.1.	Importance agroéconomique.....	98
1.2.	Historique.....	99
1.3.	Classification technique.....	99
1.3.1.	Classification selon l'utilisation.....	99
1.3.2.	Classification selon la méthode de production.....	100
1.3.3.	Classification selon la zone de production.....	100
2.	Exemples de cultures industrielles.....	100
2.1.	Betterave sucrière.....	100
2.1.1.	Biologie.....	100
2.1.2.	Exigences écologiques.....	100
2.1.3.	Itinéraire technique de production.....	101
2.1.4.	Extraction du sucre.....	101
2.2.	Oléagineux.....	102
2.2.1.	Tournesol.....	102
2.2.2.	Colza oléagineux.....	103
2.3.	Espèces aromatiques.....	105
2.3.1.	Tabac.....	105
2.3.2.	Lavande.....	106
<b>Références bibliographiques.....</b>		<b>108</b>

# **Introduction**

## **Introduction**

Le terme "grandes cultures" fait référence aux cultures agricoles qui sont cultivées à grande échelle pour diverses utilisations, telles que l'alimentation humaine, l'alimentation animale, la production de biocarburants et l'industrie. Les grandes cultures jouent un rôle crucial dans l'approvisionnement alimentaire mondial et dans l'économie agricole.

Les grandes cultures fournissent une grande partie de l'alimentation de base pour les êtres humains à travers le monde. La pomme de terre et les céréales telles que le blé, le riz, le maïs, l'orge et le sorgho constituent une source majeure de glucides, de fibres et de certaines vitamines et minéraux. Les légumineuses, comme le soja, les pois et les haricots, sont une source importante de protéines végétales, d'acides aminés essentiels et de nutriments.

Les grandes cultures sont également utilisées pour nourrir le bétail, les volailles et d'autres animaux d'élevage. Les cultures telles que la luzerne, le trèfle, l'orge, l'avoine, le maïs, le soja, le colza, le tournesol et les sous-produits de la culture des céréales sont transformées en aliments pour animaux, tels que les aliments composés et les fourrages. Ces aliments fournissent les nutriments nécessaires à la croissance, à la productivité et à la santé des animaux, contribuant ainsi à la production de viande, de lait, d'œufs et d'autres produits d'origine animale.

Les grandes cultures jouent un rôle majeur dans l'économie agricole mondiale. La culture à grande échelle de ces plantes crée des emplois dans le secteur agricole, allant de la production à la transformation et à la commercialisation des produits. Les grandes cultures sont souvent échangées à l'échelle internationale, ce qui stimule le commerce mondial. Les pays qui sont des producteurs importants de grandes cultures bénéficient de revenus économiques significatifs grâce aux exportations de produits agricoles.

Les grandes cultures sont un pilier de la sécurité alimentaire mondiale. La production et la disponibilité de ces cultures ont un impact direct sur la capacité des nations à nourrir leur population et pour répondre à la demande des populations sans cesse croissantes.

L'étude des grandes cultures implique l'acquisition de connaissances sur les caractéristiques biologiques des plantes cultivées, leurs exigences en termes de sol, de climat et de gestion agronomique. Cela comprend des aspects tels que la sélection des variétés adaptées, les pratiques de fertilisation, d'irrigation, de lutte contre les maladies et les ravageurs, ainsi que la gestion des mauvaises herbes.

L'étude des grandes cultures permet de développer des compétences pratiques dans la gestion des cultures, l'évaluation des systèmes de production agricole et l'adoption de pratiques durables. Elle permet aussi d'appliquer des connaissances scientifiques et techniques pour améliorer la productivité, la qualité et la rentabilité des cultures, tout en minimisant les impacts négatifs sur l'environnement.

# **Chapitre 1 :**

## **Les cultures céréalières**

## Chapitre 1 : Les cultures céréalières

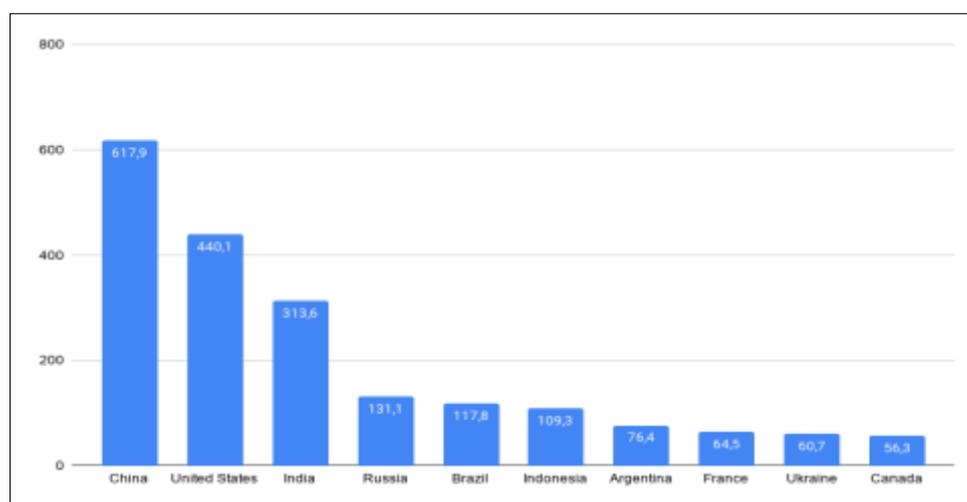
### 1.1. Généralités

Les estimations de la FAO concernant la production céréalière mondiale de 2014 à 2022 ont montré que les productions ont passé de 2 557,3 à 2 765 millions de tonnes (tableau 1). Le maïs s'avère de loin la céréale la plus produite, suivi du blé et du riz. Ces trois céréales totalisent environ 90 % de la production céréalière mondiale.

Les pays affichant la plus forte production de céréales au monde sont les suivants : la Chine, les États-Unis, l'Inde, la Russie, le Brésil, l'Indonésie, l'Argentine, la France, l'Ukraine et le Canada (Fig. 1).

**Tableau 1** : Production mondiale des céréales de 2014 à 2022 (FAO, 2023).

Production	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
<b>Céréales</b>	2 557,3	2 608,0	2 584,5	2 665,0	2 693,4	2 644,9	2 713,7	2 776,8	2 812,2
<b>Blés</b>	715,3	735,6	737,3	763,4	761,6	731,4	759,7	775,1	778,0
<b>Riz</b>	490,8	490,4	489,0	497,1	499,9	508,1	503,6	517,9	525,5
<b>Maïs</b>	1 351,1	1 382,0	1 358,3	1 404,5	1 432,0	1 405,3	1 450,5	1 483,7	1 508,8



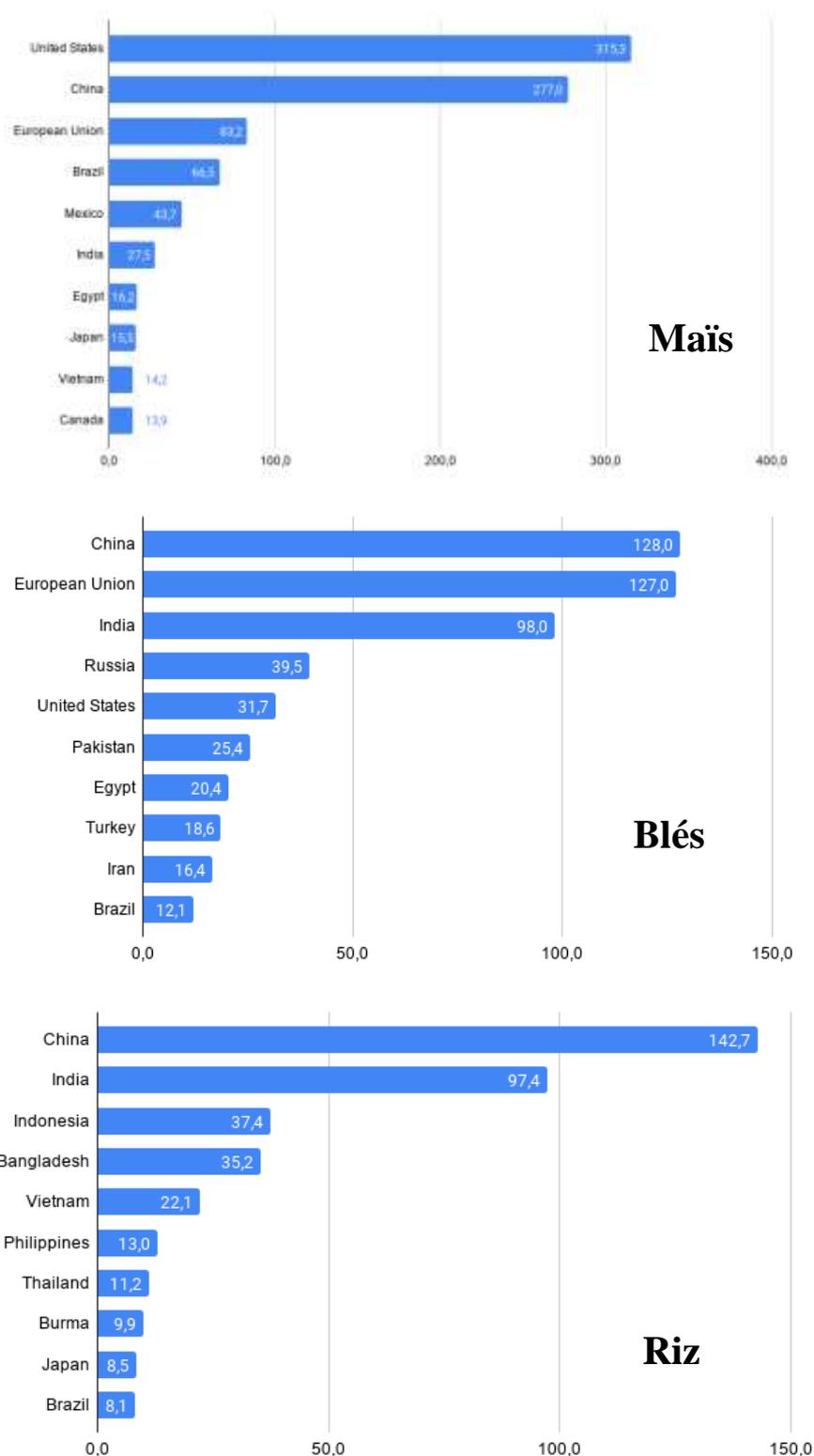
**Figure 1** : Principaux producteurs de céréales au monde en 2017 (en millions de tonnes).

(Source : <https://www.indexmundi.com/facts/indicators/AG.PRD.CREL.MT/rankings>)

La Chine confirme sa première place pour la production de riz et de blé, tandis qu'elle occupe la deuxième position pour ce qui est du maïs, devancée par les États-Unis, qui s'affirment comme le premier producteur mondial de maïs.

Les pays qui consomment le plus de maïs en sont aussi les principaux producteurs, à savoir les États-Unis et la Chine, suivis par l'Union européenne. En ce qui concerne le blé, les pays qui en consomment le plus sont la Chine, suivie de l'Union européenne et de l'Inde. Le classement des principaux pays consommateurs de riz est entièrement dominé par le continent

asiatique : la Chine s'en voit attribuée la première place, suivie de l'Inde et de l'Indonésie. Seule la dixième place est occupée par un pays situé en dehors de cette zone géographique, le Brésil (Fig. 2).



**Figure 2:** Principaux consommateurs de céréales au monde en 2019 (en milliers de tonnes).

(Source : <https://www.worldatlas.com/articles.html>)

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement. En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 millions d'ha.

La production des céréales en Algérie durant la campagne agricole 2017/2018 a été marquée par une importante production évaluée à 60,57 millions de quintaux de céréales toutes catégories confondues, contre 34,7 millions de quintaux enregistrés durant la campagne agricole 2016/2017.

La production céréalière d'hiver est répartie entre le blé dur (31,8 millions q), l'orge (19,6 millions q), le blé tendre (8 millions q) et l'avoine (1,18 millions q). Pour les céréales d'été, la production a atteint 91340 q, avec une très forte production du maïs (55125 q).

L'industrie de transformation des céréales occupe une place « leader » dans le secteur des industries agroalimentaires, en raison des capacités importantes de triturations dont elle dispose ; (+230%) par rapport à la taille du marché domestique, réparties entre les moulins publics (95%) et privés (135%), soit respectivement une capacité de trituration de l'ordre de 19000 et de 27000 T/jour.

La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /hab/an. Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien, et elles fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire.

En relations avec le marché mondial, les produits céréaliers représentent plus de 40% de la valeur des importations des produits alimentaires. Les produits céréaliers occupent le premier rang (39,22 %), devant les produits laitiers (20,6%), le sucre et sucreries (10%) et les huiles et corps gras (10%).

## **1.2.Définition et origine des céréales**

Les céréales sont des espèces cultivées pour leur grain. Elles contiennent un albumen amylicé. Réduit en farine, il est consommable par l'homme et/ou par les animaux.

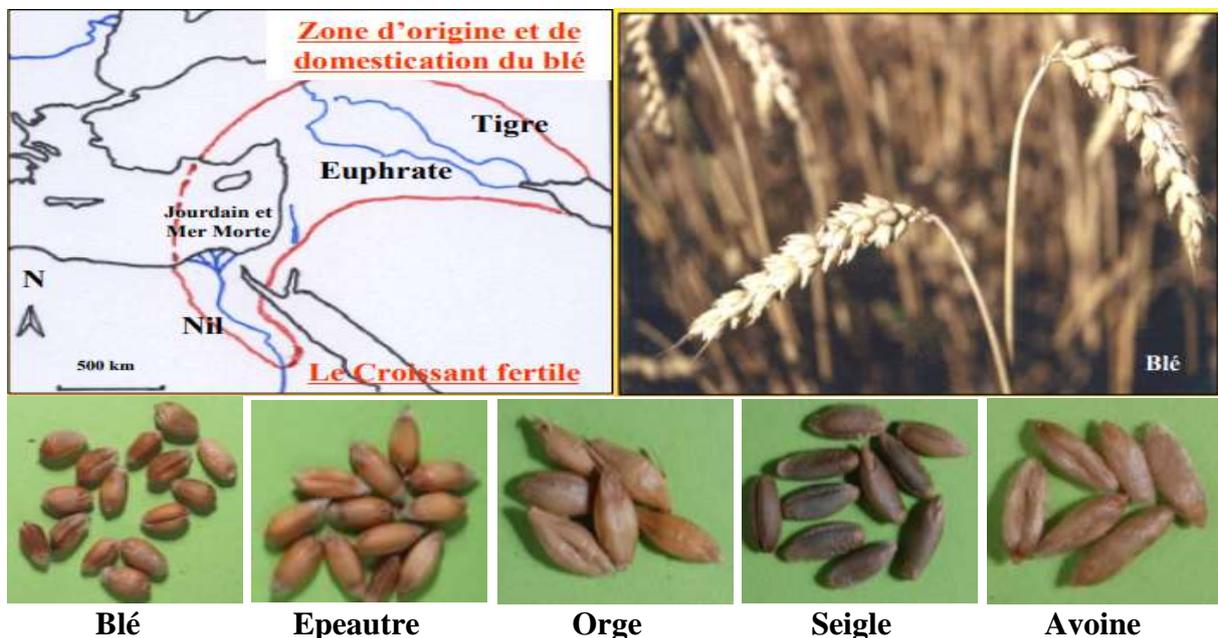
La plupart des céréales appartiennent à la famille des Poacées. Les principales céréales sont : blé, orge, avoine, seigle, maïs, riz, millet et sorgho.

Les céréales constituent 45 % des apports énergétiques dans l'alimentation humaine. Leur utilisation organisée est à l'origine des civilisations. Il existe trois groupes de céréales

majeures qui correspondent à 75 % de la consommation céréalière mondiale.

Au cours de la très longue période qui précède l'histoire, les hommes regroupés en petites tribus nomades cherchent avant tout à survivre. La recherche de nourriture est la préoccupation essentielle. Celle-ci provient de cueillettes et de chasses. La protection contre les éléments physiques et biologiques hostiles est également une préoccupation majeure.

- Un premier grand groupe de céréales est formé par le blé, l'orge, le seigle et l'avoine (Fig. 3). Il émerge dans le Triangle fertile, berceau des civilisations occidentales qui ont donc leur point de départ au Moyen Orient et au Proche Orient. Le Croissant fertile d'où sont originaires les céréales du premier groupe forme une zone à cheval sur l'Afrique et l'Asie. Il est centré sur les plaines alluviales du Nil à l'ouest, du Jourdain au centre, de l'Euphrate et du Tigre à l'est. Il est limité à l'ouest par le désert de Libye et la Méditerranée, au nord par les monts Taurus en Turquie, à l'est par les monts Zagros en Iran, au sud par la mer Rouge et le désert d'Arabie. Les plus anciennes concentrations connues de céréales résultant de pratiques agricoles ont été repérées lors de fouilles archéologiques en 10 000 avant J.-C. à Jéricho en Jordanie. Il s'agit de blés non brisants (engrain et amidonnier) et d'orge (paumelle).



**Figure 3:** Origine du blé et quelques variétés anciennes des céréales

- Un deuxième grand groupe est formé par le maïs. Il est originaire d'Amérique centrale. Il est à la base des civilisations amérindiennes. Le maïs a été importé en Europe par les explorateurs du Nouveau-Monde à la fin du XVe siècle.
- Un troisième grand groupe est ordonné autour du riz. C'est une plante originaire des régions

chaudes et humides de l'Asie du Sud-Est. Sa domestication s'est faite de façon synchrone avec la domestication du blé plus à l'ouest. Le riz est à la base des civilisations orientales.

### 1.3. Variétés cultivées en Algérie

- **Blé dur** : El Beliouni, Mohamed Ben Bachir (*Gaviota durum*), Bidi 17, Hedba 3, MBB 8037, Oued Zenati 368, T Polo/ZB, Inrat 69, Cocorit 71, MtPellier, Ziban, Capeiti 8, Gloire Mt G., Mexicali75, Guemgoum, Sahel 77, Vitron, Waha, Chen'S, Ardente, GTA dur, Hedba03, Simeto, Cirt, Ofanto, Boussalem, Megress, Amar06, etc.
- **Blé tendre** : Karim, Mahdia, Azam, Oued Zenati.
- **Orge** : Saïda183, Rihane, Tichedrette, Jaidor (Dahbia), Barberousse (Hamra), Ascad 176 (Nailia) et El-Fouara.
- **Triticale** : Meliani, Chélia, Babor et Ifri

### 1.4. Composition du grain des céréales

En considérant le grain entier de diverses céréales, on constate une grande analogie dans leur composition chimique mais aussi quelques différences (tableau 2).

**Tableau 2** : Composition des céréales (pour 100 g de grain à 10% d'humidité).

Composants	Unités	Blé	Sorgho	Mil	Maïs	Riz brun
<b>Protéines</b>	g	13	11	10,6	9,5	8,3
<b>Lipides</b>	g	1,8	3,2	4,1	4	1,6
<b>Glucides</b>	g	61,6	59,3	73,2	66	75
<b>Fibres</b>	g	11	14,5	/	9	4
<b>Calcium</b>	mg	60	26	22	16	22
<b>Phosphore</b>	mg	312	330	286	220	250
<b>Fer</b>	mg	7,6	10,6	20,7	3,6	2
<b>Vitamine B1</b>	mg	0,35	0,34	0,3	0,33	0,36
<b>Vitamine B2</b>	mg	0,12	0,15	0,22	0,1	0,06
<b>Vitamine PP</b>	mg	6,1	5,3	4,7	3,1	7
<b>Vitamine B6</b>	mg	0,5	/	/	0,4	0,67
<b>A. panthoténique</b>	mg	0,8	1,2	1,25	0,65	1,7
<b>Biotine</b>	mg	7	/	/	6	12

- ✓ Dans toutes les espèces, le grain est essentiellement glucidique avec 60 à 75 % de glucides digestibles (amidon principalement). Les céréales apparaissent ainsi comme des aliments essentiellement énergétiques : 330 à 385 kcal/100 g.
- ✓ Le taux de fibre diététique est variable (2 à plus de 30 %).
- ✓ La teneur en protéines varie de 6 à 18 % dans les cas extrêmes mais se situe le plus souvent entre 8 et 13 %.
- ✓ Les lipides sont relativement peu abondants mais ils sont extrêmement intéressants par la forte proportion des acides gras polyinsaturés.

- ✓ Les céréales sont peu minéralisées : la teneur en phosphore est élevée, celle du calcium est faible. Les teneurs en Mg, Zn, Fe sont aussi faibles.
- ✓ A l'exception du maïs jaune et de certains mils qui contiennent des caroténoïdes actifs, les céréales n'ont pas d'activité vitaminique A. La vitamine C fait défaut également. Les germes sont riches en vitamine E. Les vitamines du groupe B sont présentes (à l'exception de la vitamine B12).

## 2. Caractères morphologiques

Les céréales sont un groupe de plantes appartenant à la famille des Poacées (anciennement appelées graminées). Les caractéristiques morphologiques des différentes espèces de céréales peuvent varier légèrement, mais toutes partagent des caractéristiques communes en raison de leur classification dans la même famille de plantes. Elles se caractérisent par les caractères morphologiques suivants :

- Les feuilles sont longues, étroites et généralement linéaires, avec des gaines qui enveloppent la tige.
- Les tiges sont creuses et cylindriques, avec des nœuds à intervalles réguliers.
- Les fleurs sont petites et disposées en épis ou en panicules, avec des épillets contenant les organes reproducteurs mâles et/ou femelles.
- Les graines sont de petite taille, généralement oblongues ou arrondies, et se développent dans les épillets.

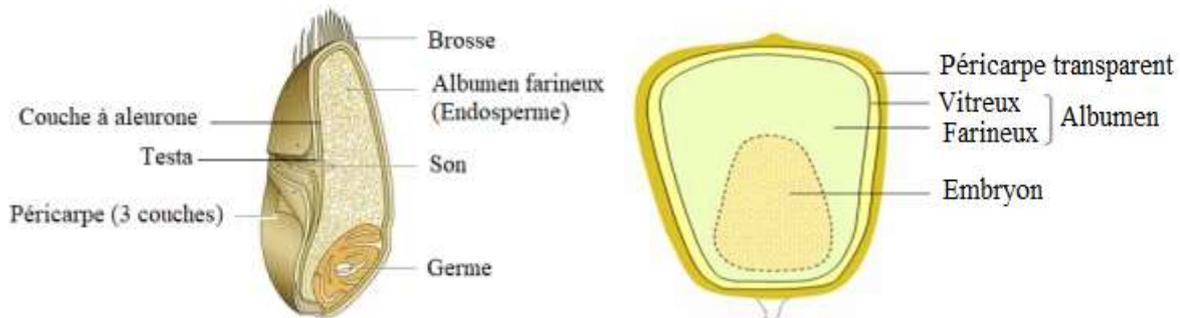
### 2.1.Le grain

Le grain de céréale est un akène particulier, appelé caryopse. Il résulte de la transformation du gynécée. composé de trois parties principales : le son, l'endosperme (albumen) et le germe (embryon) (Fig. 4) :

- Le son est la couche extérieure dure et fibreuse qui protège le grain. Il est composé de plusieurs couches de tissus durs et fibreux (péricarpe, testa et la couche à aleurone). Il est principalement composé de cellulose, de lignine et d'hémicellulose, qui lui confèrent une texture fibreuse et une résistance mécanique. Le son contient également des nutriments tels que des vitamines, des minéraux et des antioxydants, ainsi que des composés phytochimiques bénéfiques pour la santé. C'est pourquoi le son est considéré comme une partie importante de l'alimentation humaine.
- L'endosperme est la partie centrale du grain de céréales, qui représente la majeure partie du volume du grain. Il est composé principalement d'amidon, de protéines et de petits

pourcentages de lipides, de minéraux et de vitamines. L'endosperme est l'endroit où l'amidon est stocké dans les grains de céréales et il sert de source d'énergie pour la germination et la croissance de la nouvelle plante.

→ Le germe est la partie la plus interne du grain de céréale, située à l'opposé du pôle où se trouve le rameau embryonnaire. Le germe est riche en nutriments tels que les graisses, les protéines, les vitamines, les minéraux et les antioxydants. C'est la partie du grain qui peut germer pour produire une nouvelle plante.



**Figure 4** : Structure de grain de céréales

Lors de la germination des grains, la première racine et l'embryon de la tige sont enfermés dans une gaine : c'est la coléoptile pour la tige et le coléorhize pour la racine, qui disparaissent rapidement. De nombreuses expériences en biologie végétale les utilisent pour l'étude des hormones de croissance végétales.

## 2.2.L'appareil végétatif

L'appareil végétatif des céréales comprend les parties de la plante qui sont responsables de la photosynthèse et de la production de nourriture pour la plante. L'appareil végétatif des céréales est essentiel à la croissance et au développement de la plante (Fig. 5A). Les principales parties de l'appareil végétatif des céréales comprennent :

- **Les racines** : les racines des céréales sont généralement fibreuses et peu profondes, s'étendant horizontalement à partir de la base de la tige (Fig. 5B). Les racines primaires (Fig. 5C) des céréales se forment à partir de l'embryon, tandis que les racines adventives (Fig. 5D) se forment à partir des nœuds de la tige. Les racines adventives sont plus importantes que les racines primaires dans l'absorption des nutriments et de l'eau, et elles se développent davantage en réponse à un sol sec ou compact.
- **Les tiges** : les tiges des céréales sont creuses et cylindriques (Fig. 5E), avec des nœuds à intervalles réguliers (Fig. 5F). Elles fournissent une structure pour la plante, transportent l'eau et les nutriments des racines aux feuilles, et soutiennent les épis de grain. Les tiges des

céréales sont capables de supporter le poids des épis de grain, qui peuvent être lourds. Pour cette raison, les tiges des céréales sont relativement rigides et résistantes.

- **Les nœuds** : les nœuds sont des structures de la tige où les feuilles et les épis de grain sont attachés (Fig. 5G). Ils sont également importants pour le transport de l'eau et des nutriments dans la plante.
- **Les feuilles** : les feuilles des céréales sont longues, étroites et généralement linéaires (Fig. 5H) et à nervation linéaire (Fig. 5I). Elles ont une base foliaire très développée appelée gaine. Cette gaine entoure la tige en cornet plus ou moins fendu et s'étale sur toute la longueur de l'entre-nœud, le limbe s'individualisant au nœud suivant. La ligule (Fig. 5J) est caractéristique des céréales, elle permet de distinguer entre les différentes espèces des céréales. Chez certaines espèces, elle est bien développée dentée ou pas, de petite taille chez d'autres espèces et absentes chez d'autres. Les stipules sont des sortes de bractées (Fig. 5K) à la base des feuilles et qui entoure la ligule, si elles existent, elles sont en nombre de 2 et de tailles très variables en fonction des espèces. Chez l'orge, elles sont très développées et embrassantes.

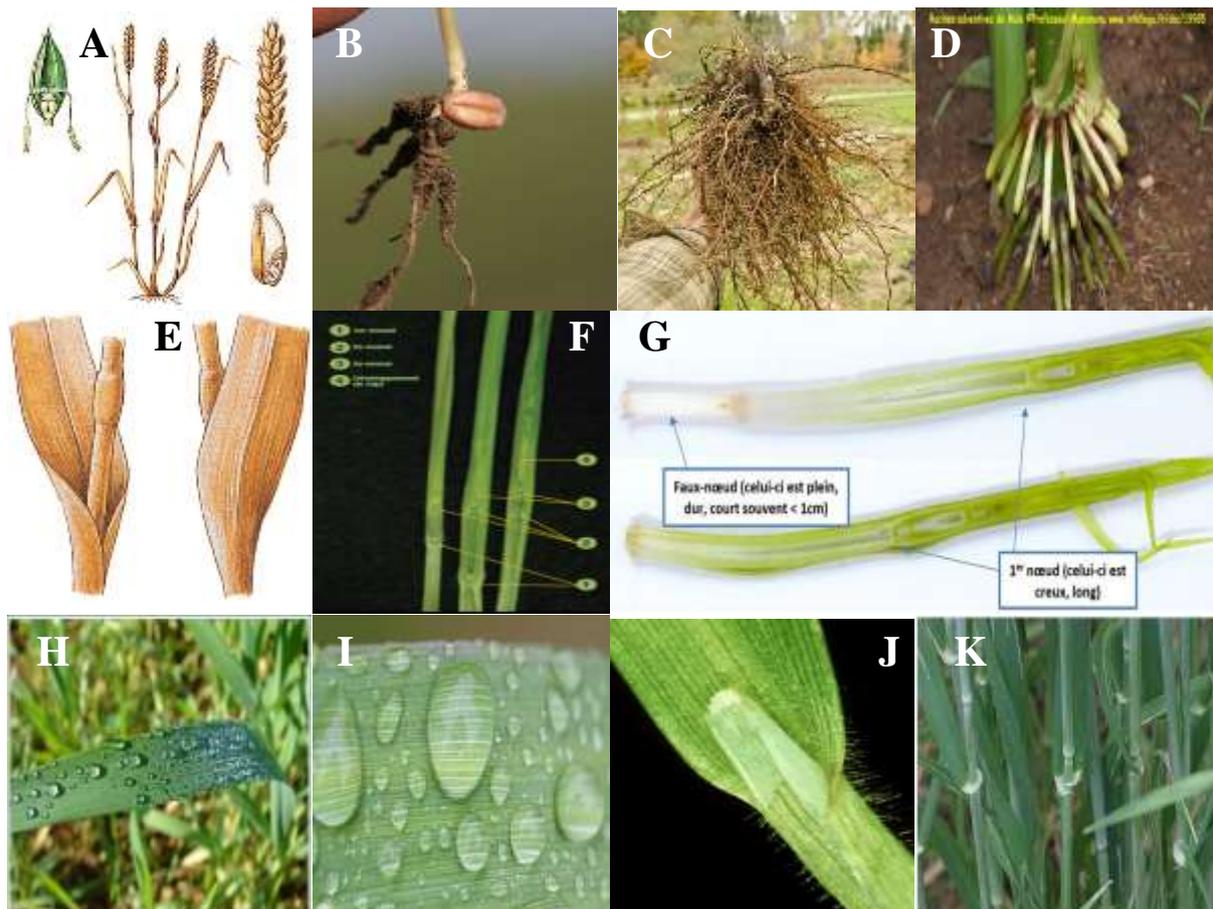


Figure 5 : Appareil végétatif chez les céréales

### 2.3.L'appareil reproducteur

Les céréales ont des organes reproducteurs appelés épis ou panicules. Un épi est une structure cylindrique, composée d'axes et de bractées disposées en spirale, sur lesquels sont insérés les épillets (Fig. 6). Les épis des céréales peuvent être dressés ou retombants, et ils peuvent varier considérablement en taille et en forme selon les espèces. Une panicule, en revanche, est une structure plus complexe et souvent plus ramifiée que l'épi (Fig. 7). Il se compose d'un axe principal avec des ramifications secondaires, qui portent chacune des épillets. Les panicules se trouvent généralement à l'extrémité des tiges, et peuvent être cylindriques, coniques, pyramidales ou en forme de grappe. Les panicules sont souvent plus grandes et plus lâches que les épis, et peuvent être très décoratives.



**Figure 6** : Epis des céréales

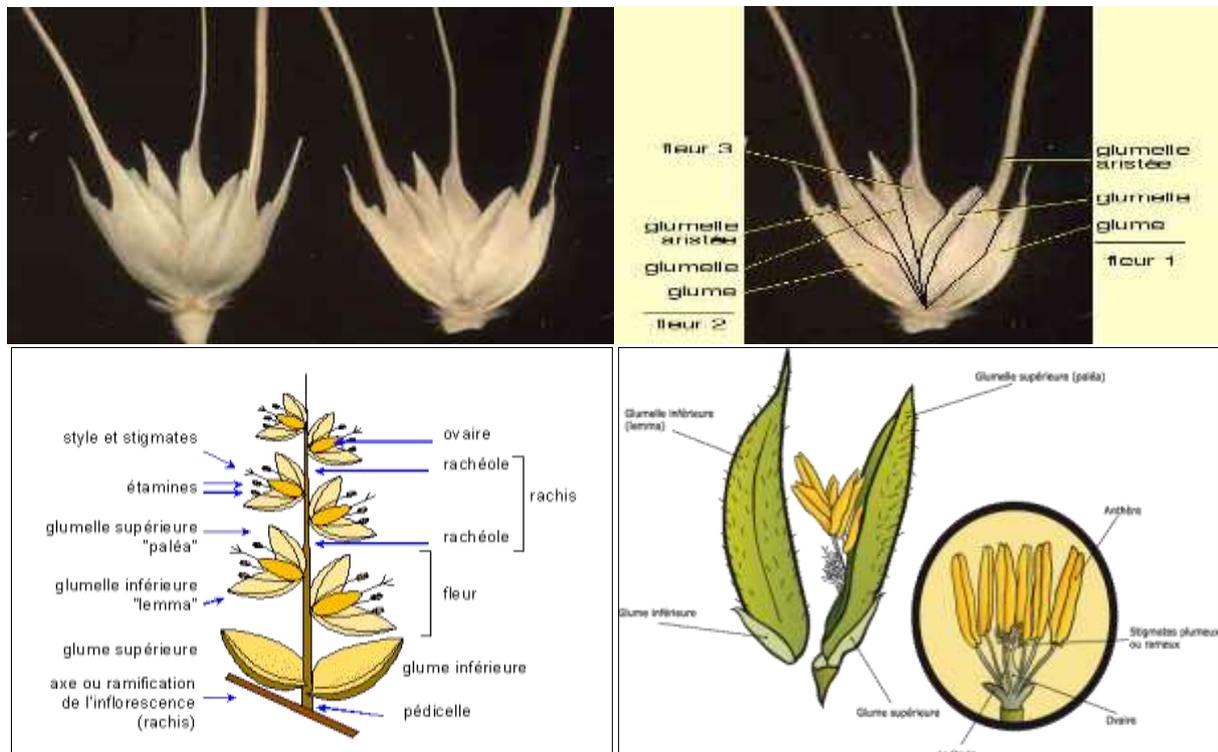


**Figure 7**: Panicules des céréales

Les épillets (souvent triflore) sont des structures reproductives des céréales, qui contiennent les organes reproducteurs de la plante. Ils sont disposés sur l'épi ou la panicule de la plante, et sont souvent protégés par des structures foliacées appelées glumes et glumelles (Fig. 8).

Les épillets des céréales peuvent varier considérablement en taille, en forme et en nombre selon les espèces. Ils peuvent être simples ou composés, et peuvent contenir plusieurs fleurs ou graines. Chaque épillet contient généralement plusieurs organes reproducteurs, notamment des fleurs bisexuelles, qui contiennent à la fois des organes mâles et femelles. Les organes mâles sont constitués d'étamines, qui produisent le pollen, tandis que les organes femelles sont constitués de pistils, qui contiennent les ovules.

Lorsque les épillets sont pollinisés, les grains de pollen se posent sur le stigmate du pistil et commencent à germer, formant un tube pollen qui pénètre dans l'ovule de l'ovaire. Cela conduit à la fécondation de l'ovule et à la formation de la graine de la céréale.



**Figure 8** : Structure des fleurs des céréales

### 3. Caractères biologiques

#### 3.1. Description du cycle de développement

Le cycle de développement des céréales est un processus complexe qui commence par la germination de la graine et se termine par la maturité et la récolte du grain. Ce cycle comprend trois principales périodes : la période végétative, la période reproductrice et la période de maturité.

#### 3.2. Période végétative

Le cycle végétatif des céréales comprend plusieurs étapes importantes, qui sont :

- **Germination** : La germination est la première étape du cycle de vie des céréales, où la graine commence à germer et émet une radicule, qui deviendra les racines. Cette étape est activée par l'humidité et la chaleur dans le sol.
- **Levée** : La levée est la phase où la pousse émerge de la terre, elle est visible à l'œil nu. Cette phase est importante car elle permet d'évaluer le taux de réussite de la levée et la densité de semis.

- **Tallage** : La phase de tallage commence après la levée. La plante développe plusieurs tiges qui poussent horizontalement et produisent des feuilles.
- **Montaison** : La montaison est la phase de transition entre la croissance végétative et la phase reproductrice de la plante. Durant cette phase, les tiges de la plante s'allongent et se redressent.
- **Le gonflement** : le gonflement est le processus par lequel, on observe un gonflement des tiges, de la base vers le haut permettant ainsi aux épis de monter vers le haut de la tige. Cette phase se termine lorsque les barbes apparaissent au niveau de l'extrémité supérieure de la tige, indiquant ainsi le début de la phase suivante.

### 3.3.Période reproductrice

Le cycle reproducteur des céréales est un processus complexe qui implique plusieurs étapes clés. Les principales étapes du cycle reproducteur des céréales sont :

- **Épiaison** : L'épiaison est la phase où la plante produit des épis. Cette phase est caractérisée par la formation des structures reproductrices appelées épillets. Les épillets contiennent des organes reproducteurs qui produisent du pollen et des ovules.
- **Floraison** : La floraison est la phase de reproduction des céréales, qui se produit après l'épiaison.
- **Pollinisation** : La pollinisation est le processus par lequel le pollen d'une plante est transféré sur le stigmate d'une autre plante. Dans le cas des céréales allogames, la pollinisation est souvent assurée par le vent, bien que certaines espèces puissent également être pollinisées par des insectes. Dans le cas des céréales autogame, le pollen d'une fleur féconde les ovules de la même fleur.
- **Fécondation** : La fécondation est le processus par lequel le pollen se combine avec l'ovule de la fleur pour produire une graine. La fécondation se produit à l'intérieur de l'épillet, où les organes reproducteurs mâles et femelles se rencontrent et se combinent.
- **Développement des grains** : Après la fécondation, les grains se développent et commencent à stocker des nutriments pour leur croissance future.

### 3.4.Période de maturation

La maturation des céréales est la phase finale de leur cycle de développement, au cours de laquelle les grains se développent et stockent des réserves de nourriture pour leur future croissance. Cette phase est marquée par la maturité des grains et la sénescence des parties de la plante qui n'ont plus d'utilité.

La maturation des céréales est un processus complexe qui peut varier selon l'espèce de

céréales et les conditions environnementales. Cependant, en général, la maturation des céréales comprend les étapes suivantes :

- **Remplissage des grains** : Les grains commencent à se remplir de sucres, d'amidons et d'autres nutriments à partir de la plante. Cette étape est cruciale pour la qualité et le rendement du grain.
- **Sénescence des parties de la plante** : Les parties de la plante qui n'ont plus d'utilité commencent à se dessécher et à mourir. La tige et les feuilles deviennent jaunes et commencent à se courber, ce qui indique que la plante entre dans la phase de maturité.
- **Durcissement des grains** : Les grains commencent à durcir et à sécher, ce qui les rend plus résistants à l'éclatement ou à la pourriture.
- **Changement de couleur** : La couleur des grains commence à changer, passant d'une couleur verte ou laiteuse à une couleur dorée ou brune, selon l'espèce de céréale.
- **Maturité physiologique** : C'est le stade où le grain a atteint son poids maximum et la teneur en humidité minimale, ce qui signifie qu'il est prêt pour la récolte.

Les étapes typiques de la **maturation des grains** des céréales sont les suivantes :

- ✓ **Laiteux** : À ce stade, les grains sont encore blancs ou jaunes pâles et sont remplis d'une substance liquide blanche et laiteuse. Ils contiennent environ 80% d'humidité.
- ✓ **Pâteux** : Les grains passent du stade laiteux au stade pâteux, où la substance à l'intérieur du grain devient plus épaisse et plus visqueuse. La teneur en humidité des grains diminue à environ 70%.
- ✓ **Mûr** : Les grains deviennent plus fermes et la teneur en humidité diminue encore. Ils commencent également à prendre une couleur plus foncée, allant du jaune pâle au brun, selon l'espèce de céréale.
- ✓ **Maturité** : Les grains atteignent leur taille et leur poids maximum et leur teneur en humidité chute à environ 10 à 15%. La couleur des grains continue de se foncer et la plupart des plantes de céréales se dessèchent et commencent à mourir.
- ✓ **Sur-maturité** : Si les grains restent sur la plante après leur maturité, ils peuvent devenir trop secs et perdre de la qualité. À ce stade, les grains sont vulnérables à la verse (chute des épis) et à la dégradation par les moisissures et les ravageurs.

Les agriculteurs doivent surveiller attentivement le processus de maturation pour déterminer le meilleur moment pour la récolte. Si la récolte est trop précoce, les grains ne seront pas complètement développés et le rendement sera faible. Si la récolte est trop tardive, les grains

peuvent être affectés par des conditions météorologiques défavorables ou être endommagés par des maladies ou des insectes. Par conséquent, la récolte doit être effectuée au moment où la teneur en humidité des grains est optimale pour assurer une qualité et un rendement élevés.

La maturité physiologique peut être déterminée en observant la couleur des grains, qui passe du vert à une couleur plus foncée et plus sèche, comme le doré ou le brun. Les grains sont également plus durs à ce stade, ce qui les rend plus résistants aux dommages pendant la récolte et le stockage.

La teneur en humidité des grains est également un indicateur important de la maturité physiologique. Le grain doit atteindre une teneur en humidité spécifique pour être récolté et stocké de manière efficace. En général, le taux d'humidité optimal pour la récolte des céréales se situe entre 12% et 14% pour le blé, l'orge, l'avoine, le seigle et le maïs. Pour le riz, le taux d'humidité optimal pour la récolte se situe généralement entre 18% et 20%. Si le grain est récolté trop tôt, il peut contenir trop d'humidité, ce qui peut entraîner une perte de qualité et une contamination par des moisissures et des champignons. Si le grain est récolté trop tard, il peut être plus vulnérable aux dommages physiques et aux attaques de ravageurs.

#### 4. Itinéraire technique

L'itinéraire technique pour la culture des céréales comprend plusieurs étapes, y compris le choix du système de culture, le travail du sol, le semis, l'irrigation, la fertilisation, la protection contre les maladies et les ravageurs et la lutte contre les mauvaises herbes, ainsi que la récolte.

##### 4.1 Choix du système de culture

Le choix du système de culture pour les céréales dépend des conditions locales, telles que le type de sol, le climat et la disponibilité de l'eau. Les systèmes de culture courants pour les céréales comprennent la culture pure, la culture en rotation, la culture associée et la culture sous couvert.

Il existe différents systèmes de culture pour la culture des céréales, en fonction des pratiques agricoles locales et des conditions environnementales. Parmi les systèmes de culture et de précédents culturels qui peuvent être utilisés pour la culture des céréales, il y a :

- ***Système de culture en rotation*** : Dans ce système, les cultures sont cultivées en rotation sur une même parcelle de terrain, de manière à éviter l'appauvrissement des sols et à réduire la pression des maladies et des ravageurs. Les cultures de céréales sont souvent cultivées en alternance avec des légumineuses, qui fixent l'azote de l'air dans le sol et en améliorent la

fertilité. Les légumineuses sont également riches en matière organique, ce qui améliore la structure du sol et sa capacité à retenir l'eau.

- ***Système de culture sous couvert*** : Dans ce système, les céréales sont cultivées sous un couvert végétal, comme le trèfle ou la luzerne, qui est semé avant ou après la culture de céréales et qui reste en place pendant plusieurs mois. Le couvert végétal protège le sol de l'érosion, améliore sa fertilité et sa structure, et réduit la concurrence des mauvaises herbes.
- ***Système de culture en semis direct*** : Dans ce système, les céréales sont semées directement dans le sol sans labourer ou retourner la terre. Cette pratique préserve la structure du sol et sa biodiversité, tout en réduisant la consommation de carburant et les émissions de gaz à effet de serre associées au labour. Les cultures de couverture peuvent être utilisées pour améliorer la fertilité et la structure du sol.

En ce qui concerne les précédents culturels, les cultures suivantes peuvent être utilisées comme précédents pour la culture des céréales :

- ✓ Les légumineuses qui fixent l'azote de l'air dans le sol et améliorent sa fertilité.
- ✓ Les cultures fourragères, comme le maïs ou le sorgho, qui fournissent une quantité importante de matière organique et améliorent la structure du sol.
- ✓ Les cultures de couverture, comme le seigle, qui protègent le sol de l'érosion et réduisent la concurrence des mauvaises herbes.
- ✓ Les cultures de printemps, comme les pois ou les fèves, qui sont semées avant les céréales d'hiver et qui permettent de réduire la pression des maladies et des ravageurs.

Il est important de choisir le système de culture et le précédent culturel en fonction des caractéristiques locales du sol, du climat, de la disponibilité de l'eau et des ressources, ainsi que des objectifs de production de l'agriculteur.

#### **4.2.Travail du sol**

Le travail du sol pour une culture de céréales peut varier en fonction des pratiques agricoles locales et des conditions environnementales. Les éléments clés à prendre en compte pour le travail du sol pour une culture de céréales sont :

→ ***Préparation du sol*** : Le sol doit être préparé avant le semis. La préparation du sol peut comprendre plusieurs étapes, telles que le labour, le déchaumage, le hersage et le roulage. Le labour consiste à retourner la terre sur une certaine profondeur, tandis que le déchaumage, le hersage et le roulage permettent de niveler le sol et de le rendre plus propice au semis.

- **Profondeur de travail du sol** : La profondeur de travail du sol dépend de plusieurs facteurs, tels que le type de sol, le type de culture de céréales et la présence de mauvaises herbes. En général, pour une culture de céréales, la profondeur de travail doit être suffisante pour permettre aux racines de se développer correctement, mais pas trop profonde pour éviter l'appauvrissement du sol et la perturbation de la vie microbienne.
- **Amélioration de la structure du sol** : La structure du sol est importante pour la culture de céréales, car elle influe sur la disponibilité de l'eau et des nutriments pour la plante. Pour améliorer la structure du sol, il est recommandé d'utiliser des pratiques agricoles telles que le semis direct, les cultures de couverture, les cultures intercalaires et les apports de matières organiques.
- **Contrôle des mauvaises herbes** : Les mauvaises herbes peuvent être une source de concurrence pour les cultures de céréales, en utilisant les ressources nécessaires pour la croissance des céréales. Pour contrôler les mauvaises herbes, il est recommandé d'utiliser des pratiques agricoles telles que le désherbage mécanique, l'utilisation de paillis et de cultures de couverture, ainsi que l'utilisation de produits phytosanitaires en dernier recours.

Il est important de noter que le travail du sol pour la culture des céréales doit être adapté aux caractéristiques locales du sol, du climat, de la disponibilité de l'eau et des ressources, ainsi qu'aux objectifs de production de l'agriculteur. Il est également recommandé d'utiliser des pratiques agricoles durables pour préserver la fertilité du sol et la biodiversité.

#### 4.3.Semis

Le semis est une étape importante dans la culture des céréales, car il détermine en grande partie le potentiel de rendement de la culture. Les éléments clés à prendre en compte pour le semis d'une culture de céréales sont :

- **Densité de semis** : La densité de semis dépend du type de céréale, de la variété, des conditions de croissance et des objectifs de production. En général, la densité de semis recommandée pour le blé tendre est d'environ 200 à 300 grains/m<sup>2</sup>, pour l'orge d'environ 250 à 350 grains/m<sup>2</sup> et pour le maïs d'environ 70 000 à 100 000 plantes/ha.
- **Profondeur de semis** : La profondeur de semis dépend également du type de céréale, du type de sol et des conditions de croissance. En général, la profondeur de semis recommandée pour le blé tendre est d'environ 3 à 5 cm, pour l'orge d'environ 2 à 4 cm et pour le maïs d'environ 5 à 6 cm.
- **Calibrage des semences** : Le calibrage des semences est important pour assurer une densité

de semis homogène et une répartition uniforme des plantes sur le terrain. Il est recommandé d'utiliser des semences de qualité, régulières et bien calibrées.

- **Fertilisation** : La fertilisation est importante pour assurer une croissance vigoureuse et une production de qualité. La dose de fertilisation dépend du type de sol, de la variété, des conditions de croissance et des objectifs de production. Il est recommandé de réaliser une analyse de sol pour déterminer les besoins en fertilisation et d'adapter la dose en fonction des résultats.
- **Épandage** : L'épandage doit être réalisé de manière uniforme pour éviter les surdensités ou les trous dans la culture. Pour un épandage homogène, il est recommandé d'utiliser des semoirs à disques, des semoirs à socs ou des semoirs pneumatiques.
- **Période de semis** : La période de semis dépend du type de céréale, des conditions climatiques et des objectifs de production. En général, pour le blé tendre, le semis doit être réalisé en automne, entre mi-octobre et début novembre. Pour l'orge, le semis peut être réalisé soit en automne, soit au printemps. Pour le maïs, le semis est réalisé au printemps, généralement en avril ou en mai.

Il est important de noter que la dose de semis doit être adaptée aux caractéristiques locales du sol, du climat, de la disponibilité de l'eau et des ressources, ainsi qu'aux objectifs de production de l'agriculteur. Une densité de semis trop faible peut entraîner une mauvaise couverture du sol et une concurrence accrue entre les plantes, tandis qu'une densité de semis trop élevée peut entraîner une compétition pour les ressources et une diminution du rendement.

#### 4.4.Irrigation

L'irrigation peut être nécessaire pour maintenir l'humidité du sol à un niveau optimal pour la croissance des plantes. Le calendrier et la quantité d'eau dépendent des conditions locales, telles que la pluviométrie et l'humidité relative.

#### 4.5.Fertilisation

Les céréales ont besoin de nutriments pour se développer, tels que l'azote, le phosphore et le potassium. La fertilisation peut être effectuée par des engrais chimiques ou des amendements organiques, tels que le fumier. Les éléments clés à prendre en compte pour la fertilisation d'une culture de céréales sont :

- **Analyse de sol** : L'analyse de sol est la première étape pour déterminer les besoins en fertilisation de la culture de céréales. Elle permet de connaître les niveaux de nutriments présents dans le sol et d'adapter la fertilisation en conséquence.

- **Choix des engrais** : Il existe plusieurs types d'engrais, tels que les engrais azotés, phosphatés et potassiques. Le choix des engrais dépend des besoins en nutriments de la culture, des niveaux de nutriments présents dans le sol et des conditions de croissance.
- **Dose d'engrais** : La dose d'engrais dépend des besoins en nutriments de la culture, de la composition du sol et de l'objectif de production. Il est important de ne pas sous-estimer ou surestimer la dose d'engrais, car cela peut avoir un impact sur le rendement et la qualité de la récolte.
- **Moment de la fertilisation** : Le moment de la fertilisation dépend du type de culture de céréales et des conditions climatiques. Il est important de fertiliser la culture de manière appropriée en fonction de ses besoins en nutriments tout au long de son cycle de développement.
- **Épandage d'engrais** : L'épandage d'engrais peut se faire avant le semis, pendant le semis ou après le semis, selon le type d'engrais utilisé et les besoins de la culture de céréales. Il est important de veiller à une répartition homogène des engrais pour éviter une concentration excessive de nutriments dans certaines zones du champ.
- **Fertilisation organique** : La fertilisation organique peut être une alternative ou un complément à la fertilisation minérale. Elle peut être obtenue à partir de fumier, de compost ou d'autres matières organiques. La fertilisation organique peut aider à améliorer la structure du sol et à fournir des nutriments à la culture de manière progressive.

Les besoins en fertilisants pour les céréales dépendent de plusieurs facteurs, tels que le type de céréales, la qualité du sol, le climat et le rendement souhaité. Cependant, en général, les céréales ont besoin de trois principaux nutriments pour une croissance vigoureuse : l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K).

- **Azote (N)** : L'azote est essentiel pour la croissance des feuilles, de la tige et des épis de céréales. Les céréales ont besoin d'une quantité importante d'azote pour atteindre un rendement élevé. La quantité d'azote nécessaire dépend de nombreux facteurs, notamment de la teneur en matière organique du sol, de la variété de céréales, de la densité de semis et des conditions climatiques. Les céréales à paille ont besoin d'environ 100 à 150 kg/ha d'azote pour atteindre un rendement optimal.
- **Phosphore (P)** : Le phosphore est important pour la croissance des racines des céréales et pour le développement des graines. Les céréales ont besoin de quantités suffisantes de phosphore pour soutenir la croissance de la plante. La quantité de phosphore nécessaire dépend également de la variété de céréales et des conditions de croissance. Les céréales ont

généralement besoin d'environ 30 à 50 kg/ha de phosphore.

→ **Potassium (K)** : Le potassium est essentiel pour la croissance et le développement des céréales, en particulier pour la régulation de la teneur en eau et la résistance aux maladies. Les céréales ont besoin de quantités suffisantes de potassium pour atteindre un rendement optimal. La quantité de potassium nécessaire dépend de la variété de céréales et des conditions de croissance. Les céréales ont généralement besoin d'environ 80 à 100 kg/ha de potassium.

#### 4.6. Désherbage

Le désherbage est une étape importante dans la culture de céréales, car les mauvaises herbes peuvent concurrencer les cultures de céréales pour les nutriments, l'eau et la lumière, ce qui peut réduire le rendement des cultures. Il existe plusieurs méthodes de désherbage pour les cultures de céréales, notamment :

**Désherbage mécanique** : Le désherbage mécanique consiste à utiliser des outils tels que des herse, des cultivateurs, des bineuses et des sarcleuses pour enlever les mauvaises herbes du sol. Cette méthode peut être utilisée avant ou après le semis des cultures de céréales, en fonction du type de culture et des conditions de croissance. Le désherbage mécanique peut être efficace pour les mauvaises herbes annuelles, mais peut ne pas être aussi efficace pour les mauvaises herbes vivaces.

**Désherbage chimique** : Le désherbage chimique consiste à utiliser des herbicides pour tuer les mauvaises herbes dans les cultures de céréales. Les herbicides peuvent être appliqués avant ou après le semis des cultures, en fonction de la variété de céréales et des conditions de croissance. Les herbicides peuvent être appliqués sous forme de pulvérisation ou de granulés. Cette méthode peut être efficace pour les mauvaises herbes annuelles et vivaces, mais doit être utilisée avec précaution pour éviter les effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine.

**Désherbage manuel** : Le désherbage manuel consiste à enlever les mauvaises herbes à la main. Cette méthode est souvent utilisée dans les petites exploitations agricoles ou pour les cultures de céréales biologiques, mais peut être coûteuse en main-d'œuvre.

Il est important de noter que le choix de la méthode de désherbage dépendra des conditions locales, du type de culture et des pratiques agricoles utilisées. Les agriculteurs devraient également utiliser des herbicides et des méthodes de désherbage avec précaution pour minimiser les effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine.

#### 4.7. Protection contre les maladies et les ravageurs et lutte contre les mauvaises herbes

Les céréales sont sujettes aux maladies, aux ravageurs et aux mauvaises herbes qui peuvent réduire le rendement et la qualité. Les pratiques de protection des cultures comprennent l'utilisation d'insecticides, de fongicides et d'herbicides.

Les traitements phytosanitaires pour une culture de céréales sont utilisés pour protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies, qui peuvent causer des dommages importants aux cultures et réduire le rendement. Les traitements phytosanitaires peuvent inclure des pesticides, des herbicides et des fongicides, qui sont appliqués selon les besoins spécifiques de la culture.

**Pesticides** : Les pesticides sont utilisés pour lutter contre les ravageurs qui attaquent les cultures de céréales, tels que les insectes, les acariens, les mollusques et les nématodes. Les pesticides peuvent être appliqués à différents stades de croissance de la plante, en fonction du type de ravageur et de l'infestation. Les pesticides peuvent être appliqués sous forme de pulvérisation, d'arrosage ou de granulés.

**Herbicides** : Les herbicides sont utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes qui concurrencent les cultures de céréales pour les nutriments, l'eau et la lumière. Les herbicides peuvent être appliqués avant ou après le semis des cultures, en fonction de la variété de céréales et des conditions de croissance. Les herbicides peuvent être appliqués sous forme de pulvérisation ou de granulés.

**Fongicides** : Les fongicides sont utilisés pour lutter contre les maladies fongiques qui attaquent les cultures de céréales, telles que la rouille, la septoriose et la fusariose. Les fongicides peuvent être appliqués à différents stades de croissance de la plante, en fonction du type de maladie et de l'infestation. Les fongicides peuvent être appliqués sous forme de pulvérisation, de poudrage ou de trempage des semences.

Il est important de noter que les traitements phytosanitaires doivent être utilisés avec précaution pour minimiser les effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Il est recommandé d'utiliser des traitements phytosanitaires qui sont spécifiques à la culture de céréales et qui ont été approuvés pour une utilisation sûre et efficace. Les agriculteurs devraient également suivre les bonnes pratiques agricoles pour minimiser l'utilisation de traitements phytosanitaires et préserver la santé des sols et des écosystèmes.

#### 4.8.Récolte

La récolte doit être effectuée lorsque les grains ont atteint la maturité physiologique et que le taux d'humidité est à un niveau approprié pour le stockage. La récolte peut être effectuée manuellement ou mécaniquement.

La récolte est une étape importante dans la culture de céréales, car elle permet de récolter le fruit de plusieurs mois de travail. Les principales étapes de la récolte pour une culture de céréales sont :

- **Maturité** : Les céréales sont prêtes à être récoltées lorsque les grains sont mûrs et secs. Pour déterminer si les grains sont prêts, les agriculteurs effectuent souvent des tests de teneur en humidité.
- **Préparation de la moissonneuse-batteuse** : Les moissonneuses-batteuses sont des machines utilisées pour récolter les céréales. Avant la récolte, les agriculteurs préparent leur moissonneuse-batteuse en vérifiant que tous les réglages sont corrects et en s'assurant que la machine est en bon état de fonctionnement.
- **Récolte** : Une fois que les céréales sont mûres, les agriculteurs récoltent les cultures à l'aide de la moissonneuse-batteuse. La machine coupe les tiges de céréales, sépare les grains de la paille et stocke les grains dans un réservoir.
- **Séchage et nettoyage** : Après la récolte, les grains peuvent être séchés et nettoyés pour éliminer les impuretés et les grains endommagés. Les agriculteurs peuvent utiliser des séchoirs à grain et des équipements de nettoyage pour ce processus.
- **Stockage** : Les grains sont ensuite stockés dans des silos ou des entrepôts pour les protéger des insectes, de l'humidité et d'autres facteurs environnementaux. Les agriculteurs peuvent utiliser des équipements de ventilation et de refroidissement pour maintenir les grains dans des conditions optimales de stockage.

**Chapitre 2 :**  
**La pomme de terre**

## Chapitre 2 : La pomme de terre

### 1. Généralités

La pomme de terre appartient à la famille des **Solanacées** et au genre **Solanum**, qui comprend plusieurs espèces tubérifères. Les centres d'origine de la pomme de terre seraient situés au Mexique et dans la région centrale de la Cordillère des Andes (au-dessus de 2000 m).

La pomme de terre est originaire de la région du lac Titicaca, très anciennement domestiquée par les peuples amérindiens du sud-ouest de l'Amérique latine, que les explorateurs et conquistadors espagnols ont découverte et rapportée en Europe au XVI<sup>e</sup> siècle. Les Européens l'ont progressivement acclimatée et adoptée au point d'en faire dès le XVIII<sup>e</sup> siècle un ingrédient essentiel de leur alimentation, surtout dans l'Europe du Nord, de l'Irlande à la Russie.

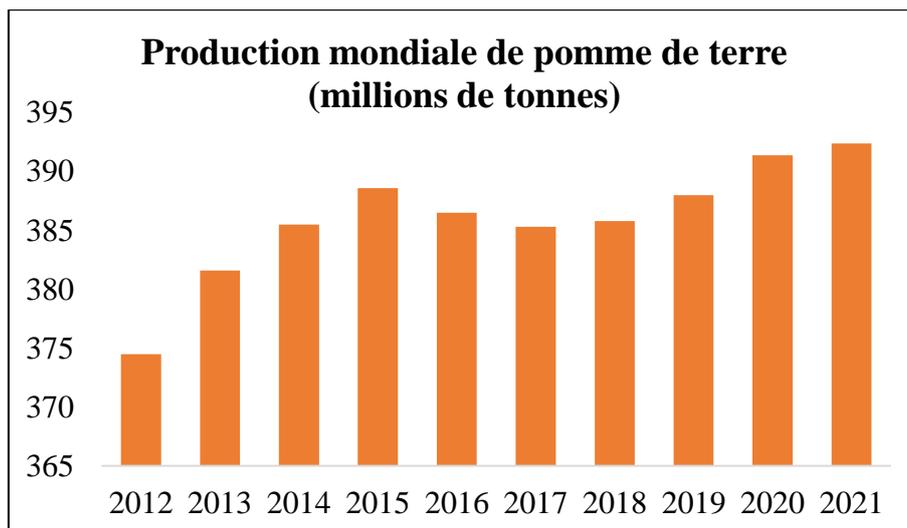
La pomme de terre a été un des facteurs de la Révolution industrielle avant d'être diffusée principalement par les empires coloniaux, et aussi pour les nécessités de la navigation, dans tous les continents. Au XX<sup>e</sup> siècle et encore au début du XXI<sup>e</sup> siècle, elle poursuit son expansion, particulièrement en Asie et en Afrique. Elle est devenue également la matière première d'une industrie de transformation agro-alimentaire, tant pour la production de l'amidon et de ses dérivés que pour la fabrication d'aliments industriels.

### 2. Production

#### 2.1. Dans le monde

La pomme de terre est l'un des légumes les plus consommés dans le monde. Elle est cultivée dans plus de 125 pays, avec une production annuelle totale d'environ 388 millions de tonnes (Fig. 9). Les principaux producteurs de pommes de terre sont la Chine, l'Inde, la Russie, l'Ukraine et les États-Unis (Fig. 10).

La superficie de production de pommes de terre dans le monde est d'environ 19,2 millions d'hectares. Ces dernières années, les superficies de la production de la pomme de terre montrent une certaine stabilité. Les plus grands producteurs de pommes de terre en termes de superficie cultivée sont la Chine, l'Inde, la Russie, l'Ukraine et les États-Unis.



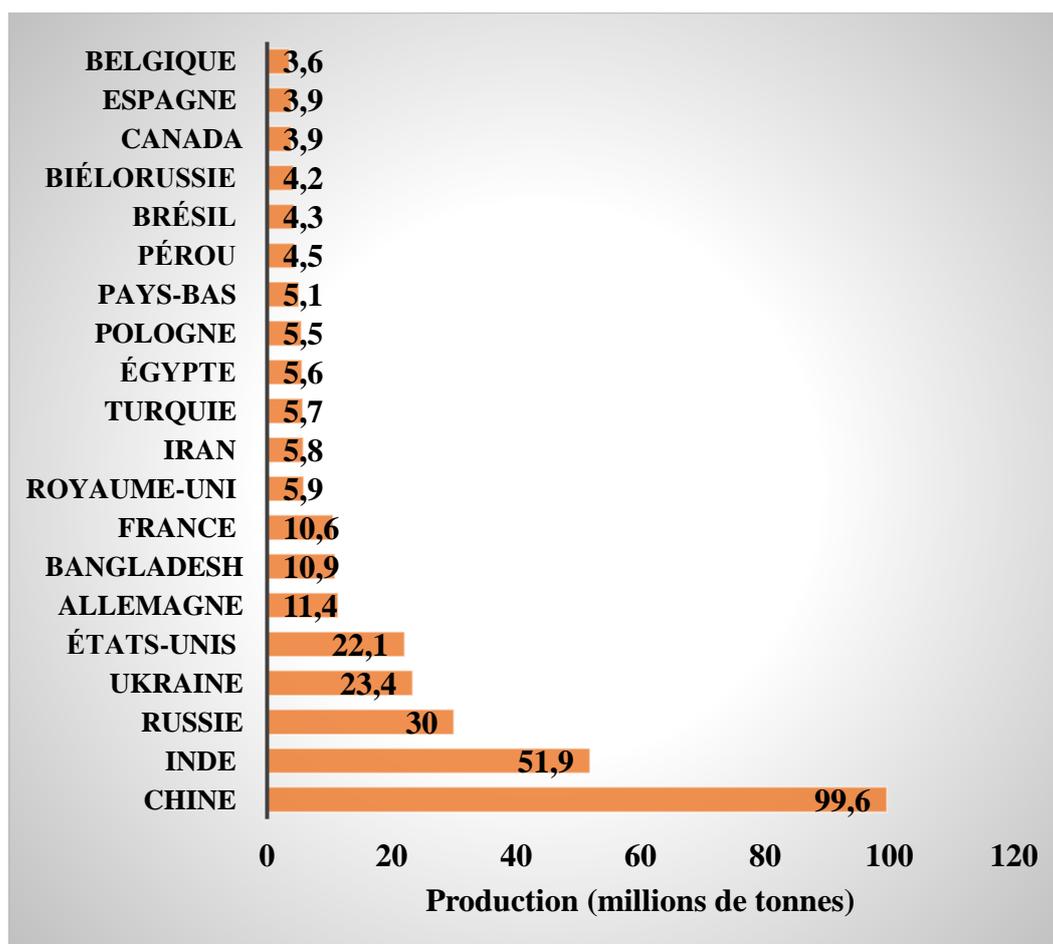
**Figure 9** : Production mondiale de la pomme de terre dans le monde de 2012 à 2021 (FAO, 2021).



**Figure 10** : Répartition de la production de pomme de terre en 2019 (FAO, 2019).

Les 20 premiers pays producteurs de pommes de terre dans le monde en 2020, selon les données de la FAOSTAT sont illustrés dans la figure (11).

Ces chiffres montrent que la production de pommes de terre est concentrée dans quelques pays, en particulier en Chine et en Inde, qui représentent à eux seuls plus de 40% de la production mondiale de pommes de terre.

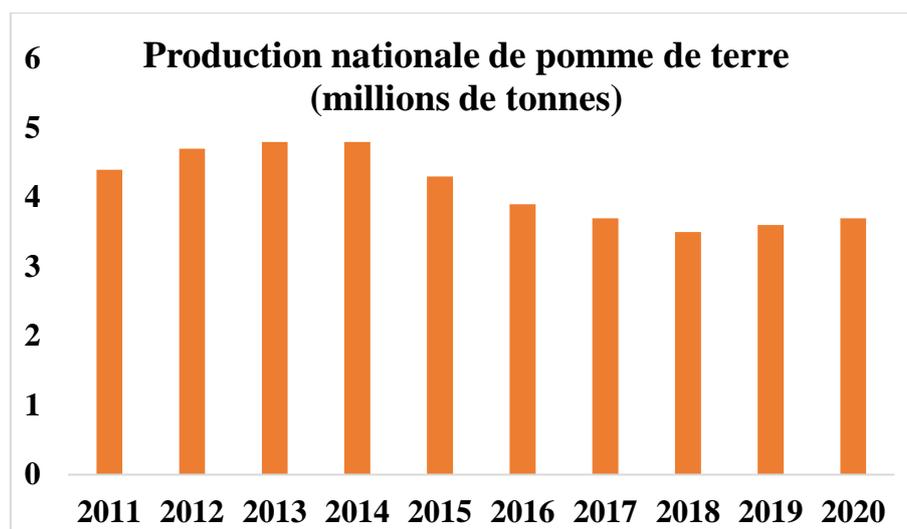


**Figure 11:** Les pays les plus producteurs de pomme de terre dans le monde en 2020 (FAO, 2020).

## 2.2. En Algérie

Selon les données de la FAOSTAT, l'Algérie a produit environ 3,7 millions de tonnes de pommes de terre en 2020, ce qui la place au 25<sup>ème</sup> rang mondial en termes de production de pommes de terre. Les principaux producteurs de pommes de terre en Afrique sont l'Égypte, l'Algérie, le Maroc, l'Afrique du Sud et l'Éthiopie. Bien que la production de pommes de terre en Algérie soit relativement modeste par rapport à d'autres pays, la pomme de terre est une culture importante en Algérie et est largement consommée dans le pays.

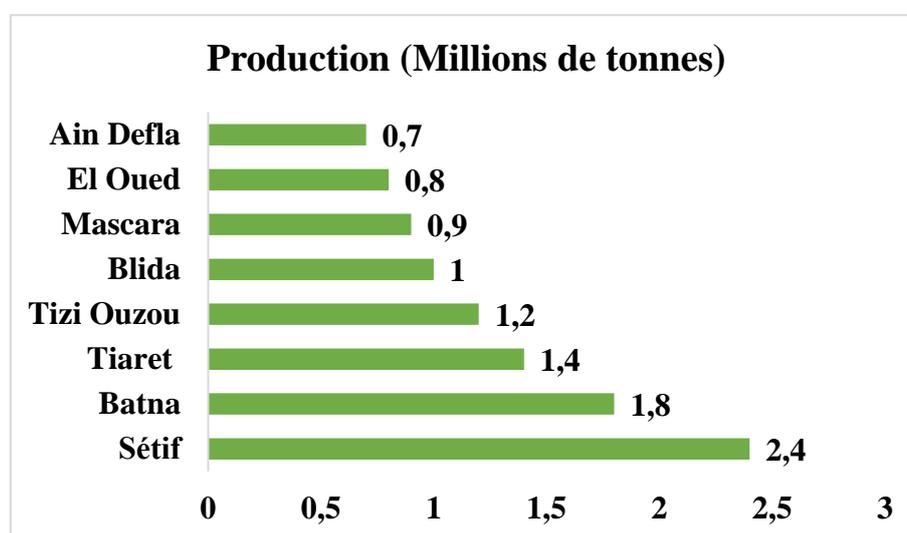
Les données de la production de pommes de terre en Algérie pour les dix dernières années (Fig. 12), selon la FAOSTAT, montrent que la production de pommes de terre en Algérie a connu des fluctuations au cours de la dernière décennie, avec un pic en 2013 (4,8 millions de tonnes) et une baisse ces dernières années (3,5 à 3,7 millions de tonnes). Cela peut être dû à des facteurs tels que les conditions météorologiques, les maladies des plantes, les problèmes de financement ou d'autres facteurs économiques. Cependant, la production de pommes de terre en Algérie reste importante pour l'économie agricole du pays.



**Figure 12:** Production nationale de pomme de terre de 2011 à 2020 (FAO, 2020)

Les principales régions de production de pomme de terre en Algérie, en 2020 sont les wilayas de Sétif, Batna, Tiaret, Tizi Ouzou, Blida, Mascara, El Oued et Ain Defla (Fig. 13).

Il est important de noter que la production de pommes de terre en Algérie peut varier d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques et des facteurs économiques. Ces chiffres sont donc à prendre comme une indication générale de la production de pommes de terre dans chaque région.



**Figure 13:** les régions les plus productives de pomme de terre en 2020 (FAO, 2020)

La superficie totale de production de pomme de terre en Algérie pour l'année 2020 était d'environ 189 000 hectares, selon les données du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural. Cela représente une augmentation par rapport à l'année précédente, où la superficie totale était d'environ 184 000 hectares.

Le tableau suivant résume les superficies de production de pomme de terre dans les principales régions de production de pomme de terre en 2020.

**Tableau 3** : Les superficies de production de pomme de terre en Algérie pour l'année 2020 (en hectares) par wilaya.

Régions	Superficies (ha)
Sétif	43 500
Batna	33 800
Tiaret	26 200
Tizi Ouzou	22 400
Blida	18 500
Mascara	16 700
El Oued	14 800
Ain Defla	12 500

### 3. Valeur nutritionnelle de la pomme de terre

La pomme de terre est un aliment très nutritif et est riche en plusieurs nutriments importants pour la santé. Pour 100g de pomme de terre crue, on retrouve, en moyenne, 77 kcal de calories, 75 à 80% d'eau, 15 à 17 % d'amidon, 2 % de fibres alimentaires, 2 % de protéines, 0,1 à 0,2 % de graisses, 0,020 % de vitamine C, 0,003 % de vitamine B6, 0,421 % de potassium, 0,023 % de magnésium et 0,006 % de fer.

Les pommes de terre sont également une excellente source d'amidon résistant, un type de glucide qui peut aider à améliorer la santé digestive et à réduire le risque de maladies chroniques. Cependant, il est important de noter que la plupart des vitamines et des minéraux se trouvent dans la peau de la pomme de terre. Par conséquent, il est recommandé de manger la pomme de terre avec sa peau pour bénéficier de tous ses bienfaits nutritionnels.

### 4. Répartition des cultures et de la production.

Du fait de la diversité des milieux cultureux qui résulte notamment des différences d'altitude entre les plaines côtières et les régions intérieures et de l'influence du climat méditerranéen qui va s'atténuant régulièrement du Nord vers le Sud, les plantations de pommes de terre se succèdent sans interruption au cours de la campagne agricole de la région côtière vers l'intérieur.

→ **Culture primeur** : Cette méthode consiste à cultiver des variétés de pommes de terre à croissance rapide pour une récolte précoce, généralement de mai à juillet. Cette méthode est courante dans les régions plus chaudes et permet de bénéficier d'une récolte précoce. La culture primeur est courante dans les régions côtières du pays, telles que la région d'Annaba,

Skikda et Bejaia, où le climat est plus frais et plus humide. La période de plantation se situe généralement entre janvier et février pour une récolte précoce en avril ou mai.

→ **Culture de saison** : Cette méthode consiste à cultiver des variétés de pommes de terre qui peuvent être plantées en début de saison, généralement de mars à avril, et récoltées à la fin de l'été, de septembre à octobre. Cette méthode est courante dans les régions tempérées et permet d'obtenir une récolte plus importante que la culture primeur. La culture de saison est pratiquée dans différentes régions de l'Algérie, en particulier dans les zones tempérées telles que la région d'Oran, de Constantine et d'Alger. La période de plantation se situe généralement entre mars et avril pour une récolte en septembre ou octobre.

→ **Culture d'arrière-saison** : Cette méthode consiste à cultiver des variétés de pommes de terre qui peuvent être plantées en été et récoltées en automne ou en hiver, généralement de septembre à décembre. Cette méthode est courante dans les régions plus froides et permet d'obtenir une récolte tardive pour une utilisation à long terme. La culture d'arrière-saison est moins courante en Algérie, mais elle est pratiquée dans certaines régions plus fraîches du pays, telles que les montagnes de l'est et de l'ouest de l'Algérie. La période de plantation se situe généralement entre juillet et août pour une récolte en décembre ou janvier.

## 5. Caractéristiques botaniques

La pomme de terre (*Solanum tuberosum*) est une plante herbacée vivace appartenant à la famille des Solanacées.

### 5.1. Tige

La tige de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) est une structure aérienne dressée et cylindrique qui peut atteindre jusqu'à un mètre de hauteur. Elle est constituée de plusieurs segments, appelés entre-nœuds, séparés par des nœuds.

Les tiges de la pomme de terre sont généralement ramifiées, produisant des branches latérales appelées rameaux. Les rameaux sont plus courts que la tige principale et portent des feuilles, des fleurs ou des tubercules (Fig. 14).

La tige de la pomme de terre est une structure importante pour la croissance de la plante, car elle transporte l'eau et les nutriments des racines vers les feuilles et les tubercules. Les tubercules sont en fait des tiges modifiées qui se développent à partir des nœuds de la tige et des stolons, des tiges rampantes produites par la plante.

Il est important de noter que les parties aériennes de la pomme de terre, y compris les tiges, les feuilles et les fleurs, contiennent des glycoalcaloïdes appelés solanine, des composés

toxiques qui peuvent être dangereux pour la consommation humaine en grande quantité.



**Figure 14:** Tige de la pomme de terre.

### 5.2. Feuilles

Le système aérien se compose de plusieurs tiges et rameaux feuillés (autant que le tubercule-mère a développé de germes). Chaque feuille est composée de 3 à 5 paires de folioles et d'une terminale.

Les feuilles de la pomme de terre sont alternes, simples, et mesurent entre 10 et 30 cm de long. Elles sont palmées, c'est-à-dire qu'elles sont divisées en plusieurs folioles, qui sont ovales à oblongues. Les folioles ont une bordure dentée et une extrémité pointue (Fig. 15).



**Figure 15:** Feuille de pomme de terre

### 5.3. Fleurs

A l'aisselle d'une feuille du bourgeon apical de la tige (ou d'un rameau) peut apparaître, chez certaines variétés, à un certain stade de développement, une inflorescence, cyme bipare qui peut comporter 8 à 10 fleurs. L'autogamie est quasi absolue.

Les fleurs de la pomme de terre sont les organes reproducteurs de la plante. Elles se développent sur des tiges latérales appelées pédoncules, qui émergent des nœuds de la tige

principale. Elles ont une forme caractéristique en étoile, avec cinq pétales blancs ou roses et un calice vert qui protège la fleur en développement (Fig. 16). Les fleurs mesurent généralement de 2 à 4 cm de diamètre et sont portées par des tiges courtes qui se ramifient à partir des pédoncules.

Les fleurs de la pomme de terre sont pollinisées par les insectes, principalement les abeilles. La plante produit également des fruits, qui sont des baies vertes ou jaunes contenant de nombreuses graines.



**Figure 16:** Fleurs de pomme de terre

#### 5.4. Fruit

Les fruits de la pomme de terre sont des baies globuleuses qui contiennent de nombreuses graines. Les fruits ont une taille d'environ 1 à 2 cm de diamètre et ont une forme ronde à ovale (Fig. 17). Les fruits de la pomme de terre peuvent être verts ou jaunes à maturité, selon la variété. Les fruits sont rarement produits car les plantes cultivées sont généralement issues de tubercules. Il est important de noter que les fruits de la pomme de terre ne sont pas comestibles et peuvent même être toxiques



**Figure 17:** Fruits de pomme de terre

#### 5.5. Tubercule

Les racines de la pomme de terre sont peu développées et ne jouent pas un rôle important dans l'alimentation de la plante.

Le tubercule représente l'extrémité tubérisée d'un stolon (tige souterraine). Comme toute tige il porte, à l'aisselle de feuilles avortées (les écailles), des bourgeons dormants situés au fond d'une dépression (l'oeil), soulignée par la feuille écailleuse très réduite (Fig. 18). A l'extrémité distale, opposée à l'empreinte de l'insertion du tubercule sur le stolon (le talon), les yeux rassemblés autour du bourgeon terminal forment la couronne. Les tubercules sont ronds ou ovales, de couleur beige à brun foncé, et peuvent mesurer de quelques centimètres à plus de 10 cm de diamètre. Ils sont riches en amidon et en autres nutriments.

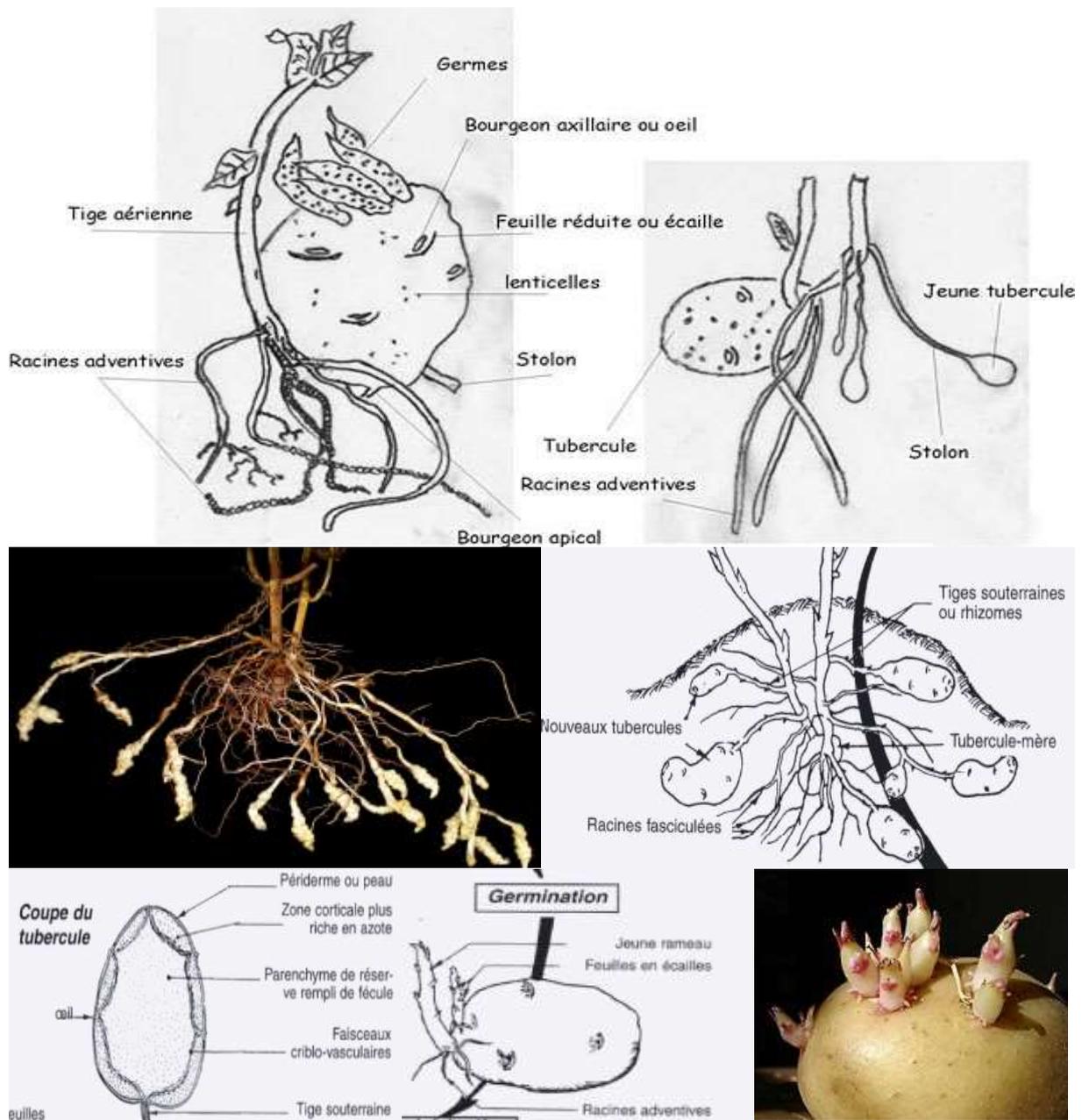


Figure 18: Fruits de pomme de terre

Après un certain temps de repos végétatif, les bourgeons entrent en croissance : le tubercule germe. Les germes se développent par différenciation et allongement d'entre-nœuds. Ils portent, comme tout jeune rameau, des feuilles ; celles de la base demeurent écailleuses, celles du sommet seront chlorophylliennes et constitueront le futur feuillage de la plante adulte. Lorsque ce germe a atteint 3 à 4 cm, des racines adventives se développent à la base des feuilles écailleuses. Des bourgeons latéraux donnent naissance à de nouveaux stolons, qui tubériseront à leur extrémité, formant les tubercules-fils.

## 6. Cycle de développement

Le cycle de développement de la pomme de terre peut être divisé en cinq grandes étapes: la plantation, la germination, la croissance végétative, la floraison et la maturation.

- **Plantation** : Les pommes de terre sont plantées dans le sol au début du printemps, généralement entre mars et mai, selon le climat. Les tubercules sont placés à une profondeur de 10 à 15 cm et espacés d'environ 30 à 40 cm les uns des autres.
- **Germination** : Après la plantation, les tubercules commencent à germer et à produire des pousses vertes. Ces pousses se développent à partir des "yeux" de la pomme de terre et émergent de la surface du sol.
- **Croissance végétative** : Pendant cette étape, la plante de pomme de terre développe des feuilles, des tiges et des racines. Les feuilles absorbent la lumière du soleil et utilisent la photosynthèse pour produire de l'énergie, qui est stockée dans les tubercules. Cette étape dure environ 2 à 3 mois.
- **Floraison** : Au cours de l'été, la plante de pomme de terre commence à produire des fleurs blanches ou roses. Ces fleurs attirent les insectes pollinisateurs qui aident à féconder les ovules de la plante.
- **Maturation** : La pomme de terre arrive à maturité à la fin de l'été ou au début de l'automne, environ 90 à 120 jours après la plantation. Les feuilles commencent à jaunir et à mourir, indiquant que les tubercules sont prêts à être récoltés. Les pommes de terre sont ensuite arrachées du sol et stockées pour être consommées ou transformées.

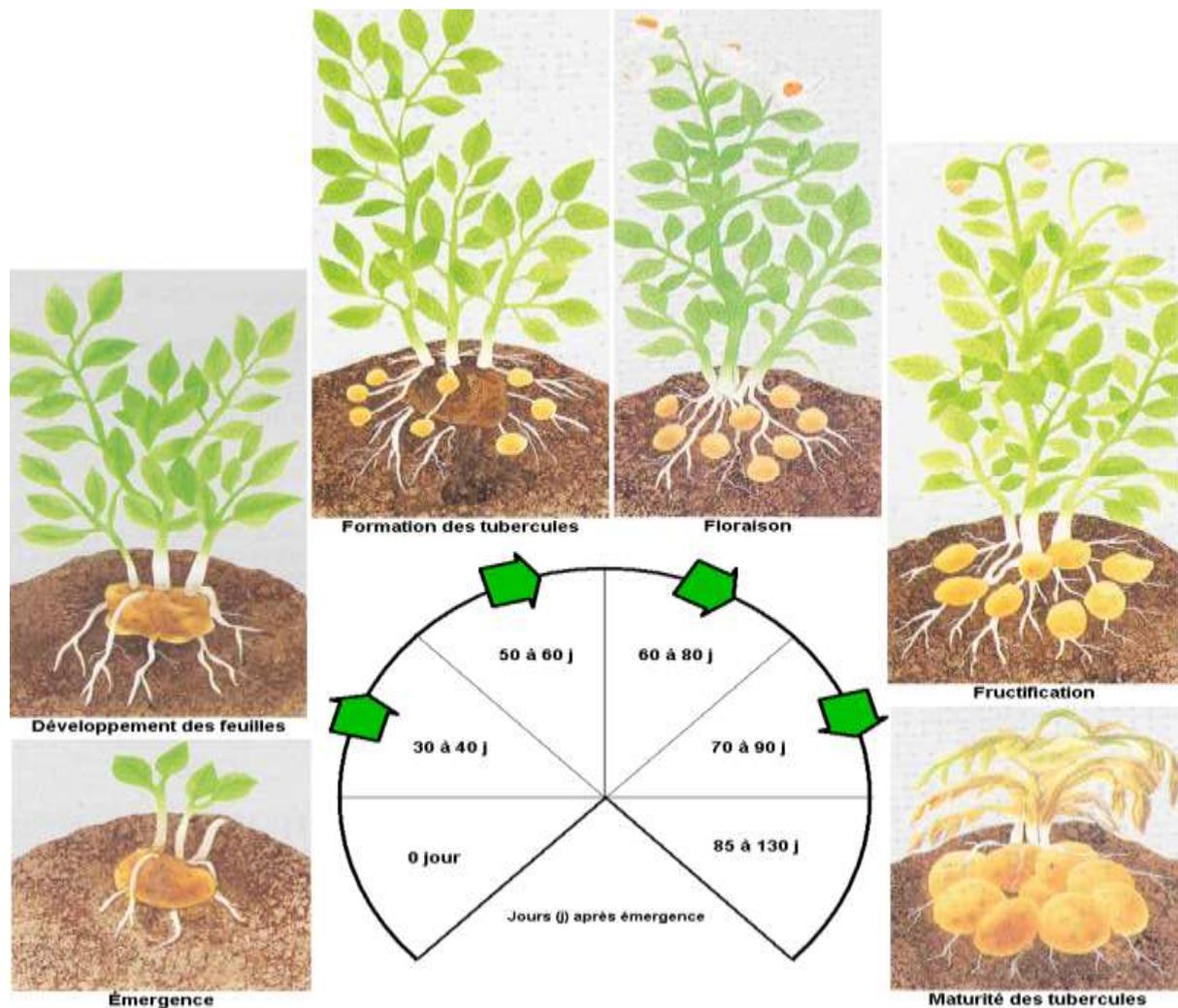


Figure 19: Cycle de développement de la pomme de terre.

## 7. Exigences pédoclimatiques

La pomme de terre a des exigences pédoclimatiques spécifiques pour se développer correctement. Les principales exigences de la pomme de terre sont :

- **Climat** : La pomme de terre est une plante rustique qui peut pousser dans une large gamme de climats, mais préfère un climat tempéré avec une température moyenne de 15 à 20 °C. La température minimale du sol au moment de la plantation : 8°C. La pomme de terre nécessite également une quantité suffisante d'eau, environ 500 à 800 mm par saison de croissance.
- **Sol** : Le sol doit être bien drainé, profond, fertile et riche en matière organique. La pomme de terre prospère dans les sols limoneux ou argileux riches en nutriments et en humus. Le pH idéal du sol pour la pomme de terre est de 5,2 à 6,5.
- **Lumière** : La pomme de terre a besoin d'une exposition suffisante à la lumière du soleil

pour produire une récolte abondante. Les plantes doivent recevoir environ 6 à 8 heures de lumière directe par jour.

→ **Altitude** : La pomme de terre peut être cultivée jusqu'à des altitudes de 2 500 mètres, mais les altitudes de 1 500 à 2 000 mètres sont considérées comme idéales pour une croissance optimale.

→ **Maladies et ravageurs** : La pomme de terre est sujette à plusieurs maladies et ravageurs, notamment le mildiou, la gale de la pomme de terre, la pourriture des tubercules et la mouche de la pomme de terre. La prévention et le contrôle de ces maladies et ravageurs sont essentiels pour garantir une récolte saine.

Ces exigences pédoclimatiques sont générales et peuvent varier légèrement en fonction de la variété de pomme de terre et des conditions locales. Il est donc important de consulter les recommandations spécifiques pour la variété de pomme de terre et la région de culture.

## 8. Techniques culturales

### 8.1. Préparation du sol

La préparation du sol commence par le labour pour briser les mottes de terre et ameublir le sol. Ensuite, les sols sont nivelés et les pierres, les mauvaises herbes et les débris sont éliminés.

En fonction du sol, un amendement peut être ajouté pour améliorer sa fertilité. Le travail en profondeur du sol (labour ou chisel) se fait en automne dans les sols lourds et moyens à lourds, et au printemps dans les sols limoneux à sablonneux. Pour les sols légers, le travail peut être effectué en automne ou au printemps, avec une préférence pour ce dernier. Pour la préparation du lit de plantation, le sol doit être ameubli sur 10-15 cm de profondeur en vue de l'obtention d'une structure fine.

### 8.2. Choix des variétés

Le choix de la variété dépend du marché cible, des conditions climatiques et des caractéristiques du sol. Les variétés précoces peuvent être plantées plus tôt dans la saison et récoltées plus tôt, tandis que les variétés tardives nécessitent une saison de croissance plus longue.

### 8.3. Prégermination

La prégermination consiste à exposer les tubercules à des températures élevées et à une humidité élevée pendant quelques jours avant la plantation. Cela aide à stimuler la germination

des tubercules et à accélérer la croissance des plants.

#### 8.4. Égermage

L'égermage est la pratique de retirer les germes faibles ou mal formés des tubercules avant la plantation. Les germes sont retirés pour assurer que les tubercules ont suffisamment d'énergie pour produire des racines et des feuilles.

#### 8.5. Plantation

La plantation peut être effectuée manuellement ou à l'aide d'une machine (Fig. 20). Les sillons ou les trous sont creusés à une profondeur de 10-15 cm et les tubercules sont plantés avec la partie des germes vers le haut. Les plants sont espacés en fonction de la variété et de la densité de plantation souhaitée. La plantation de pomme de terre s'effectue du début à fin avril, seulement dans des sols suffisamment réchauffés (pomme de terre de saison) et au début mars, sous toile ou plastic (pomme de terre primeur).



**Figure 20:** Planteuse de pomme de terre.

Le calibre des semences de pomme de terre peut avoir un impact sur la densité de plantation, c'est-à-dire le nombre de plants de pomme de terre plantés par unité de surface. En général, les semences de gros calibre donnent des plants plus grands et plus productifs, ce qui permet de réduire la densité de plantation (tableau 4).

**Tableau 4:** Nombre moyen de tiges et de tubercules par plante selon le calibre de la semence

Calibres	Nombre de tiges par plante	Nombre de tubercules par plante
28 – 35 mm	3 à 4	10 à 15
35 – 45 mm	5 à 6	15 à 20
45 – 55 mm	7 à 8	20 à 25

Les semences de petit calibre donnent des plants plus petits et plus précoces, ce qui nécessite une densité de plantation plus élevée pour obtenir une récolte satisfaisante. La densité de plantation peut varier selon la variété de pomme de terre cultivée, les conditions de culture, la taille des plants souhaitée et les exigences du marché.

En général, on peut considérer que pour des semences de gros calibre, la densité de plantation peut être de l'ordre de 30 à 40 000 plants par hectare, tandis que pour des semences de petit calibre, elle peut être de l'ordre de 50 à 60 000 plants par hectare

### **8.6. Fertilisation**

La fertilisation peut être effectuée en utilisant des engrais organiques ou minéraux. Les besoins en nutriments de la pomme de terre varient en fonction de la variété, de la qualité du sol et des conditions climatiques. L'azote est nécessaire pour la croissance des feuilles et des tiges, tandis que le phosphore et le potassium sont nécessaires pour la formation des tubercules.

La pomme de terre a besoin d'une fertilisation équilibrée en azote, phosphore et potassium pour assurer une croissance et une production optimales. En plus de ces éléments majeurs, la culture de la pomme de terre a également besoin d'autres éléments nutritifs tels que le calcium, le magnésium, le soufre, le fer, le manganèse, le zinc, le bore et le cuivre.

En général, pour une production moyenne de 30 à 40 tonnes par hectare, les quantités recommandées de fertilisants pour la pomme de terre sont les suivantes :

- Azote : 150 à 200 kg/ha
- Phosphore : 100 à 150 kg/ha
- Potassium : 200 à 250 kg/ha

### **8.7. Butage**

Le butage consiste à ramener de la terre autour des plants pour protéger les tubercules de la lumière et du soleil. Cela permet également d'améliorer la stabilité des plants. Le buttage est effectué deux à trois fois pendant la saison de croissance.

Lorsque les premières feuilles apparaissent, les plants doivent être buttés. Il faut rassembler la terre autour des plants en formant des cônes de 20 centimètres de haut environ. Alignés en rangées, les cônes forment une ligne continue. C'est dans ces buttes que les nouveaux tubercules se développeront (Fig. 21).



**Figure 21** : Buttage de la pomme de terre.

### 8.8. Irrigation

L'irrigation est essentielle pour maintenir une croissance saine des plants de pomme de terre. L'eau doit être fournie régulièrement pour éviter le stress hydrique. Les besoins en eau varient en fonction du sol et des conditions climatiques locales.

Un sol moyennement sec pendant le début de la végétation favorise un enracinement étendu en profondeur. Au début de l'élongation, le sol devrait être humide.

Une période sèche pendant la formation des tubercules conduit à un arrêt de végétation et à des baisses de rendement et de qualité.

L'arrosage peut limiter les dégâts de gel jusqu'à  $-6^{\circ}\text{C}$  pendant une courte période. Commencer l'arrosage juste avant le point de congélation.

Il faut irriguer pendant les longues périodes de sec, si besoin aussi après le défanage pour favoriser la maturation (fermeté de la peau).

### 8.9. Désherbage

Le désherbage est une pratique importante pour la culture de la pomme de terre car il permet de limiter la concurrence entre les plants et les mauvaises herbes pour les nutriments, l'eau et la lumière. Pour désherber efficacement une culture de pomme de terre, il faut :

- ✓ *Désherber régulièrement* : Il est important de désherber régulièrement la culture de pomme de terre pour éviter que les mauvaises herbes ne deviennent trop grandes et difficiles à éliminer. Le désherbage doit être effectué dès que les mauvaises herbes commencent à pousser.
- ✓ *Utiliser des outils appropriés* : Il existe plusieurs outils pour désherber une culture de

pomme de terre, tels que la binette, la sarceuse ou le couteau désherbeur. Il est important de choisir l'outil qui convient le mieux à votre terrain et à vos conditions de culture.

- ✓ *Désherber à la main* : Si la culture de pomme de terre est petite, le désherbage à la main peut être une option efficace. Cela permet d'éliminer les mauvaises herbes avec précision et de ne pas endommager les plants de pomme de terre.
- ✓ *Utiliser des herbicides* : Si le désherbage manuel n'est pas possible ou s'avère inefficace, il est possible d'utiliser des herbicides. Cependant, il est important de lire attentivement les instructions et de suivre les recommandations du fabricant pour éviter de nuire aux plants de pomme de terre.
- ✓ *Éviter de désherber trop profondément* : Il est important de ne pas désherber trop profondément pour éviter d'endommager les racines des plants de pomme de terre.
- ✓ *Éliminer les déchets de désherbage* : Il est important d'éliminer les déchets de désherbage pour éviter qu'ils ne deviennent des sources de maladies ou de ravageurs pour la culture de pomme de terre.

#### **8.10. Lutte contre les maladies et les ravageurs**

C'est un aspect important de la culture de la pomme de terre. Pour une meilleure gestion des maladies et des ravageurs, l'une des pratiques suivantes peut être appliquée :

- ✓ *Choix des variétés* : Il est important de choisir des variétés résistantes aux maladies et aux ravageurs. Certaines variétés de pommes de terre ont une résistance naturelle à certaines maladies telles que le mildiou ou le nématode à kyste.
- ✓ *Rotation des cultures* : Il est important de ne pas cultiver des pommes de terre sur le même sol plusieurs années de suite pour éviter l'accumulation de maladies et de ravageurs.
- ✓ *Surveillance régulière* : Une surveillance régulière des plants de pomme de terre peut aider à détecter rapidement les signes de maladies et de ravageurs. Il est important d'inspecter les plants de pomme de terre pour détecter tout signe de décoloration, de flétrissement ou de dommage causé par les insectes.
- ✓ *Utilisation de produits biologiques* : Les produits biologiques tels que les préparations à base de plantes peuvent aider à prévenir ou à traiter les maladies et les ravageurs sans avoir recours à des produits chimiques.
- ✓ *Utilisation de produits chimiques* : En cas d'infestation importante, il peut être nécessaire d'utiliser des produits chimiques pour contrôler les ravageurs et les maladies. Il est important de suivre les instructions du fabricant et de respecter les doses recommandées pour éviter les effets indésirables sur les plantes et sur l'environnement.

### 8.11. Défanage

Le défanage est une opération qui consiste à couper les fanes des plants de pomme de terre pour stimuler la maturation des tubercules et faciliter leur récolte.

Le moment du défanage dépend de plusieurs facteurs tels que le stade de développement de la culture, les conditions climatiques et les pratiques culturales. En général, le défanage est effectué environ 2 à 3 semaines avant la récolte pour permettre aux tubercules de mûrir.

Le défanage peut être réalisé manuellement ou mécaniquement. Le défanage manuel consiste à couper les fanes à l'aide d'une serpe ou d'une faucille. Le défanage mécanique peut être effectué à l'aide d'une machine spéciale appelée "défanageuse" qui coupe les fanes à la base des plants.

Le défanage permet d'augmenter la teneur en matière sèche des tubercules, ce qui facilite leur conservation après la récolte. Il permet également d'améliorer la qualité des tubercules en réduisant la présence de maladies et en favorisant une maturation uniforme.

Il est important de ne pas effectuer le défanage par temps humide pour éviter la propagation des maladies. Il est également important de ne pas couper les fanes trop court pour éviter de blesser les tubercules et de favoriser l'entrée de maladies.

### 8.12. Récolte

La récolte doit être effectuée lorsque les plants ont atteint leur maturité. Cela se produit généralement environ trois mois après la plantation. Les tubercules doivent être soigneusement extraits du sol à l'aide d'une fourche ou d'une pelle. Il est important de manipuler les tubercules avec précaution pour éviter les blessures et les dommages.

→ **Moment de la récolte** : La récolte de la pomme de terre peut être effectuée lorsque les plants ont atteint leur maturité, généralement entre 80 et 120 jours après la plantation, selon la variété cultivée.

→ **Méthodes de récolte** : La récolte peut être effectuée manuellement ou mécaniquement. La méthode manuelle consiste à déterrer les plants à l'aide d'une fourche-bêche ou d'une pelle. La méthode mécanique peut être réalisée à l'aide d'une machine spéciale appelée "arracheuse de pommes de terre".

→ **Précautions à prendre** : Il est important de manipuler les tubercules avec précaution pendant la récolte pour éviter de les endommager. Les tubercules doivent être stockés dans un endroit frais et sec pour éviter leur pourrissement. Il est également important de ne pas

récolter les pommes de terre par temps humide pour éviter leur détérioration.

→ **Contrôle de la qualité** : Il est important de trier les tubercules récoltés pour éliminer les pommes de terre malades ou endommagées. Les pommes de terre triées doivent être stockées séparément pour éviter la contamination.

### **8.13. Stockage**

Les tubercules de pomme de terre doivent être stockés dans des conditions appropriées pour éviter la détérioration et la pourriture. Les tubercules doivent être stockés dans un endroit frais et sec, à une température comprise entre 4 et 10 degrés Celsius, avec une humidité relative d'environ 85 %. Les tubercules doivent être stockés dans des sacs en papier ou en toile pour permettre une bonne aération. Il est important de vérifier régulièrement les tubercules pour détecter tout signe de pourriture ou de dommage et de les éliminer immédiatement.

**Chapitre 3 :**  
**Légumineuses alimentaires**  
**(Légumes secs)**

## Chapitre 3 : Légumineuses alimentaires (Légumes secs).

### 1. Généralités

Les légumineuses alimentaires appartiennent à la famille des Fabacées qui est une famille de plantes dicotylédones. La famille est aussi appelée couramment Légumineuses (Leguminosae) ou Papilionacées (Papilionaceae).

Cette famille comprend 18 000 espèces réparties dans trois sous-familles (En classification classique, ce groupe des plantes serait l'ordre des Fabales avec trois familles.). Les trois sous-familles sont :

- Sous-famille Caesalpinioideae avec une fleur pseudo-papilionacée ;
- Sous-famille Mimosoideae avec une fleur régulière ;
- Sous-famille Faboideae ou Papilionoideae avec une fleur typique en papillon.

On observe normalement la présence de nodules fixateurs de l'azote atmosphérique sur les racines chez les Papilionoideae et les Mimosoideae alors qu'ils sont absents chez la plupart des Caesalpinioideae. Ces nodosités sont le résultat d'une symbiose entre des bactéries fixatrices d'azote, les rhizobiums, et ces différentes espèces de légumineuses.

Une particularité métabolique des Fabacées est la présence d'une hémoprotéine fixatrice de dioxygène, la leghémoglobine (ou LegHb), très proche de l'hémoglobine. Cette protéine se trouve dans les nodules des racines et permet de fixer l'oxygène pour former un milieu aérobie favorable au développement de rhizobium.

### 2. Importance économique

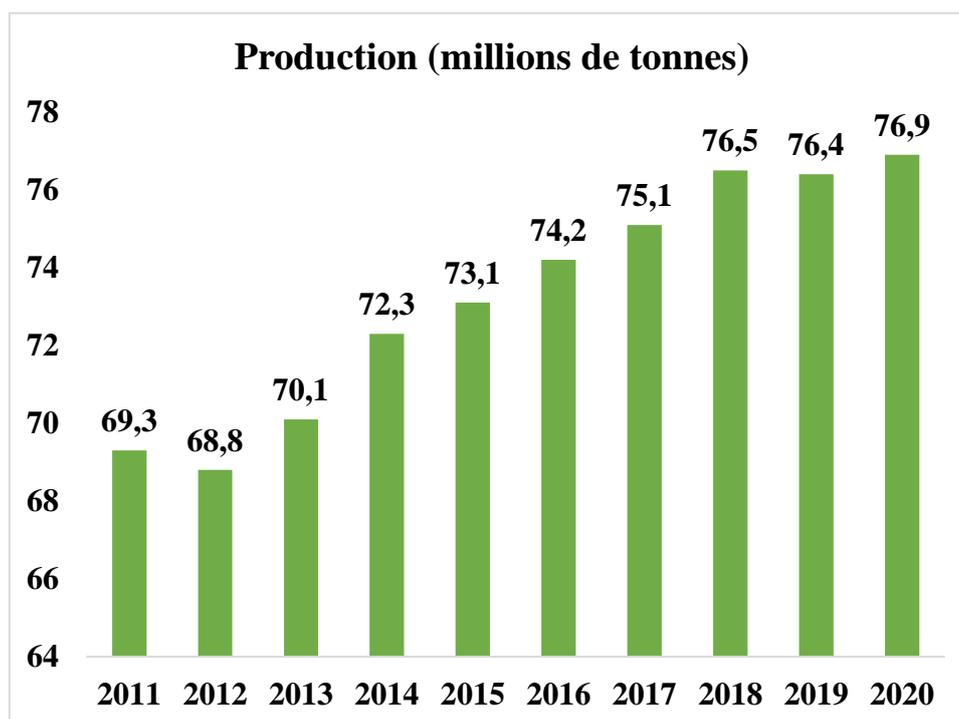
#### 2.1. Dans le monde

C'est une famille qui a une grande importance économique, étant une source de protéines végétales pour l'alimentation animale ou humaine qui ne nécessite pas d'engrais azotés. Ainsi pour beaucoup de Fabacées, leur culture tient une place particulière dans la rotation culturale du fait de leur capacité à fixer l'azote atmosphérique grâce au rhizobium. C'est aussi une source de matières grasses et de bois. On y rencontre aussi des espèces qui présentent un intérêt en tant que plantes ornementales.

La famille des Fabacées comprend comme plantes cultivées : le haricot, le pois, la lentille, l'arachide, le soja, la réglisse, la luzerne, le trèfle, le lupin, les « glycines », le palissandre, etc.

Selon les données de la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et

l'agriculture), la production mondiale de légumineuses en 2020 s'élevait à environ 77 millions de tonnes. Selon les données de la FAO, la production mondiale de légumineuses alimentaires a connu une légère augmentation au cours des dix dernières années. En 2010, la production mondiale était d'environ 68 millions de tonnes, tandis qu'en 2020, elle était d'environ 77 millions de tonnes (Fig. 22). Cependant, il convient de noter que la production peut varier considérablement d'une année à l'autre en fonction de facteurs tels que les conditions climatiques, les maladies et les variations de la demande du marché.



**Figure 22:** Evolution de la production des légumineuses alimentaires de 2011 à 2020 (FAO, 2021).

L'Inde est le premier producteur de légumineuses alimentaires au monde, suivie par le Canada, la Birmanie, l'Australie et les États-Unis (Fig. 23). Les légumineuses sont cultivées dans de nombreux pays, mais l'Inde et d'autres pays d'Asie en sont les plus gros producteurs.

Les légumineuses alimentaires les plus produites dans le monde sont : haricots, pois, lentilles, pois chiches, soja, arachides et fèves (Fig. 24). Ces légumineuses sont cultivées pour leur valeur nutritionnelle en tant que source de protéines végétales, de fibres alimentaires, de vitamines et de minéraux. Elles sont également utilisées pour l'alimentation animale, la production de biocarburants et d'autres utilisations industrielles. Les quantités de production peuvent varier d'une année à l'autre et d'un pays à l'autre.

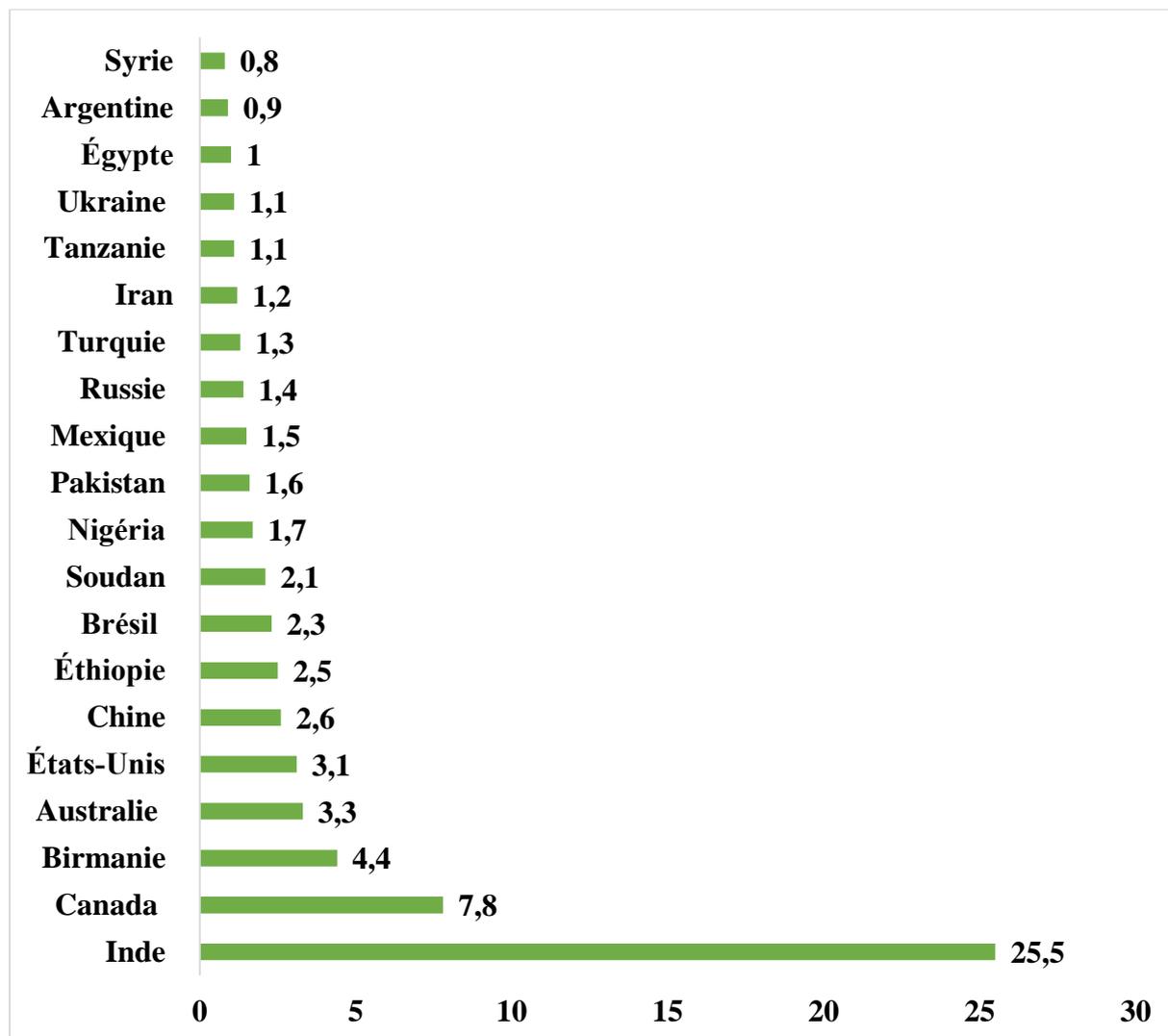


Figure 23: Production de légumineuses alimentaire par pays (FAO, 2021).

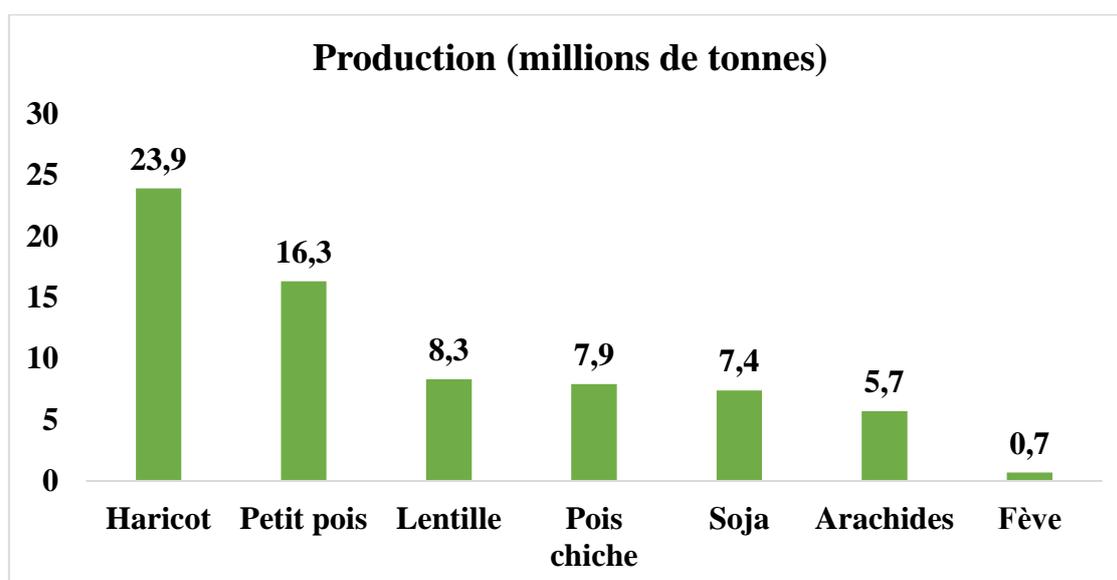
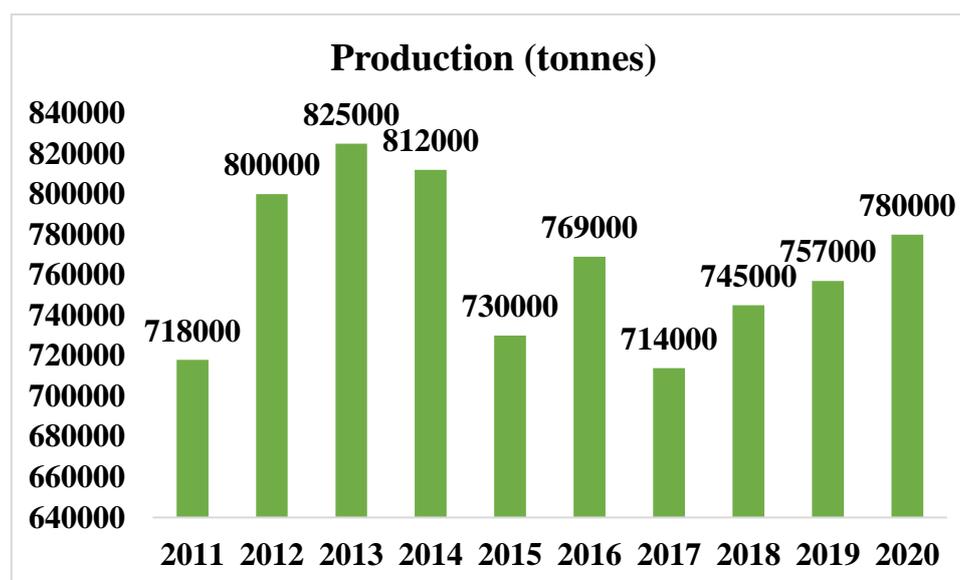


Figure 24: Les légumineuses alimentaires les plus produites au monde.

## 2.2. En Algérie

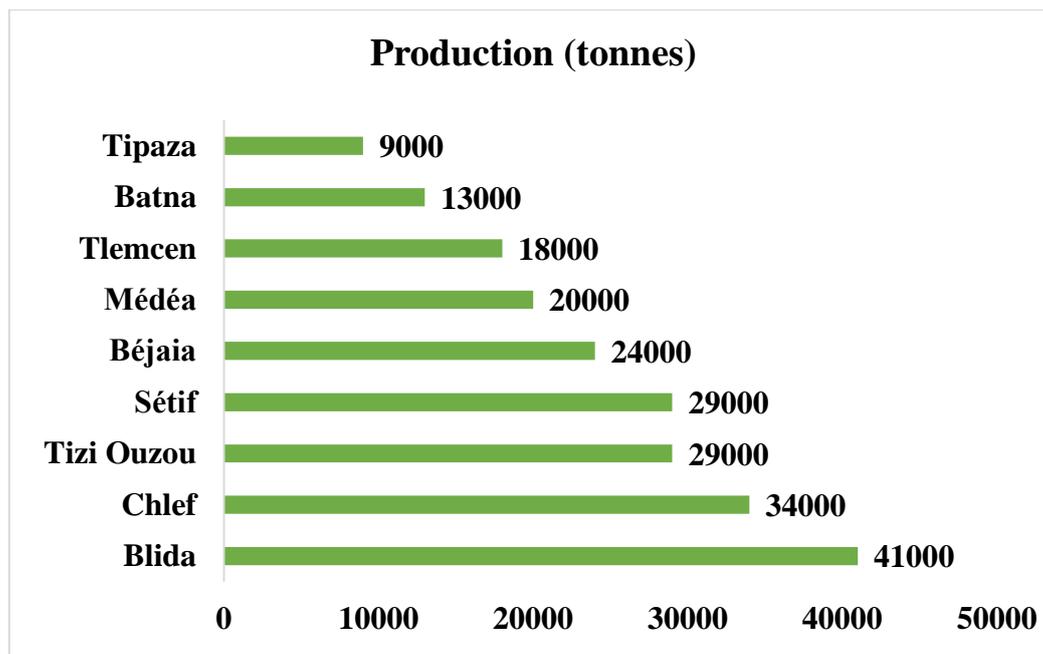
La production de légumineuses alimentaires en Algérie est relativement importante, car les légumineuses sont une composante importante de l'alimentation traditionnelle du pays. Selon les dernières données de la FAO pour l'année 2020, la production totale de légumineuses alimentaires en Algérie était d'environ 780 000 tonnes, avec les haricots, les pois chiches et les lentilles étant les cultures les plus importantes. La production de haricots était d'environ 370 000 tonnes, suivie par les pois chiches avec environ 250 000 tonnes et les lentilles avec environ 140 000 tonnes. D'autres légumineuses telles que les pois et les fèves sont également produites en Algérie mais à une échelle plus limitée.

Il y a une certaine fluctuation de la production des légumineuses alimentaires en Algérie au cours des dernières années, avec une augmentation de la production entre 2011 et 2013, suivie d'une légère diminution jusqu'en 2015, et une légère augmentation jusqu'à 2018. Depuis 2019, la production a légèrement augmenté pour atteindre 780 000 tonnes en 2020 (Fig. 25).



**Figure 25:** Evolution de la production des légumineuses alimentaires en Algérie depuis 2011 jusqu'à 2020 (FAO, 2021).

Les zones de production de légumineuses alimentaires en Algérie sont réparties dans tout le pays. Cependant, la culture des légumineuses alimentaires est concentrée dans les zones agricoles des régions du Nord, de l'Est et de l'Ouest du pays, en raison des conditions climatiques favorables à la culture des légumineuses. Les zones les plus productrices de légumineuses alimentaires sont Blida, Chlef, Tizi Ouzou, Sétif, Béjaïa, Médéa, Tlemcen, Batna, et Tipaza.



**Figure 26:** Les zones les plus productrices des légumineuses alimentaires en Algérie (FAO, 2021).

### 3. Valeur nutritionnelle

Les légumineuses alimentaires, comme les pois chiches, les lentilles, les haricots, les fèves, et les pois, sont une excellente source de nutriments essentiels pour notre corps. Elles sont riches en protéines, en fibres, en vitamines et en minéraux, tout en étant faibles en matières grasses et en calories. Les nutriments essentiels que l'on peut trouver dans les légumineuses sont :

- **Protéines** : Les légumineuses sont une excellente source de protéines végétales. Elles contiennent en moyenne 20 à 25% de protéines, ce qui en fait un aliment idéal pour les végétariens et les végétaliens qui cherchent à augmenter leur consommation de protéines.
- **Fibres** : Les légumineuses sont riches en fibres alimentaires, qui sont essentielles pour maintenir une digestion saine et régulière. Les fibres peuvent également aider à réduire le taux de cholestérol sanguin, à contrôler le taux de sucre dans le sang et à favoriser la perte de poids.
- **Vitamines** : Les légumineuses contiennent une variété de vitamines, y compris la vitamine A, la vitamine B6, la vitamine C, la vitamine E et la vitamine K. La vitamine B9, également appelée acide folique, est particulièrement importante pour les femmes enceintes ou qui envisagent une grossesse, car elle est essentielle pour la croissance et le développement du fœtus.

→ **Minéraux** : Les légumineuses sont riches en minéraux tels que le fer, le calcium, le magnésium, le potassium et le zinc. Le fer est important pour la formation des globules rouges, tandis que le calcium et le magnésium sont essentiels pour la santé des os. Le potassium est important pour la régulation de la pression artérielle, tandis que le zinc est important pour la fonction immunitaire et la guérison des plaies.

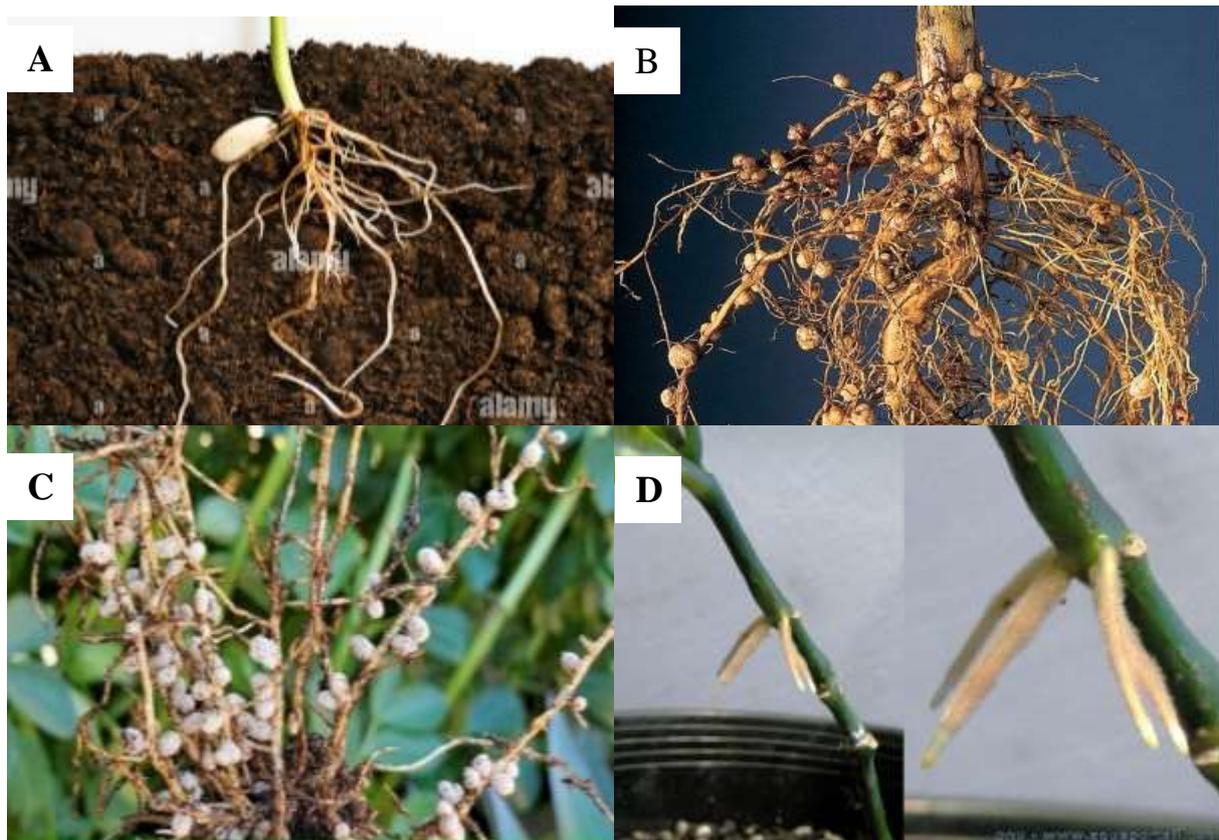
En plus de leur haute teneur en nutriments, les légumineuses sont également très polyvalentes et peuvent être utilisées dans une variété de plats, comme les soupes, les salades, les ragoûts, les currys et les houmous.

#### 4. Description botanique

##### 4.1. Racines

Les légumineuses alimentaires ont des racines qui varient en forme et en profondeur en fonction de l'espèce et de l'environnement de croissance. Les caractéristiques générales des racines des légumineuses alimentaires sont :

- ✓ **Racines pivotantes** : La plupart des légumineuses alimentaires ont des racines pivotantes qui peuvent atteindre une profondeur de plusieurs mètres dans le sol. Les racines pivotantes sont importantes pour l'absorption de l'eau et des nutriments, et peuvent également aider à maintenir la stabilité de la plante (Fig. 27A, Fig. 27B).
- ✓ **Nodules racinaires** : Certaines légumineuses, comme les haricots, les pois, les lentilles et les fèves, ont la capacité de former des nodules racinaires qui abritent des bactéries symbiotiques capables de fixer l'azote atmosphérique. Les nodules sont des structures en forme de bulbe qui se forment sur les racines et qui sont essentielles pour la croissance et le développement des légumineuses (Fig. 27C).
- ✓ **Racines adventives** : Certaines légumineuses peuvent également produire des racines adventives, qui sont des racines qui se forment à partir de la tige plutôt que de la racine principale (Fig. 27D). Les racines adventives peuvent aider à améliorer l'absorption des nutriments et de l'eau, en particulier dans des conditions de sols pauvres ou de sécheresse.
- ✓ **Racines ramifiées** : Les légumineuses peuvent également avoir des racines latérales ramifiées qui s'étendent horizontalement dans le sol. Les racines ramifiées peuvent aider à augmenter la surface d'absorption des nutriments et de l'eau, et peuvent également contribuer à la stabilité de la plante.



**Figure 27:** Racines de certaines légumineuses alimentaires : Racines pivotantes (A et B), nodosités (C) et racines adventives (D).

En général, les racines des légumineuses alimentaires sont importantes pour l'absorption des nutriments et de l'eau, ainsi que pour la fixation de l'azote atmosphérique dans le sol. Les différentes caractéristiques des racines peuvent également contribuer à la résilience de la plante face à des conditions environnementales défavorables.

#### 4.2. Tiges

Les tiges des légumineuses alimentaires présentent plusieurs caractéristiques communes, bien qu'elles puissent varier selon l'espèce. Les caractéristiques des tiges des légumineuses alimentaires sont :

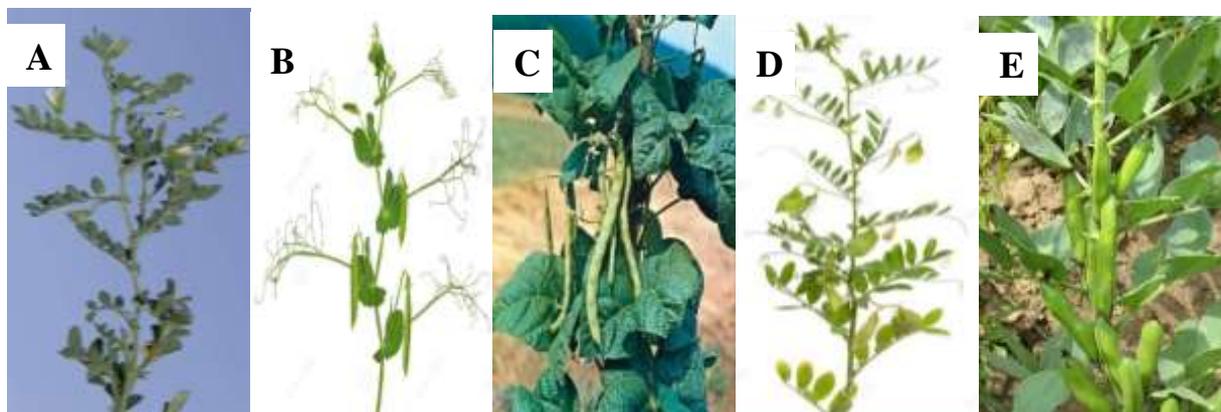
- **Tiges dressées** : Les tiges des légumineuses alimentaires sont généralement dressées et droites, et peuvent atteindre une hauteur allant de quelques centimètres à plusieurs mètres, en fonction de l'espèce et des conditions de croissance.
- **Tiges creuses** : Les tiges des légumineuses alimentaires sont souvent creuses, ce qui leur permet de transporter l'eau et les nutriments de la racine aux parties supérieures de la plante.
- **Tiges ligneuses** : Certaines légumineuses, comme les arbres à haricots et les acacias, ont des tiges ligneuses qui peuvent atteindre une taille et une épaisseur importantes. Les tiges

ligneuses sont importantes pour la stabilité de la plante, ainsi que pour le stockage de l'eau et des nutriments.

- **Tiges rampantes** : Certaines légumineuses, comme les haricots rampants et les pois grimpants, ont des tiges rampantes qui leur permettent de s'étendre sur le sol ou de grimper sur des structures verticales. Les tiges rampantes peuvent contribuer à la stabilisation du sol, ainsi qu'à la protection contre l'érosion.

Les différences qui existent entre les tiges des légumineuses alimentaires les plus consommées en Algérie (pois chiche, petit pois, haricot, lentille et fève) sont :

- ❖ **Pois chiche** : Les tiges du pois chiche sont dressées et peuvent atteindre jusqu'à 50-60 cm de hauteur. Elles sont relativement minces et souples, avec des feuilles de taille moyenne. Les tiges peuvent avoir tendance à s'enrouler autour des supports (Fig. 28A).
- ❖ **Petit pois** : Les tiges du petit pois sont également dressées et sont grimpantes. Elles peuvent atteindre jusqu'à 2 mètres de hauteur. Elles sont assez fines et ont besoin d'un support pour grimper (Fig. 28B).
- ❖ **Haricot** : Les tiges du haricot peuvent varier en hauteur selon l'espèce, mais elles sont généralement dressées et peuvent atteindre plusieurs mètres de hauteur. Elles sont plus épaisses que celles des autres légumineuses, avec des feuilles plus grandes. Les tiges sont souvent ligneuses et peuvent résister aux vents forts (Fig. 28C).
- ❖ **Lentille** : Les tiges de lentille sont également dressées et peuvent atteindre jusqu'à 40 cm de hauteur. Elles sont relativement fines et souples, avec des feuilles de petite taille. Les tiges peuvent avoir tendance à s'étaler sur le sol plutôt qu'à se dresser (Fig. 28D).
- ❖ **Fève** : Les tiges de fève sont dressées et peuvent atteindre jusqu'à 1,5 mètre de hauteur. Elles sont assez épaisses et ligneuses, avec des feuilles de grande taille (Fig. 28E). Les tiges sont souvent résistantes et peuvent supporter des conditions environnementales difficiles.



**Figure 28:** Tiges de quelques légumineuses alimentaires : Pois chiche (A), Petit pois (B), Haricot (C), Lentille (D) et fève (E).

### 4.3. Feuilles

Les feuilles des légumineuses alimentaires présentent généralement une morphologie complexe, car elles sont composées de plusieurs folioles. Les folioles sont des petites feuilles qui se trouvent sur une tige centrale appelée rachis. Les folioles sont disposées de manière symétrique de part et d'autre du rachis, et peuvent varier en taille et en forme selon l'espèce de légumineuse. Les folioles sont ovales, lancéolées ou arrondies, avec une extrémité pointue ou arrondie, et peuvent varier en taille et en couleur selon l'espèce.

En général, les feuilles des légumineuses alimentaires ont une forme ovale ou en forme de cœur, et peuvent mesurer de quelques centimètres à plusieurs dizaines de centimètres de longueur. Les feuilles sont souvent alternes, ce qui signifie qu'elles se développent sur des côtés opposés de la tige, mais il peut y avoir des espèces avec des feuilles opposées ou verticillées.

Les feuilles peuvent également présenter une texture velue, ce qui est dû à la présence de petits poils sur la surface des feuilles. Ces poils peuvent protéger la plante contre les insectes et les maladies, ainsi que réguler l'évaporation de l'eau.

En outre, les feuilles des légumineuses alimentaires peuvent varier en couleur selon l'espèce et la variété. Elles peuvent être vert clair, vert foncé, argentées ou même violettes.

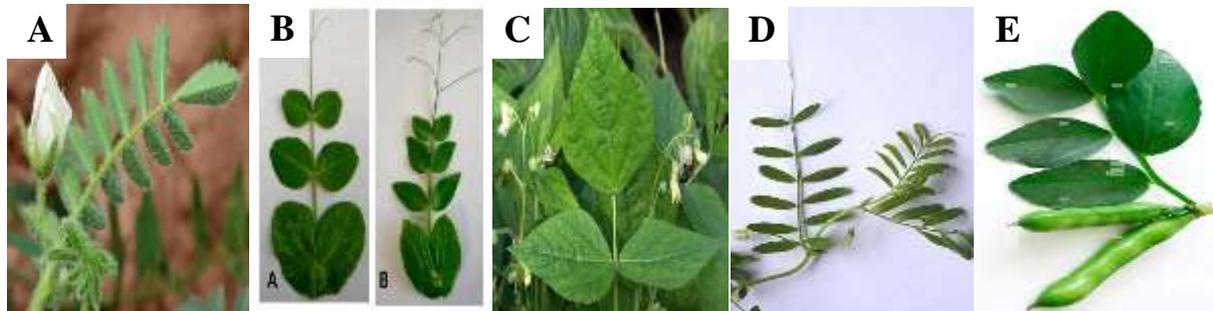
Les nervures des feuilles sont souvent bien marquées, avec des veines principales et secondaires qui apportent l'eau et les nutriments aux différentes parties de la feuille.

Les différences qui existent entre les feuilles des légumineuses alimentaires les plus consommées en Algérie (pois chiche, petit pois, haricot, lentille et fève) sont :

- **Pois chiche** : les feuilles sont composées de plusieurs paires de folioles ovales ou lancéolées, qui sont plutôt petites et d'un vert clair à moyen. Elles sont souvent disposées de manière alternée le long de la tige (Fig. 29A).
- **Petit pois** : les feuilles sont composées de plusieurs paires de folioles ovales ou arrondies, qui sont plus grandes que celles du pois chiche et ont une texture lisse et veloutée. Elles sont également disposées de manière alternée le long de la tige (Fig. 29B).
- **Haricot** : les feuilles sont composées de trois folioles ovales, de couleur vert clair à moyen, avec une texture légèrement velue. Les feuilles sont souvent disposées de manière alternée le long de la tige (Fig. 29C).
- **Lentille** : les feuilles sont composées de plusieurs paires de folioles oblongues, ovales ou lancéolées, qui sont d'un vert clair à moyen. Elles sont souvent disposées de manière

alternée le long de la tige (Fig. 29D).

- **Fève** : les feuilles sont composées de plusieurs paires de folioles ovales ou lancéolées, qui sont plus grandes que celles du pois chiche et d'un vert foncé brillant. Elles sont souvent disposées de manière alternée le long de la tige (Fig. 29E).



**Figure 29:** Feuilles de quelques légumineuses alimentaires : Pois chiche (A), Petit pois (B), Haricot (C), Lentille (D) et fève (E).

#### 4.4. Fleurs

Les fleurs des légumineuses alimentaires sont souvent très reconnaissables grâce à leur structure unique. Les caractéristiques des fleurs des légumineuses alimentaires en général sont:

- **Symétrie bilatérale** : Les fleurs des légumineuses alimentaires sont caractérisées par une symétrie bilatérale, ce qui signifie qu'elles peuvent être divisées en deux parties symétriques, gauche et droite.
- **Cinq pétales** : Les fleurs ont généralement cinq pétales disposés en forme de papillon, dont l'un est plus grand que les autres et appelé la carène. Les autres pétales sont appelés les ailes.
- **Dix étamines** : Les fleurs ont également dix étamines, qui sont les organes mâles de la fleur. Les étamines sont disposées en deux groupes : neuf étamines sont groupées autour de l'ovaire et la dixième étamine est isolée.
- **Ovaire supère** : L'ovaire, qui est l'organe femelle de la fleur, est situé en haut du réceptacle de la fleur. Les fleurs des légumineuses alimentaires ont un ovaire supère, ce qui signifie que les pétales, les étamines et les autres parties de la fleur sont attachées à la base de l'ovaire.

Les fleurs du pois chiche, petit pois, haricot, lentille et fève ont certaines similitudes, mais il y a également des différences notables.

→ **Fleurs de pois chiche** : Les fleurs de pois chiche sont blanches ou roses pâles et ont une forme de papillon. Elles sont plus grandes que les fleurs de petit pois et de lentille, et sont

souvent groupées en grappes. Les fleurs de pois chiche sont auto-fertiles et peuvent donc s'auto-polliniser (Fig. 30A).

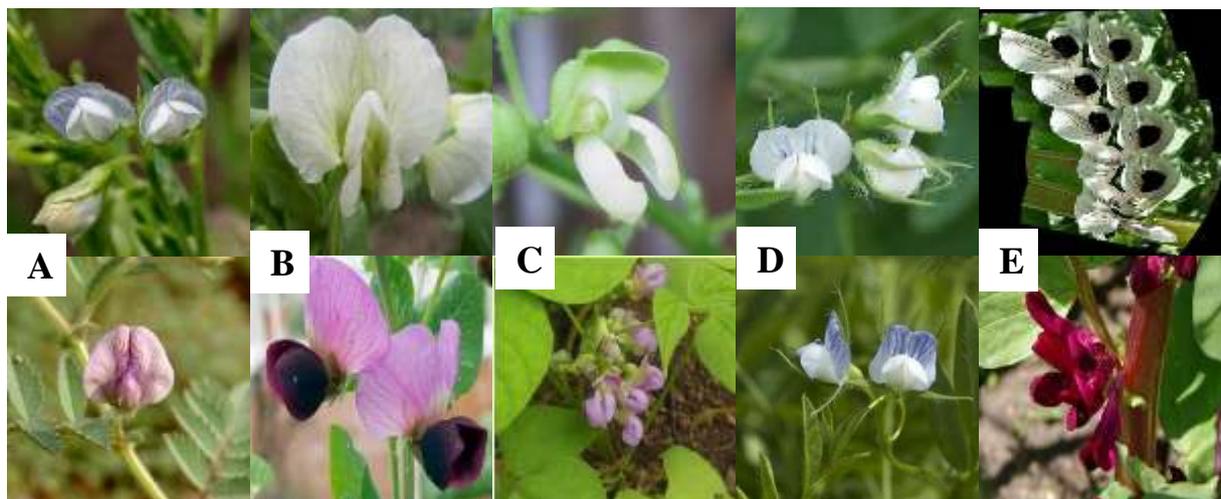
→ **Fleurs de petit pois** : Les fleurs de petit pois sont également de forme de papillon, mais sont plus petites que les fleurs de pois chiche. Elles sont généralement blanches, roses ou violettes et sont également groupées en grappes. Les fleurs de petit pois ont besoin d'une pollinisation croisée pour produire des gousses (Fig. 30B).

→ **Fleurs du haricot** : Les fleurs du haricot sont blanches ou violettes et ont une forme de cloche. Elles sont plus petites que les fleurs de pois chiche et de petit pois, et sont généralement regroupées en grappes. Les fleurs d'haricot ont également besoin d'une pollinisation croisée pour produire des haricots (Fig. 30C).

→ **Fleurs de lentille** : Les fleurs de lentille sont très petites et ont une couleur blanche, rose ou violette. Elles sont également en forme de papillon, mais sont plus petites que les fleurs de pois chiche et de petit pois. Les fleurs de lentille sont auto-fertiles et peuvent donc s'auto-polliniser (Fig. 30D).

→ **Fleurs de fève** : Les fleurs de fève sont blanches ou roses pâles et ont une forme de papillon. Elles sont plus grandes que les fleurs de lentille, mais plus petites que les fleurs de pois chiche et de petit pois. Les fleurs de fève ont également besoin d'une pollinisation croisée pour produire des gousses (Fig. 30E).

En résumé, les fleurs de pois chiche et de fève sont plus grandes et ont une forme de papillon, tandis que les fleurs de petit pois, du haricot et de lentille sont plus petites et ont une forme de cloche ou de papillon. Les fleurs de pois chiche et de lentille sont auto-fertiles, tandis que les fleurs de petit pois, d'haricot et de fève ont besoin d'une pollinisation croisée.



**Figure 30:** Fleurs de quelques légumineuses alimentaires : Pois chiche (A), Petit pois (B), Haricot (C), Lentille (D) et fève (E).

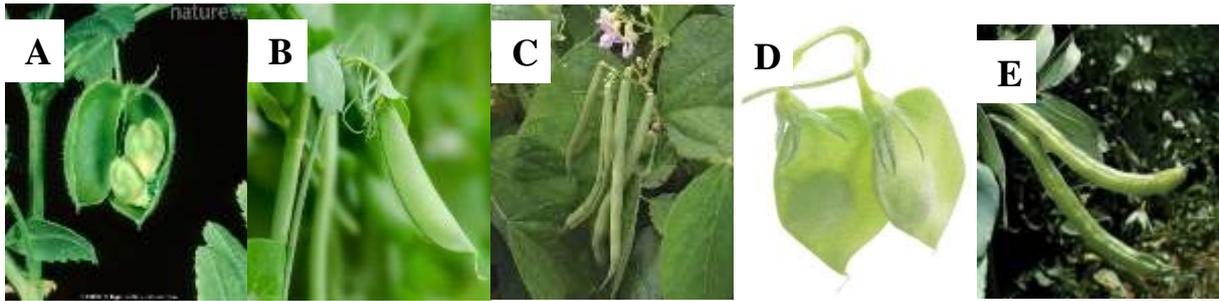
#### 4.5. Fruits (gousses)

Les légumineuses alimentaires produisent des fruits appelés gousses qui contiennent les graines que nous consommons. Bien que la forme et la taille des gousses varient en fonction de l'espèce de légumineuse, elles ont des caractéristiques morphologiques similaires. La morphologie des fruits (gousses) des légumineuses alimentaires peut se décrire comme suit :

- ✓ Les gousses des légumineuses sont des fruits secs déhiscents, ce qui signifie qu'elles s'ouvrent à maturité pour libérer les graines à l'intérieur. Les gousses sont vertes pour certaines espèces.
- ✓ Les gousses sont formées à partir des ovaires des fleurs, et peuvent être simples ou composées.
- ✓ La forme des gousses varie en fonction de l'espèce de légumineuse, mais elles sont généralement allongées, cylindriques ou aplaties.
- ✓ Les gousses sont souvent divisées en deux moitiés, séparées par une couture appelée suture.
- ✓ À l'intérieur de la gousse, les graines sont disposées en rangées, attachées à la suture.
- ✓ Les gousses sont généralement récoltées avant qu'elles ne soient complètement mûres et séchées, car les graines sont plus tendres et plus savoureuses à ce stade. Les gousses peuvent être consommées dans certains cas, mais la plupart du temps, seules les graines sont utilisées pour la nourriture.

Les gousses des légumineuses alimentaires varient en forme, en taille et en couleur en fonction de l'espèce. Les différences entre les gousses des légumineuses les plus courantes sont:

- **Pois chiches** : Les gousses de pois chiches sont allongées, mesurant environ 2 à 3 cm de longueur. Elles contiennent généralement deux à trois graines sphériques de couleur beige, qui sont comestibles (Fig. 30A).
- **Petits pois** : Les gousses de petits pois sont cylindriques de couleur verte et peuvent mesurer de 5 à 10 cm de longueur. Elles contiennent plusieurs graines rondes et douces (Fig. 30B).
- **Haricots** : Les gousses de haricots sont souvent aplaties et peuvent mesurer jusqu'à 20 cm de longueur. Elles contiennent plusieurs graines oblongues, souvent de forme arrondie ou ovale (Fig. 30C).
- **Lentilles** : Les gousses de lentilles sont aplaties et peuvent mesurer de 1 à 2 cm de longueur. Elles contiennent deux à trois graines de petite taille, souvent de forme ronde ou ovale (Fig. 30E).
- **Fèves** : Les gousses de fèves sont souvent aplaties et mesurent de 5 à 15 cm de longueur. Elles contiennent plusieurs graines ovales, souvent de couleur beige ou verte (Fig. 30E).



**Figure 31:** Gousses de quelques légumineuses alimentaires : Pois chiche (A), Petit pois (B), Haricot (C), Lentille (D) et fève (E).

#### 4.6. Graines

Les graines des légumineuses alimentaires ont une morphologie similaire en général. Les principales caractéristiques des graines de légumineuses sont:

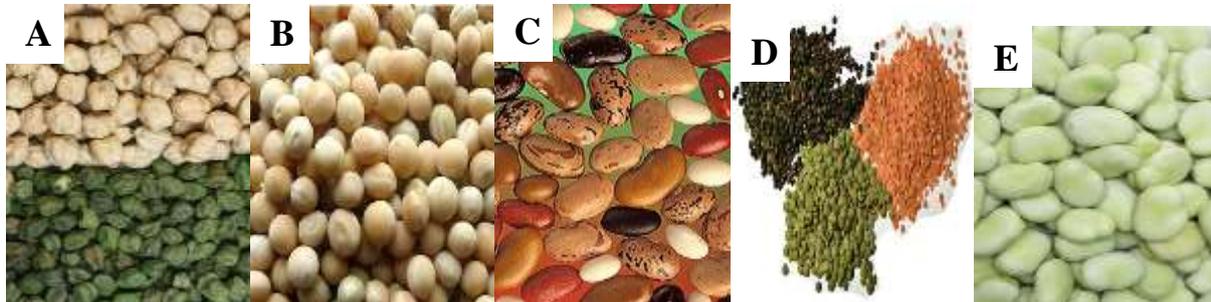
- ❖ **Forme** : Les graines de légumineuses ont généralement une forme sphérique, ovale ou oblongue.
- ❖ **Taille** : La taille des graines varie en fonction de l'espèce, mais en général, elles ont une taille allant de quelques millimètres à plus d'un centimètre.
- ❖ **Texture** : Les graines de légumineuses sont souvent lisses et dures, avec une surface qui peut être légèrement ridée ou texturée.
- ❖ **Couleur** : La couleur des graines de légumineuses varie également selon l'espèce. Certaines graines peuvent être beige, jaune, vert, brun ou noir, et certaines peuvent avoir des taches ou des motifs.
- ❖ **Germination** : Les graines de légumineuses ont une forte capacité de germination, ce qui les rend populaires pour la culture en tant que cultures vivrières.

Les graines des légumineuses alimentaires ont des différences distinctes en termes de taille, de couleur, de forme et de goût. Les différences entre les graines des légumineuses alimentaires les plus courantes sont :

- **Pois chiche** : Les graines de pois chiche sont relativement grandes, de forme ronde et légèrement irrégulière (Fig 32A). Elles sont de couleur beige clair et ont un goût de noisette.
- **Petit pois** : Les graines de petit pois sont relativement petites et de forme ronde et lisse (Fig 32B). Elles sont de couleur verte et ont un goût sucré et délicat.
- **Haricot** : Les graines du haricot sont généralement plus grandes que les graines de petit pois et ont une forme oblongue et légèrement courbée (Fig. 32C). Elles sont de couleur blanche, beige, rouge ou noire et ont un goût terreux et légèrement sucré.
- **Lentille** : Les graines de lentille sont relativement petites et rondes, avec une surface lisse

(Fig. 32D). Elles sont de couleur vert olive, marron ou orange et ont un goût doux et légèrement noisette.

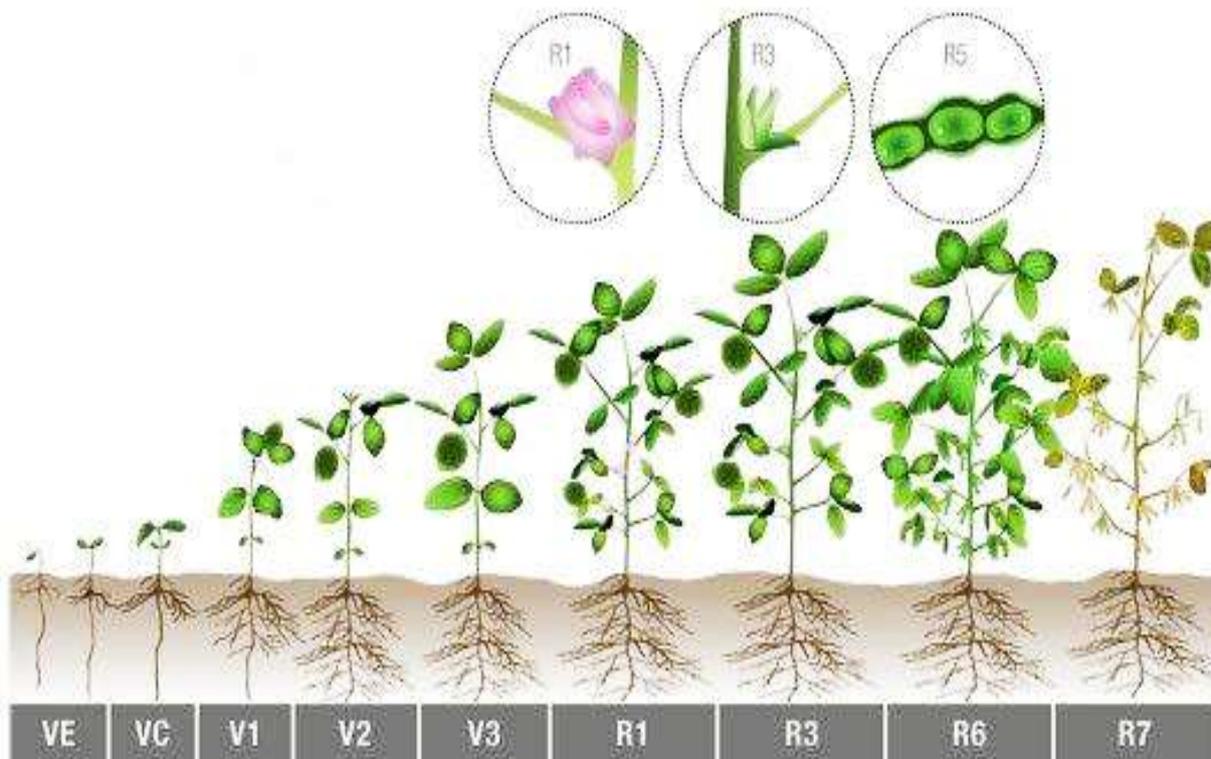
- **Fève** : Les graines de fève sont relativement grandes et de forme ovale (Fig. 32E). Elles sont de couleur verte ou beige et ont un goût doux et légèrement amer.



**Figure 32:** Graines de quelques légumineuses alimentaires : Pois chiche (A), Petit pois (B), Haricot (C), Lentille (D) et fève (E).

### 5. Cycle de développement

Le cycle de développement des légumineuses alimentaires dépend du type de légumineuses, mais en général, il se compose des étapes suivantes (Fig. 33) :



**Figure 33:** Cycle de vie d'une légumineuse alimentaire.

(VE : Levée, VC : développement des feuilles cotylédonaires, V1-V3 : Croissance végétative, R1 : Floraison, R2 : Fécondation (nouaison), R6 Formation des gousses et remplissage des graines, R7 : Maturité).

## 5.1. Cycle végétatif

### 5.1.1. Germination

La germination est l'étape initiale de la croissance des légumineuses. C'est un phénomène biologique complexe qui implique une série d'étapes importantes :

- ❖ **Imbibition** : La germination commence par l'absorption d'eau par la graine. Cela provoque la rupture de la membrane protectrice de la graine, permettant à l'eau d'entrer dans la graine.
- ❖ **Activation enzymatique** : L'absorption d'eau déclenche l'activation des enzymes dans la graine. Les enzymes commencent à décomposer les réserves de nutriments stockées dans la graine, pour fournir de l'énergie à la jeune plante en croissance.
- ❖ **Élongation de la racine** : La racine, ou la première racine de la plante, commence à s'allonger et à percer la coque de la graine. Cela permet à la plante d'ancrer solidement ses racines dans le sol et de commencer à absorber les nutriments nécessaires à sa croissance.
- ❖ **Émergence de la tige** : Après que la racine a émergé, la tige de la jeune plante commence à se développer et à sortir de la graine. La tige est responsable de la croissance de la plante vers la lumière du soleil et de la photosynthèse.
- ❖ **Développement des feuilles** : Les premières feuilles de la jeune plante commencent à se développer, ce qui permet à la plante de commencer à produire sa propre nourriture grâce à la photosynthèse, c'est **la levée**.

Chez les légumineuses à graines, le processus de germination est généralement rapide et prend entre 3 et 7 jours. Les légumineuses sont particulièrement adaptées à la germination car elles contiennent des réserves nutritives importantes dans leur graine, ce qui permet à la jeune plante de se développer rapidement et de devenir autonome en termes de nutrition.

### 5.1.2. Levée

La durée de la levée varie en fonction de l'espèce de légumineuse et des conditions environnementales, mais elle est généralement de quelques jours à une semaine. Les facteurs qui influencent la levée des légumineuses incluent la température, l'humidité du sol, la profondeur de semis, la qualité de la graine et la présence de maladies ou de ravageurs.

Lors de la levée, il est important de veiller à ce que les jeunes plantules de légumineuses ne soient pas étouffées par les mauvaises herbes, qui peuvent concurrencer la plante en développement pour l'eau, les nutriments et la lumière. La gestion de la densité de semis est également importante pour éviter la concurrence entre les plantes et favoriser la croissance saine de chaque plantule.

Une bonne levée est essentielle pour assurer une croissance saine et vigoureuse des légumineuses tout au long de leur cycle de vie. Les légumineuses sont des plantes qui ont un grand potentiel agronomique, nutritionnel et environnemental, et la réussite de leur levée est une étape cruciale pour maximiser leur contribution à l'alimentation humaine et animale, ainsi qu'à la durabilité des systèmes agricoles.

### **5.1.3. Croissance végétative**

La croissance végétative des légumineuses alimentaires est une étape importante de leur développement, qui se produit après la levée et avant la floraison. Elle comprend la croissance des feuilles, des tiges et des racines, ainsi que l'accumulation de biomasse et de nutriments dans la plante.

Tout d'abord, les feuilles et les tiges des légumineuses se développent à partir de la graine lors de la germination. Les premières feuilles, appelées cotylédons, fournissent une source de nutriments pour la jeune plante jusqu'à ce qu'elle soit capable de produire sa propre nourriture par photosynthèse.

Ensuite, la croissance des feuilles et des tiges est stimulée par des hormones de croissance telles que l'auxine, la cytokinine et l'acide gibbérellique. Ces hormones favorisent la division cellulaire et la croissance des cellules existantes, ce qui permet à la plante de se développer.

Les bourgeons des légumineuses sont responsables de la croissance des tiges, des branches et des feuilles. La croissance des bourgeons est régulée par des hormones de croissance. L'auxine est produite dans les feuilles et est transportée vers les bourgeons, ce qui favorise leur croissance et leur développement. La cytokinine est produite dans les racines et est transportée vers le haut de la plante, ce qui favorise la croissance des bourgeons latéraux.

La croissance des entre-nœuds permet à la plante de s'allonger. Elle est influencée par les mêmes hormones de croissance que la croissance des bourgeons, ainsi que par les conditions environnementales telles que la lumière, la température et l'humidité.

La ramification se produit lorsque de nouveaux bourgeons latéraux se forment sur les tiges principales. La ramification peut être stimulée par des hormones de croissance telles que la cytokinine, ainsi que par la taille et l'élagage des tiges principales. Dans les cultures de légumineuses, la ramification peut être souhaitable car elle peut augmenter la surface foliaire et améliorer la production de graines.

Le processus de photosynthèse joue également un rôle clé dans la croissance des feuilles et des tiges des légumineuses. Les feuilles absorbent la lumière solaire et utilisent cette énergie pour produire des sucres et d'autres composés organiques. Ces composés organiques sont ensuite transportés dans la plante pour soutenir la croissance et le développement des feuilles et des tiges.

En outre, l'environnement joue également un rôle important dans la croissance des feuilles et des tiges des légumineuses alimentaires. La disponibilité de la lumière, de l'eau et des nutriments peut affecter la croissance et le développement de la plante. Par exemple, un manque d'eau peut entraîner une croissance ralentie des feuilles et des tiges, tandis qu'un excès d'azote peut entraîner une croissance excessive des feuilles aux dépens de la croissance des tiges.

Enfin, la génétique de la plante elle-même peut également influencer la croissance des feuilles et des tiges. Certaines variétés de légumineuses ont une croissance plus rapide ou une meilleure capacité à produire des feuilles et des tiges que d'autres variétés.

## **5.2. Cycle reproducteur**

### **5.2.1. Floraison**

La floraison est un processus important dans le cycle de vie des légumineuses alimentaires car c'est à ce stade que les fleurs se transforment en fruits et graines.

La floraison chez les légumineuses est généralement déclenchée par des signaux environnementaux tels que la photopériode (la durée de la journée), la température et l'humidité. Les légumineuses ont une floraison indéterminée, ce qui signifie que les fleurs continuent de se former et de s'ouvrir sur les tiges pendant une période prolongée.

La fécondation chez les légumineuses commence par la pollinisation, qui est le transfert du pollen des étamines sur le stigmate du pistil de la même fleur ou d'une autre fleur de la même plante. Les pollinisateurs tels que les abeilles, les papillons et les coléoptères jouent un rôle important dans la pollinisation des fleurs de légumineuses.

Une fois que le pollen atteint le stigmate, il germe et produit un tube pollinique qui se dirige vers l'ovaire. Le tube pollinique contient les gamètes mâles qui fusionnent avec les gamètes femelles de l'ovule, produisant ainsi une cellule unique appelée zygote. Le zygote se divise ensuite plusieurs fois pour former un embryon qui deviendra la graine.

Dans certaines espèces de légumineuses, comme le soja, la fécondation croisée est

favorisée, ce qui signifie que les plantes sont pollinisées par des pollinisateurs externes tels que les abeilles. D'autres espèces, comme les haricots, sont auto-fertiles et peuvent se polliniser elles-mêmes.

Une fois que la fleur est pollinisée, le pistil se développe en un fruit ou une gousse qui contient les graines. Les gousses peuvent être de différentes formes et tailles, selon l'espèce de légumineuse, et peuvent contenir une ou plusieurs graines.

### **5.2.2. Formation des gousses**

La formation des gousses chez les légumineuses alimentaires est un processus qui se produit après la fécondation et qui implique la transformation de l'ovaire de la fleur en une gousse qui contiendra les graines en développement.

Une fois que la fécondation a eu lieu, le pistil de la fleur commence à se développer pour former la gousse. La gousse est généralement une structure longue et étroite, qui se développe à partir de la base de la fleur et s'étend progressivement.

Au fur et à mesure que la gousse se développe, elle se remplit de liquide et de nutriments, qui nourrissent les graines en développement à l'intérieur. La gousse est également recouverte d'une couche externe appelée cuticule, qui la protège contre les dommages et la déshydratation.

Pendant la formation de la gousse, la plante continue également de croître et de produire de nouvelles feuilles et de nouvelles tiges. Chez certaines espèces de légumineuses, comme les pois, les gousses sont récoltées avant qu'elles ne soient complètement développées, alors que les graines sont encore petites et tendres. Chez d'autres espèces, comme le haricot, les gousses sont récoltées lorsque les graines sont complètement développées et mûres.

### **5.2.3. Remplissage des graines**

Le remplissage des graines chez les légumineuses alimentaires est un processus crucial qui suit la fécondation et la formation des gousses. Pendant cette étape, les graines en développement accumulent des réserves de nutriments, y compris des protéines, des glucides et des lipides, qui sont stockées dans les cotylédons (les feuilles embryonnaires de la graine) pour soutenir la croissance de la nouvelle plante une fois que la graine a germé.

Le remplissage des graines commence peu de temps après la fécondation, lorsque les cellules de la graine commencent à se diviser et à se différencier pour former les différentes parties de la graine mature.

Au fur et à mesure que les graines se développent, elles accumulent des réserves de

nutriments qui sont stockées dans les cotylédons. Chez les légumineuses, les cotylédons sont souvent charnus et riches en protéines, ce qui en fait une source importante de nutriments pour les humains et les animaux.

Le processus de remplissage des graines se poursuit jusqu'à ce que les graines atteignent leur taille et leur maturité maximales. À ce stade, les graines sont récoltées et peuvent être utilisées pour la consommation humaine ou animale, ou pour la production de semences pour la culture de nouvelles plantes.

### **5.3. Maturité**

La maturité chez les légumineuses alimentaires est atteinte lorsque les graines ont terminé leur remplissage et ont atteint leur taille et leur poids maximum. À ce stade, la plante commence à sécher et à perdre sa couleur verte caractéristique, les feuilles jaunissent et la gousse se dessèche.

La maturité est un moment important dans le cycle de vie des légumineuses, car c'est à ce moment-là que les graines sont prêtes pour la récolte et la consommation. La récolte des légumineuses doit être effectuée au bon moment, car si elle est effectuée trop tôt, les graines peuvent ne pas être complètement développées et ne pas avoir atteint leur teneur maximale en nutriments. Si elle est effectuée trop tard, les graines peuvent se détacher des gousses et tomber au sol, ce qui rend la récolte plus difficile.

La maturité des légumineuses peut être déterminée en surveillant la couleur et la texture de la gousse, ainsi que la couleur des graines. Lorsque les gousses commencent à jaunir et à se dessécher, et que les graines ont atteint leur taille et leur poids maximum, les légumineuses sont prêtes à être récoltées.

Il est important de noter que la maturité peut varier en fonction du type de légumineuses et des conditions de croissance. Par exemple, certaines variétés de haricots atteignent leur maturité plus rapidement que d'autres, et les légumineuses cultivées dans des climats chauds et secs peuvent mûrir plus rapidement que celles cultivées dans des climats plus frais et humides.

## **6. Exigences écologiques**

Les légumineuses alimentaires ont des exigences écologiques spécifiques pour leur croissance et leur développement. Ces exigences sont :

### **6.1. Température**

Les légumineuses ont besoin de températures modérées pour leur croissance et leur développement. Les températures optimales varient en fonction du type de légumineuse, mais en général, elles se situent entre 18°C et 27°C.

### **6.2. Lumière**

Les légumineuses ont besoin de beaucoup de lumière pour leur croissance. Elles préfèrent les endroits ensoleillés, mais peuvent également pousser à l'ombre partielle.

### **6.3. Eau**

Les légumineuses ont besoin d'un approvisionnement régulier en eau pour leur croissance et leur développement. Les exigences en eau varient en fonction du type de légumineuse, du climat et de la saison. Certaines légumineuses peuvent tolérer des périodes de sécheresse, tandis que d'autres ont besoin d'un approvisionnement constant en eau.

### **6.4. Sol**

Les légumineuses préfèrent les sols bien drainés et fertiles. Elles peuvent tolérer une large gamme de pH du sol, mais préfèrent un pH neutre à légèrement acide. Les légumineuses peuvent également fixer l'azote atmosphérique dans le sol grâce à la symbiose avec des bactéries fixatrices d'azote, ce qui peut contribuer à la fertilité du sol.

### **6.5. Nutriments**

Les légumineuses ont besoin de nutriments essentiels tels que le phosphore et le potassium pour leur croissance et leur développement. Elles peuvent également avoir besoin d'autres éléments tels que le calcium, le magnésium et le soufre. Elles ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique, de ce fait leur besoin en fertilisation azotée sont faible. Cependant, elles ont besoin d'une petite quantité d'azote pour démarrer avant la formation de la symbiose avec les rhizobactéries.

Il est important de noter que les exigences écologiques des légumineuses peuvent varier en fonction du type de légumineuse et des conditions de croissance. Par exemple, certaines légumineuses peuvent être plus tolérantes à la sécheresse que d'autres, et certaines peuvent pousser dans des sols pauvres en nutriments. Les exigences écologiques peuvent également varier en fonction de la région géographique et des conditions climatiques locales.

## 7. Itinéraire technique

L'itinéraire technique d'une culture de légumineuses alimentaires peut varier en fonction de la variété de légumineuse, du climat, des pratiques agricoles et des conditions de sol. Les principales étapes impliquées dans la culture des légumineuses alimentaires sont :

### 7.1. Préparation du sol

La préparation du sol pour une culture de légumineuse alimentaire dépend de plusieurs facteurs, notamment le type de sol, les conditions climatiques, la variété de légumineuse et les pratiques culturales locales. Voici quelques étapes de base pour préparer le sol pour une culture de légumineuse alimentaire :

- **Analyse du sol** : Il est important de connaître les propriétés du sol avant de commencer toute culture. Une analyse de sol permettra de déterminer le pH du sol, les niveaux de nutriments, la texture du sol et d'autres paramètres importants pour la croissance des plantes. En fonction des résultats de l'analyse, il peut être nécessaire d'ajuster le pH du sol et d'apporter des amendements pour fournir des nutriments supplémentaires.
- **Désherbage** : Il est important de désherber le sol avant la plantation pour éliminer les mauvaises herbes qui pourraient concurrencer la culture de légumineuse alimentaire pour l'eau, les nutriments et la lumière.
- **Labour** : Le labour du sol permet de retourner la couche supérieure du sol pour ameublir et aérer le sol, ce qui facilite l'enracinement des plantes. Le labour peut également aider à incorporer des amendements tels que des engrais organiques ou des matières organiques.
- **Nivellement** : Le nivellement du sol permet de créer une surface uniforme pour faciliter la plantation et l'irrigation. Il est important de s'assurer que la surface du sol est bien nivelée pour éviter l'accumulation d'eau dans les zones plus basses du champ.
- **Travail du sol en profondeur** : Si le sol est compacté ou mal drainé, il peut être nécessaire de travailler le sol en profondeur pour améliorer la structure du sol et permettre une meilleure circulation de l'eau et de l'air.

### 7.2. Fertilisation

La fertilisation des légumineuses alimentaires dépend des besoins en nutriments de chaque espèce, du type de sol et des pratiques culturales utilisées. Les légumineuses sont capables de fixer l'azote atmosphérique grâce à leur symbiose avec les bactéries du genre *Rhizobium*, ce qui leur permet d'avoir un apport en azote non négligeable. Cependant, pour une croissance optimale, les légumineuses ont besoin d'autres nutriments tels que le phosphore, le

potassium et les oligo-éléments.

Avant la mise en culture, un test de sol peut être effectué pour déterminer les niveaux de nutriments disponibles et ajuster les quantités d'engrais nécessaires. La fertilisation organique peut être utilisée pour apporter des éléments nutritifs supplémentaires et améliorer la structure du sol. Les engrais organiques tels que le compost ou le fumier peuvent être incorporés dans le sol avant la mise en culture ou appliqués en surface.

Pour l'azote, il est recommandé d'appliquer un engrais contenant de l'azote avant la mise en culture, mais l'application d'engrais azoté pendant la culture peut inhiber la fixation de l'azote atmosphérique par les bactéries *Rhizobium*. Il est donc préférable d'utiliser des engrais contenant de l'azote sous une forme qui se libère lentement, comme les engrais organiques.

Pour le phosphore et le potassium, les doses peuvent varier en fonction des besoins des différentes espèces de légumineuses alimentaires. Il est également possible d'appliquer des engrais foliaires pour fournir des nutriments directement aux feuilles et aux tiges des plantes.

Enfin, il est important de noter que les légumineuses alimentaires peuvent être sensibles à un excès d'azote et à un pH du sol trop acide. Il est donc recommandé de maintenir un équilibre entre les différents nutriments et de surveiller régulièrement la santé des plantes pour éviter les carences ou les excès de nutriments.

### **7.3. Semis**

Le semis des légumineuses alimentaires peut varier selon l'espèce et les conditions de culture.

La période de semis varie également en fonction de l'espèce et des conditions climatiques locales. En général, les légumineuses sont semées au printemps, lorsque les températures sont assez chaudes pour favoriser la germination et la croissance.

Les légumineuses sont généralement semées directement en pleine terre, bien que certaines espèces puissent être semées en godets ou en caissettes pour une transplantation ultérieure.

Les semences sont généralement semées à une profondeur de 2 à 3 fois la taille de la graine, bien que cela puisse varier en fonction de l'espèce.

Les distances de semis dépendent également de l'espèce et de la méthode de culture utilisée. Par exemple, les pois peuvent être semés en rangées espacées de 30 à 40 cm, tandis que les haricots peuvent être semés en rangées espacées de 50 à 60 cm.

Les légumineuses peuvent être semées en association avec d'autres cultures, telles que le maïs ou les cucurbitacées, pour bénéficier de l'apport en azote fourni par la fixation de l'azote atmosphérique.

Pour améliorer la germination, il est recommandé de maintenir une humidité constante autour des graines jusqu'à leur émergence. Cela peut être réalisé en arrosant régulièrement ou en utilisant des techniques telles que l'irrigation par goutte à goutte.

#### **7.4. Gestion des mauvaises herbes**

La gestion des mauvaises herbes dans une culture de légumineuses alimentaires est importante pour réduire la compétition pour les nutriments, l'eau et la lumière, ce qui peut réduire le rendement de la culture. Parmi les pratiques de gestion des mauvaises herbes pour une culture de légumineuses alimentaires, on peut citer :

- Labourer le sol avant la plantation pour éliminer les mauvaises herbes existantes et prévenir leur croissance.
- Utiliser, dans la mesure du possible, un paillis organique ou un tissu anti-mauvaises herbes pour empêcher les mauvaises herbes de pousser.
- Désherber manuellement autour des plantes de légumineuses pour éviter de les endommager.
- Utiliser des herbicides sélectifs pour éliminer les mauvaises herbes sans endommager les plantes de légumineuses.
- Éviter de planter des légumineuses avec des mauvaises herbes déjà établies. Les cultures de rotation peuvent aider à réduire les populations de mauvaises herbes.
- Maintenir un sol sain et fertile pour que les plantes de légumineuses puissent croître rapidement et concurrencer les mauvaises herbes.

Il est important de noter que la gestion des mauvaises herbes doit être entreprise dès le début de la culture de légumineuses alimentaires pour réduire leur croissance et éviter qu'elles ne deviennent un problème majeur. La gestion des mauvaises herbes est une pratique importante pour assurer une culture saine et une récolte abondante de légumineuses alimentaires.

#### **7.5. Gestion des ravageurs et des maladies**

La gestion des ravageurs et des maladies pour une culture de légumineuses alimentaires peut être réalisée en utilisant des pratiques agricoles durables comme :

- ✓ **Rotation des cultures** : Comme mentionné précédemment, la rotation des cultures peut

aider à prévenir les maladies et les ravageurs en évitant de planter les mêmes cultures sur le même terrain chaque année.

- ✓ **Utilisation de variétés résistantes** : Les variétés résistantes peuvent aider à minimiser les pertes de récolte causées par les maladies et les ravageurs.
- ✓ **Gestion des mauvaises herbes** : Les mauvaises herbes peuvent servir de refuge pour les ravageurs et les maladies. La suppression des mauvaises herbes peut aider à minimiser les dommages causés par ces problèmes.
- ✓ **Utilisation des produits chimiques/biologiques**: Les produits chimiques/biologiques tels que les insecticides, les fongicides et les herbicides peuvent aider à contrôler les ravageurs et les maladies sans nuire à l'environnement.
- ✓ **Utilisation d'engrais organiques** : Les engrais organiques peuvent aider à améliorer la santé des plantes de légumineuses, ce qui les rend plus résistantes aux maladies et aux ravageurs.
- ✓ **Suivi régulier** : Il est important de surveiller régulièrement les plantes de légumineuses pour détecter les signes de ravageurs et de maladies. Un suivi régulier peut aider à détecter les problèmes tôt et à minimiser les pertes de récolte.

### 7.6. Irrigation

L'irrigation est un aspect important de la culture des légumineuses alimentaires, car ces plantes ont besoin d'une quantité suffisante d'eau pour se développer et produire une bonne récolte. Les besoins en eau des légumineuses varient en fonction de l'espèce, de la période de croissance et des conditions climatiques. Pour gérer l'irrigation des légumineuses alimentaires, on peut :

- ❖ **Détermination des besoins en eau** : Il est important de comprendre les besoins en eau des légumineuses alimentaires pour déterminer la fréquence et la quantité d'eau nécessaire pour irriguer les plantes. La quantité d'eau nécessaire dépend de la taille des plantes, de la texture du sol, des conditions climatiques et du stade de croissance des plantes.
- ❖ **Éviter l'excès d'eau** : L'excès d'eau peut être nocif pour les légumineuses alimentaires, car cela peut entraîner une croissance excessive, une pourriture des racines et des maladies fongiques. Il est important de surveiller la quantité d'eau utilisée pour éviter l'excès d'eau.
- ❖ **Irrigation régulière** : Les légumineuses alimentaires nécessitent une irrigation régulière pour une croissance saine. L'irrigation peut être effectuée par différents moyens, tels que l'irrigation goutte à goutte, l'irrigation par aspersion, l'irrigation par submersion et l'irrigation par pivot central.
- ❖ **Considérations climatiques** : Les conditions climatiques doivent être prises en compte lors

de l'irrigation des légumineuses alimentaires. En période de forte chaleur et de sécheresse, il est important d'irriguer plus fréquemment et en plus grande quantité pour répondre aux besoins en eau des plantes.

- ❖ *Utilisation de l'eau de manière efficace* : L'utilisation de l'eau de manière efficace peut aider à minimiser les pertes d'eau par évaporation et à optimiser l'irrigation des plantes.

En somme, l'irrigation efficace d'une culture de légumineuses alimentaires repose sur la compréhension des besoins en eau des plantes, la surveillance régulière de la quantité d'eau utilisée, la prise en compte des conditions climatiques et l'utilisation efficace de l'eau.

### **7.7. Récolte**

La récolte des légumineuses alimentaires varie selon le type de légumineuse.

Chez le pois chiche, la récolte s'effectue lorsque les gousses ont mûri et que les feuilles sont sèches. Les plants sont alors arrachés ou fauchés, puis laissés sur le champ pendant quelques jours pour sécher. Les gousses sont ensuite battues pour en extraire les graines.

Chez le haricot, la récolte des haricots verts s'effectue lorsque les gousses sont encore vertes et tendres. Pour les haricots secs, la récolte a lieu lorsque les gousses ont séché sur les plants. Les plants sont alors arrachés et laissés à sécher pendant quelques jours avant d'être battus pour en extraire les graines.

Chez la lentille, la récolte a lieu lorsque les plants commencent à sécher et que les graines sont devenues dures. Les plants sont alors arrachés ou fauchés, puis laissés sur le champ pendant quelques jours pour sécher. Les graines sont ensuite battues pour en extraire les lentilles.

Chez la fève, la récolte a lieu lorsque les gousses ont mûri et que les feuilles sont sèches. Les plants sont alors arrachés ou fauchés, puis laissés sur le champ pendant quelques jours pour sécher. Les gousses sont ensuite battues pour en extraire les graines.

La récolte peut être effectuée à la main ou mécaniquement, en fonction de la taille de la culture. Il est important de récolter les légumineuses alimentaires au bon moment pour éviter toute perte de rendement ou de qualité.

### **7.8. Traitement post-récolte**

Le traitement post-récolte des graines de légumineuses est un processus critique qui a un impact direct sur la qualité et la valeur marchande des grains. Les principales étapes du traitement des graines de légumineuses sont :

- **Nettoyage** : Les graines doivent être triées et nettoyées pour éliminer les débris tels que les pierres, les tiges et les débris végétaux. Cette étape permet également d'éliminer les graines endommagées, mal formées ou pourries.
- **Séchage** : Les graines doivent être séchées pour réduire leur teneur en humidité. Cela empêchera la croissance de moisissures et de champignons et prolongera la durée de conservation des graines. Les méthodes de séchage comprennent le séchage naturel au soleil, le séchage à l'air et le séchage dans un séchoir à grain.
- **Tri** : Les graines triées sont ensuite classées en fonction de leur taille, de leur poids et de leur qualité.
- **Traitement thermique** : Le traitement thermique peut être effectué pour éliminer les insectes et les autres organismes nuisibles qui pourraient être présents dans les graines. Cette étape est particulièrement importante pour les graines qui seront stockées pendant une période prolongée.
- **Stockage** : Les graines doivent être stockées dans un endroit frais et sec pour éviter l'humidité, la chaleur et les insectes. Les graines doivent être stockées dans des sacs en toile ou en plastique propres et étanches à l'air pour éviter l'humidité et la contamination.
- **Conditionnement** : Les graines peuvent être conditionnées en sacs de différentes tailles pour répondre aux besoins des consommateurs.

En somme, le traitement post-récolte des graines de légumineuses est un processus complexe et crucial qui garantit la qualité et la sécurité alimentaire des grains pour les consommateurs. Le respect de ces étapes de base permet de garantir la qualité et la sécurité alimentaire des grains de légumineuses.

# **Chapitre 4 : Les cultures fourragères**

## Chapitre 4 : Les cultures fourragères

### 1. Introduction

#### 1.1. Définition

Les cultures fourragères (Fig. 34) sont des plantes cultivées pour l'alimentation des animaux d'élevage. Elles peuvent être utilisées sous forme de foin, de paille, d'ensilage ou de pâturage.

Les fourrages sont principalement constitués de plantes prairiales herbacées, essentiellement des graminées et secondairement des légumineuses, mais de nombreuses autres espèces de plantes sont cultivées pour l'alimentation des animaux domestiques herbivores et entrent dans la catégorie des plantes fourragères.

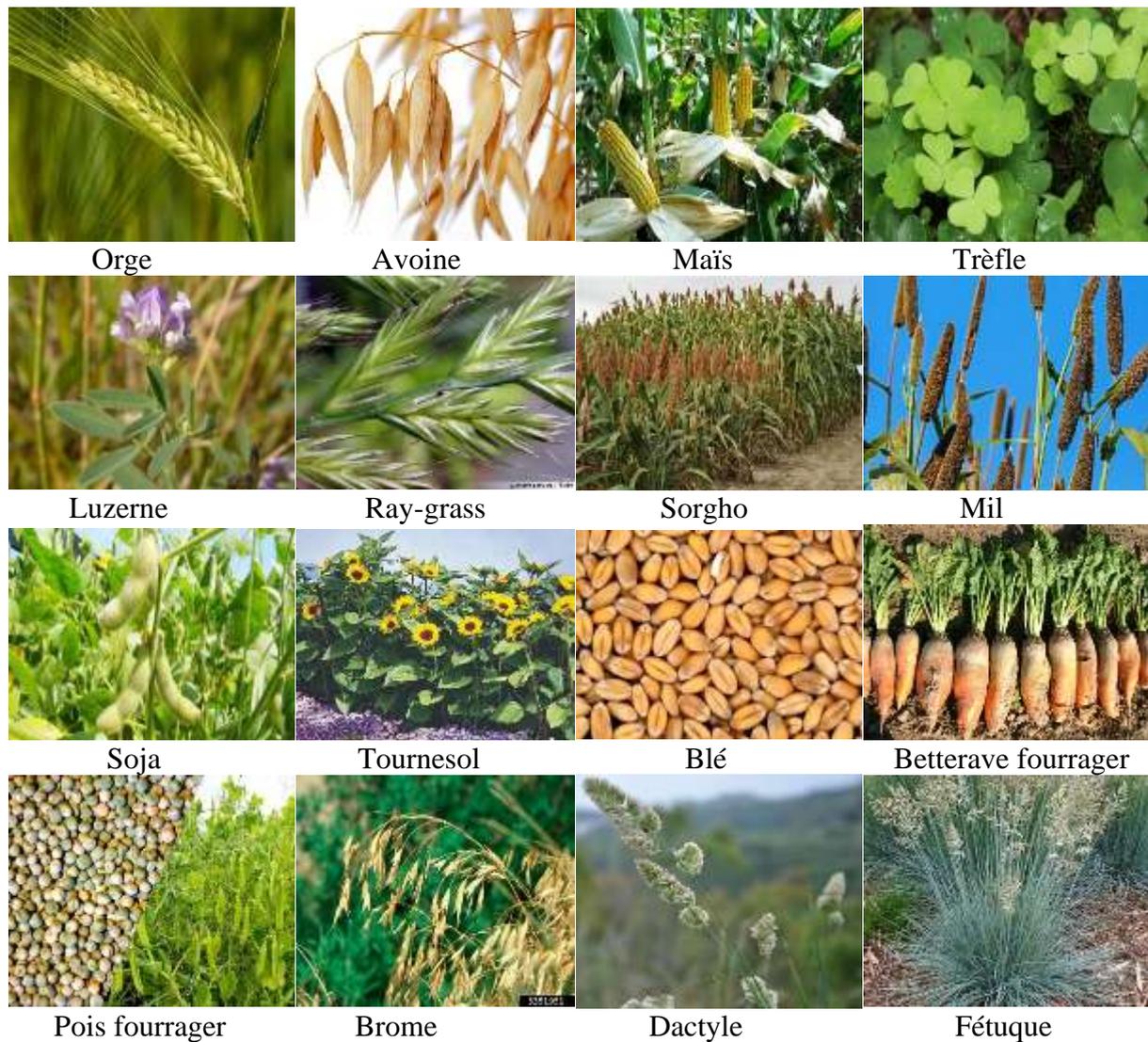
Les céréales comme l'orge, l'avoine et le maïs sont souvent utilisés comme cultures fourragères dans de nombreux pays, y compris en Europe, en Amérique du Nord et en Asie.

Le trèfle et la luzerne sont également très populaires en tant que cultures fourragères dans le monde entier. Ils sont riches en protéines et sont souvent utilisés pour nourrir les bovins, les ovins et les chevaux.

En Australie et en Nouvelle-Zélande, les cultures fourragères les plus courantes sont la fétuque élevée et le ray-grass anglais. En Afrique subsaharienne, les cultures fourragères comprennent souvent le sorgho fourrager et le mil. En Amérique du Sud, le pâturage naturel est souvent utilisé pour l'élevage, mais des cultures fourragères comme le soja, le maïs et le tournesol peuvent également être utilisées. En Inde, le fourrage vert est souvent cultivé pour nourrir les animaux d'élevage, et les cultures fourragères courantes incluent la luzerne, le trèfle, le sorgho, le mil et le blé. La betterave fourragère et le pois fourrager sont aussi utilisées comme plantes fourragères ainsi que le brome, le dactyle et la fétuque.

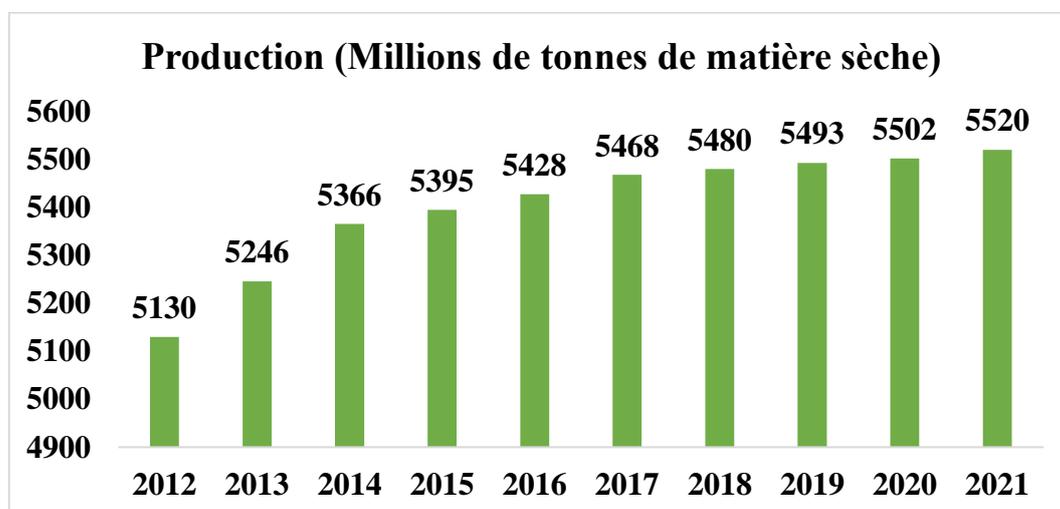
#### 1.2. Différentes zones de productions fourragères

La production mondiale de cultures fourragères dépend de nombreux facteurs, tels que la demande pour les produits animaux, la disponibilité des terres, des ressources en eau, des conditions climatiques et des pratiques agricoles. Selon les données de la FAO, la production mondiale de cultures fourragères en 2021 était d'environ 5,5 milliards de tonnes de matière sèche.



**Figure 34 :** Principales cultures fourragères utilisées dans le monde.

L'évolution de la production des cultures fourragères ces dernières années est illustrée dans la figure 35.



**Figure 35:** Evolution de la production des cultures fourragères dans le monde (FAO, 2021).

Ces chiffres montrent une légère augmentation de la production de cultures fourragères au cours de la dernière décennie. Cela peut être attribué à une demande croissante en produits animaux dans le monde, ainsi qu'à une amélioration de la productivité et de l'efficacité des systèmes d'élevage et des pratiques agricoles. Cependant, il convient de noter que les impacts du changement climatique et d'autres facteurs peuvent également affecter la production de cultures fourragères dans le monde.

Les principaux pays producteurs de cultures fourragères dans le monde sont la Chine en première position dans le monde, suivie par les États-Unis et le Brésil (Fig. 36). On peut également noter la forte présence des pays d'Amérique du Sud, tels que le Brésil et l'Argentine, ainsi que des pays européens, tels que la France, l'Espagne et l'Allemagne, parmi les principaux producteurs.

- ✓ *La Chine* : la Chine est le plus grand producteur de cultures fourragères au monde, avec une production estimée à environ 800 millions de tonnes de matière sèche en 2020. Les principales cultures fourragères en Chine sont le maïs, la luzerne, la féverole et le sorgho fourrager.
- ✓ *Les États-Unis* : les États-Unis sont le deuxième plus grand producteur de cultures fourragères, avec une production estimée à environ 650 millions de tonnes de matière sèche en 2020. Les principales cultures fourragères aux États-Unis sont le maïs, l'orge, le blé et le soja.
- ✓ *Le Brésil* : le Brésil est le troisième plus grand producteur de cultures fourragères, avec une production estimée à environ 450 millions de tonnes de matière sèche en 2020. Les principales cultures fourragères au Brésil sont le maïs, le soja et le sorgho.
- ✓ *L'Inde* : l'Inde est le quatrième plus grand producteur de cultures fourragères, avec une production estimée à environ 350 millions de tonnes de matière sèche en 2020. Les principales cultures fourragères en Inde sont le maïs, le sorgho, le millet et le riz fourrager.
- ✓ *La Russie* : la Russie est le cinquième plus grand producteur de cultures fourragères, avec une production estimée à environ 250 millions de tonnes de matière sèche en 2020. Les principales cultures fourragères en Russie sont l'avoine, le triticale, le ray-grass et le seigle.

En résumé, la superficie de production de cultures fourragères dans le monde est très importante, avec plus de 1,515 milliard d'hectares au total comprenant une superficie de 775 millions d'hectares pour les cultures fourragères annuelles et 740 millions d'hectares de cultures fourragères permanentes.



**Figure 36** : Les principaux pays producteurs des cultures fourragères dans le monde (FAO, 2021).

Il existe des différences régionales dans les types de cultures fourragères et les pratiques agricoles. Par exemple, en Europe et en Amérique du Nord, les pâturages et les cultures fourragères permanentes sont plus courantes, tandis qu'en Amérique du Sud et en Asie, les cultures fourragères annuelles sont plus répandues. Les cultures fourragères annuelles et permanentes sont toutes deux importantes, avec des différences régionales dans les types de cultures fourragères utilisées.

### 1.3. Situation en Algérie.

Selon les données de la FAO, la production de cultures fourragères en Algérie est d'environ 18 millions de tonnes par an. Les principales cultures fourragères produites en Algérie sont les céréales fourragères telles que l'orge et l'avoine, ainsi que la luzerne. Ces cultures sont

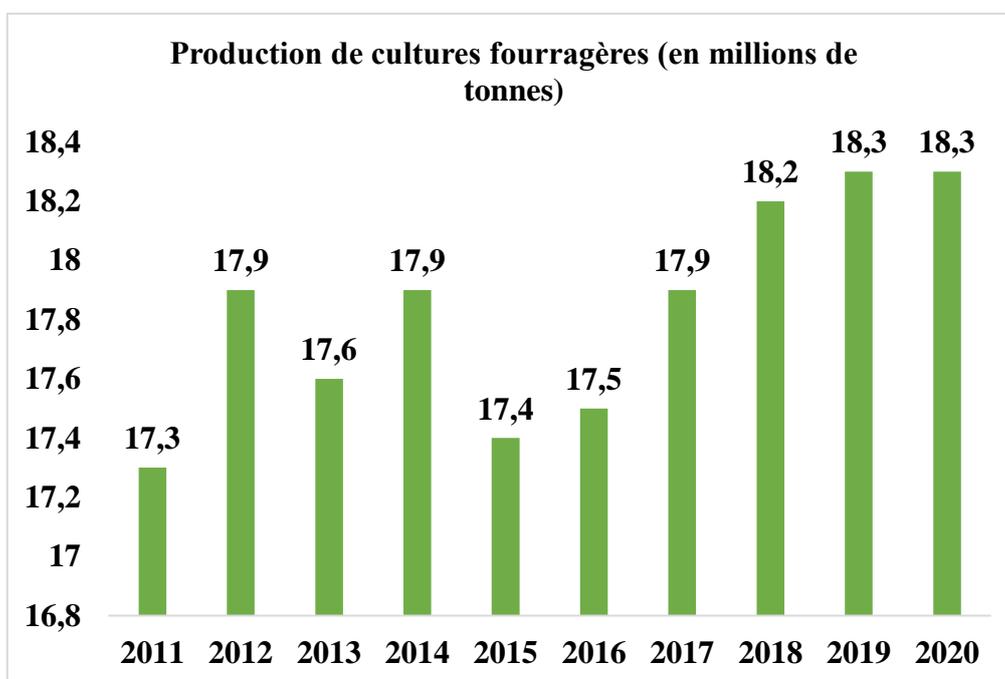
utilisées pour nourrir le bétail, notamment les ovins, les caprins et les bovins.

Cependant, la production de cultures fourragères en Algérie est confrontée à des défis tels que la rareté de l'eau, la sécheresse, la dégradation des sols et le manque de ressources financières pour investir dans des technologies agricoles modernes. Par conséquent, l'Algérie doit importer des quantités importantes de fourrage pour répondre aux besoins de son bétail.

Pour remédier à cette situation, l'Algérie a lancé des programmes visant à améliorer la gestion de l'eau et à développer des techniques agricoles plus durables, telles que l'agriculture de conservation et l'irrigation au goutte-à-goutte. De plus, le gouvernement algérien a encouragé les agriculteurs à utiliser des cultures fourragères plus résistantes à la sécheresse, telles que la luzerne et les légumineuses fourragères.

La production de cultures fourragères en Algérie est relativement stable, avec une légère augmentation depuis 2011 (Fig. 37).

Les superficies de production de cultures fourragères en Algérie ont également connu une légère augmentation au cours de la dernière décennie. Elles ont passé de 5,1 millions d'hectare en 2010 et 2011 à 5,4 millions d'hectare depuis 2018 à 2020. Cependant, cette superficie reste insuffisante pour répondre aux besoins du bétail en Algérie, ce qui oblige le pays à importer des quantités importantes de fourrage.



**Figure 37:** Evolution de la production des cultures fourragères en Algérie depuis 2011 jusqu'à 2020 (FAO, 2021).

Selon les statistiques agricoles publiées par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural en Algérie pour l'année 2020, les principales cultures fourragères produites en Algérie sont les suivantes :

- Luzerne : 2,06 millions de tonnes ;
- Maïs fourrage : 1,8 million de tonnes ;
- Avoine : 1,04 million de tonnes ;
- Sorgho fourrager : 784 000 tonnes ;
- Foin : 702 000 tonnes.

Les zones de production de cultures fourragères en Algérie varient en fonction de nombreux facteurs tels que le climat, le type de sol, la topographie, l'irrigation et les pratiques agricoles. Les principales zones de production de cultures fourragères en Algérie sont :

- *Les Hautes Plaines* : Les principales cultures fourragères produites dans cette région sont la luzerne, l'avoine et le trèfle.
- *Les Hauts Plateaux* : Les cultures fourragères les plus courantes dans cette région sont l'avoine, l'orge, le maïs et la luzerne.
- *Les Oasis et le désert* : Ces zones sont situées dans les régions désertiques du sud de l'Algérie et sont irriguées par des sources d'eau souterraines. Les cultures fourragères produites dans ces zones comprennent la luzerne, le sorgho et le maïs.
- *Les régions côtières* : Les régions côtières de l'Algérie ont un climat méditerranéen et produisent une variété de cultures fourragères, notamment la luzerne, le maïs et le trèfle.

Il est important de noter que ces zones de production ne sont pas exclusives et que certaines cultures peuvent être produites dans différentes régions en fonction des conditions climatiques et des pratiques agricoles.

Il existe plusieurs types de cultures fourragères qui peuvent être cultivées en Algérie, notamment :

- *Les légumineuses* : Les cultures fourragères de cette catégorie comprennent le trèfle, la luzerne, la gesse, le lupin, la féverole, les pois et les haricots. Les légumineuses sont riches en protéines et peuvent contribuer à la fixation de l'azote dans le sol.
- *Les céréales* : Les cultures fourragères de cette catégorie comprennent le maïs, le sorgho, l'avoine et l'orge. Les céréales sont riches en énergie et en glucides.
- *Les graminées* : Les cultures fourragères de cette catégorie comprennent le ray-grass, la fétuque, le dactyle, le brome, le seigle et la prairie temporaire. Les graminées sont riches en

fibres et peuvent contribuer à la digestion chez les animaux.

- *Les cultures fourragères vivaces* : Les cultures fourragères de cette catégorie comprennent la luzerne, le trèfle et le sainfoin. Ces cultures ont une durée de vie plus longue que les cultures annuelles et peuvent fournir une alimentation pour plusieurs années.
- *Les cultures fourragères annuelles* : Les cultures fourragères de cette catégorie comprennent le maïs fourrage, le sorgho fourrage, l'avoine et le blé. Ces cultures sont cultivées chaque année et peuvent fournir une alimentation pour une saison de croissance.

## 2. Quelques données sur l'exploitation et la conservation des fourrages

### 2.1. Exploitation

L'exploitation des cultures fourragères est une pratique agricole qui vise à cultiver des plantes pour nourrir les animaux d'élevage, notamment les bovins, les ovins, les caprins et les chevaux. Les cultures fourragères peuvent être utilisées fraîches ou conservées pour une utilisation ultérieure. Parmi les pratiques qui permettent l'exploitation des cultures fourragères :

- ✓ **Choix des cultures** : Les agriculteurs choisissent les cultures fourragères en fonction de leurs caractéristiques, de leur adaptabilité aux conditions locales et de leur valeur nutritionnelle pour les animaux. Les cultures fourragères courantes comprennent le trèfle, la luzerne, l'avoine, le dactyle, le ray-grass et le maïs.
- ✓ **Préparation du sol** : Avant de semer les cultures fourragères, le sol est préparé en fonction des besoins spécifiques de chaque plante. La préparation peut inclure le labour, le nivellement du sol, l'ajout d'engrais et la gestion des mauvaises herbes.
- ✓ **Semis** : Les cultures fourragères sont semées au moment optimal, généralement au printemps ou à l'automne, en fonction des conditions climatiques et des cycles de croissance de chaque plante. Les semis peuvent être effectués à la main ou à l'aide d'une machine.
- ✓ **Entretien** : Les cultures fourragères nécessitent des soins réguliers, tels que l'arrosage, la fertilisation et la gestion des mauvaises herbes, pour maximiser leur croissance et leur rendement.
- ✓ **Récolte** : Les cultures fourragères peuvent être récoltées à différents stades de leur croissance, en fonction de leur utilisation prévue. Les récoltes peuvent être fraîches ou conservées pour une utilisation ultérieure sous forme de foin, d'ensilage ou d'autres méthodes de conservation.

L'exploitation des fourrages dépend du type de fourrage et de la méthode de culture utilisée. Les pratiques générales qui peuvent être appliquées pour exploiter les fourrages sont :

- **Gérer les pâturages** : Si le fourrage est cultivé en plein air, il est important de bien gérer les pâturages pour assurer une croissance saine et constante des plantes. Cela peut inclure la rotation des pâturages pour permettre aux plantes de se régénérer et éviter une surcharge de pâturage.
- **Récolter au bon moment** : Si le fourrage est récolté pour une utilisation ultérieure, il est important de récolter les plantes au stade optimal de leur croissance pour assurer une qualité nutritionnelle maximale. Le moment de la récolte dépend du type de fourrage, mais en général, il est recommandé de récolter les plantes avant qu'elles ne fleurissent.
- **Utiliser les bonnes techniques de conservation** : Les techniques de conservation des fourrages, telles que le foin, l'ensilage ou le pressage en balles, varient selon le type de fourrage et les conditions climatiques locales. Il est important d'utiliser les techniques appropriées pour garantir une conservation optimale des nutriments.
- **Stocker les fourrages correctement** : Si les fourrages sont stockés pour une utilisation ultérieure, il est important de les stocker correctement pour éviter les pertes de qualité nutritionnelle. Cela peut inclure le stockage des fourrages dans des bâtiments bien ventilés ou sous des bâches étanches pour les protéger des intempéries.
- **Assurer une alimentation équilibrée** : Les fourrages ne sont souvent qu'une partie de l'alimentation des animaux d'élevage. Il est important de compléter l'alimentation avec des aliments supplémentaires, tels que des céréales, des concentrés ou des suppléments minéraux, pour assurer une alimentation équilibrée et une croissance optimale des animaux.

## 2.2. Conservation

La conservation des fourrages est essentielle pour assurer une alimentation de qualité tout au long de l'année pour les animaux d'élevage. Les techniques de conservation les plus couramment utilisées sont le foin, l'ensilage et le pressage en balles.

### 2.2.1. Foin

Le foin est un type de fourrage sec qui est produit en faisant sécher de l'herbe coupée. Les agriculteurs coupent l'herbe à une hauteur de quelques centimètres au-dessus du sol, la laissent sécher et la mettent en bottes pour la stocker (Fig. 38). Le foin peut être fabriqué à partir de différentes variétés d'herbe, telles que la luzerne, le trèfle, l'avoine, le seigle, le blé ou le ray-grass.

Le foin est une source importante de nourriture pour les animaux d'élevage, tels que les chevaux, les bovins, les ovins et les caprins. Il peut être donné à ces animaux tout au long de

l'année, car il peut être stocké pendant des mois, voire des années, s'il est conservé correctement. Le foin peut également être utilisé pour fournir de la litière aux animaux, car il est absorbant et peut aider à maintenir un environnement propre et sec.

La qualité du foin dépend de plusieurs facteurs, notamment de la variété d'herbe utilisée, de la période de récolte, des conditions météorologiques lors de la récolte, du mode de séchage et de la méthode de stockage. Pour obtenir du foin de haute qualité, il est important de récolter l'herbe au bon moment, lorsque la teneur en nutriments est la plus élevée, de sécher l'herbe rapidement pour éviter la dégradation et les moisissures, et de stocker le foin dans un endroit sec et bien ventilé pour éviter l'humidité et la détérioration.



**Figure 38:** Foin.

### 2.2.2. Ensilage

L'ensilage est une méthode de conservation des fourrages qui consiste à fermenter des plantes fraîches et humides dans des conditions anaérobies (sans air) pour préserver leur valeur nutritive. Cette technique permet de stocker des fourrages riches en nutriments tels que l'herbe, le maïs, le trèfle et la luzerne pendant plusieurs mois, voire une année entière, tout en maintenant leur qualité et leur valeur nutritive.

Le processus d'ensilage commence par la coupe des plantes, qui sont ensuite hachées en petits morceaux pour faciliter le compactage dans un silo ou une tranchée. Les plantes sont ensuite tassées et pressées pour enlever l'air et favoriser la fermentation anaérobie (Fig. 39). Les bactéries lactiques naturellement présentes sur les plantes fraîches se développent et produisent de l'acide lactique, qui acidifie l'environnement et tue les bactéries indésirables. Cette fermentation acidifiante contribue également à conserver la qualité nutritionnelle des plantes, en particulier la teneur en protéines.

L'ensilage peut être utilisé pour nourrir différents types d'animaux, tels que les bovins, les ovins, les caprins et les porcins. Il est particulièrement utile pour les éleveurs qui ont besoin de stocker de grandes quantités de fourrage pour nourrir leurs animaux pendant les périodes de faible production de fourrage, comme l'hiver.

L'ensilage peut être conservé dans des silos en béton, des tranchées, des sacs en plastique ou des balles enveloppées dans du plastique.



**Figure 39:** Etapes de l'ensilage des fourrages

### 2.2.3. Pressage en balle

Le pressage en balle est une méthode de conservation des fourrages qui consiste à comprimer les plantes coupées en une forme compacte, généralement en forme de balle ronde ou rectangulaire, pour faciliter leur stockage et leur transport (Fig. 40). Cette méthode est principalement utilisée pour le foin, mais elle peut également être utilisée pour d'autres types de fourrages, tels que la paille ou les résidus de récolte.

Le processus de pressage en balle commence par la coupe de l'herbe ou du foin, qui est ensuite séchée jusqu'à ce qu'elle atteigne un taux d'humidité optimal pour la conservation. L'herbe est ensuite rassemblée en une pile, puis comprimée par une presse à balles pour former une balle dense. Les balles peuvent varier en taille, de petits formats de quelques kilogrammes à des formats plus grands de plusieurs centaines de kilogrammes.



**Figure 40:** Pressage en balles du fourrage.

Le pressage en balle offre plusieurs avantages en termes de stockage et de transport des fourrages. Les balles sont plus faciles à stocker que l'herbe en vrac, car elles peuvent être empilées et rangées dans un espace plus restreint. De plus, les balles peuvent être facilement transportées sur des remorques ou des camions, ce qui est particulièrement important pour les éleveurs qui achètent ou vendent des fourrages.

Cependant, le pressage en balle peut également présenter des inconvénients. Les balles peuvent être plus coûteuses à produire que le stockage en vrac, car l'achat ou la location d'une presse à balles peut être nécessaire. De plus, les balles peuvent être plus difficiles à manipuler que l'herbe en vrac, car elles peuvent être lourdes et nécessiter un équipement de manutention spécifique pour leur déplacement.

En général, le pressage en balle est une méthode efficace de conservation des fourrages, adaptée à un large éventail d'espèces animales et de systèmes d'élevage.

Il existe d'autres techniques de conservation des fourrages tels que :

- **Fanage** : Cette technique consiste à exposer les plantes coupées au soleil et au vent pour les faire sécher. Cette méthode est couramment utilisée pour les cultures de foin. Le fanage permet d'accélérer le séchage des plantes et peut améliorer la qualité du foin en réduisant la teneur en humidité.
- **Séchage en grange** : Cette méthode implique le séchage des plantes dans une grange ou un autre endroit clos et bien ventilé. Les plantes sont disposées sur une surface plane et sont retournées régulièrement pour assurer un séchage uniforme. Cette méthode est souvent utilisée pour les cultures de foin et peut permettre une meilleure conservation du fourrage que le fanage.
- **Réfrigération** : Cette méthode consiste à stocker les fourrages à des températures basses pour ralentir la croissance des bactéries et des moisissures. Cette technique est couramment

utilisée pour les aliments pour animaux d'élevage hautement périssables, tels que le colza et le lin.

- **Congélation** : La congélation est une méthode efficace pour conserver les fourrages pendant une longue période. Cette technique consiste à stocker les plantes dans un congélateur ou un entrepôt frigorifique pour ralentir la croissance des bactéries et des moisissures. La congélation peut être utilisée pour conserver une grande variété de fourrages, y compris les cultures de foin, d'herbe et de légumineuses.
- **Traitement chimique** : Certaines substances chimiques, telles que l'acide propionique, peuvent être ajoutées aux fourrages pour inhiber la croissance des bactéries et des moisissures. Cette méthode est souvent utilisée pour l'ensilage de maïs et peut améliorer la qualité nutritionnelle du fourrage.

Il est important de choisir la technique de conservation la mieux adaptée à chaque type de fourrage et à chaque situation, en fonction des ressources disponibles, de l'objectif de conservation et de la qualité nutritionnelle souhaitée.

### 3. Cultures fourragères

#### 3.1. Les associations (définition et quelques exemples)

Les associations de cultures fourragères sont une pratique courante en agriculture pour maximiser la productivité et la qualité des cultures. Les associations de cultures fourragères consistent à semer deux ou plusieurs espèces de plantes ensemble dans le même champ. Les avantages de cette pratique sont multiples :

- Amélioration de la qualité nutritionnelle de la nourriture pour les animaux, grâce à une meilleure répartition des nutriments dans les différentes espèces de plantes.
- Réduction des maladies et des parasites, car les associations peuvent inhiber la croissance des mauvaises herbes, empêcher l'épuisement du sol et augmenter la biodiversité.
- Augmentation de la productivité, car les associations peuvent réduire la compétition entre les plantes pour les ressources du sol et de la lumière.

Les associations de cultures fourragères les plus courantes incluent les mélanges de graminées et de légumineuses, comme le trèfle et le ray-grass, qui fournissent un équilibre en azote et en fibres, ainsi que des mélanges de plantes annuelles et pérennes, comme le maïs et le sorgho, qui fournissent une combinaison de rendements élevés et de qualité nutritionnelle. Parmi les associations de cultures fourragères les plus utilisées, on peut citer :

- **Légumineuses et graminées** : Les légumineuses, comme le trèfle et la luzerne, sont souvent associées aux graminées, comme le ray-grass et le dactyle. Les légumineuses fixent l'azote atmosphérique, ce qui profite aux graminées en fournissant un apport en azote naturel. En retour, les graminées aident à soutenir les légumineuses et à prévenir leur verse. Cette association améliore la qualité nutritionnelle du fourrage et la productivité globale.
- **Mélanges de céréales et de légumineuses** : Les céréales, comme le seigle, le blé, l'avoine ou le triticale, peuvent être associées à des légumineuses, comme les pois fourragers ou la vesce. Cette association augmente la qualité nutritionnelle du fourrage, en particulier en termes de protéines, et améliore la résistance aux maladies et aux adventices.
- **Cultures dérobées** : Les cultures dérobées sont des plantes cultivées entre deux cultures principales, généralement pendant la saison froide. Les mélanges de cultures dérobées peuvent inclure des légumineuses, des graminées et des crucifères (comme le colza ou le radis fourrager). Ces associations améliorent la couverture du sol, réduisent l'érosion et augmentent la matière organique du sol.
- **Cultures en bandes** : Cette méthode consiste à semer différentes espèces de plantes fourragères en bandes alternées. Cette approche peut améliorer la biodiversité, faciliter la récolte et offrir un habitat pour les pollinisateurs et les ennemis naturels des ravageurs.
- **Agroforesterie** : L'agroforesterie est une pratique qui combine l'élevage d'animaux, la culture de plantes fourragères et la plantation d'arbres. Les arbres fournissent de l'ombre, réduisent l'érosion du sol et améliorent la biodiversité. Les animaux peuvent se nourrir des cultures fourragères et des arbres, et leurs déjections contribuent à fertiliser le sol.

Les associations de cultures fourragères spécifiques dépendent du climat, du sol et des besoins nutritionnels des animaux d'élevage. Il est important de choisir les espèces appropriées et de gérer les cultures de manière à maximiser les avantages de l'association.

### 3.2. Poacées fourragères : Quelques exemples

Les graminées fourragères sont robustes, persistantes et à croissance rapide. Elles sont bien adaptées à la défoliation fréquente par les animaux de pâturage. Elles ont un système racinaire fibreux qui leur permet de résister à une forte pression de pâturage. Les racines aident également à prévenir l'érosion des sols et à améliorer la structure des sols.

Les graminées fourragères sont souvent trouvées dans des mélanges parce que les différentes graminées ont des qualités, des saisons de croissance et des conditions préférées différentes. Cela aide à assurer un approvisionnement continu en fourrage. Parmi ces graminées

fourragères, on note :

- **L'avoine cultivée (*Avena sativa*)** : une graminée cultivée pour sa capacité à produire rapidement du fourrage et des grains riches en amidon utilisés pour l'alimentation animale et humaine. L'avoine cultivée est une plante annuelle appartenant à la famille des Poacées, également connue sous le nom d'herbe à paille en raison de sa tige creuse. Elle mesure généralement entre 60 et 120 cm de hauteur et possède des feuilles plates et étroites d'environ 30 cm de longueur.

Les feuilles inférieures sont plus grandes que les feuilles supérieures et ont souvent une légère courbure. Les épis d'avoine sont des inflorescences en forme de panicules, avec des branches ramifiées qui portent des épillets aplatis. Les épillets sont composés de deux à trois fleurs, chacune ayant une ligule membraneuse et des glumes écailleuses. Les fleurs elles-mêmes sont petites et ont généralement six étamines et deux stigmates (Fig. 41).

L'avoine peut être semée à l'automne ou au printemps et pousse bien dans des sols fertiles et bien drainés. Elle est généralement récoltée avant la floraison, lorsqu'elle est encore tendre et juteuse, pour une qualité maximale en tant que fourrage.



**Figure 41:** Avoine cultivée

- **Le ray-grass (*Lolium perenne*)** : est une espèce de graminée fourragère très répandue dans les prairies et les pâturages en Europe et en Amérique du Nord.

C'est une graminée vivace qui forme des touffes denses ou se propage par stolons et drageons. Cette plante vivace peut atteindre une hauteur de 50 à 100 cm et possède des feuilles étroites et allongées, d'un vert foncé brillant plates et mesurant environ 2 à 6 mm de largeur. La gaine de la feuille est lisse et aplatie, et la ligule est présente à la base de la feuille. Les tiges sont dressées et portent des épis cylindriques de couleur vert pâle à brun clair, qui mesurent de 10 à 30 cm de long. Les racines du ray-grass sont pivotantes et profondes, ce qui lui permet de résister à la sécheresse et d'absorber les nutriments en profondeur dans le sol (Fig. 42).

Cette plante est également très résistante aux maladies et aux parasites, ce qui en fait une espèce

très appréciée des éleveurs. Le ray-grass fleurit généralement de mai à juillet et produit de petites graines brunes, qui sont souvent utilisées pour la production de semences. Cette plante peut être cultivée dans une grande variété de sols, du sable à l'argile, et pousse dans des climats tempérés à subtropicaux. Il a un taux de croissance rapide et peut produire 2-3 récoltes de fourrage par an. Il a un haut rendement en fourrage et une valeur nutritionnelle élevée, surtout s'il est récolté tôt. Elle est très résistante au pâturage et donne plusieurs récoltes de fourrage dans l'année.



**Figure 42:** Raygrass

- **Le dactyle pelotonnée (*Dactylis glomerata*)** : une graminée vivace à croissance rapide qui fournit un fourrage apprécié des animaux.

Le dactyle pelotonné est une plante vivace appartenant à la famille des Poacées, également connue sous le nom de pied-de-poule ou dactyle aggloméré. Elle peut atteindre une hauteur de 1 à 1,5 mètre et possède des feuilles plates et larges d'environ 30 cm de longueur. Les feuilles ont souvent une nervure centrale proéminente et une gaine fermée. Les épis de dactyle pelotonné sont des inflorescences en forme de panicules, avec des branches ramifiées qui portent des épillets cylindriques. Les épillets sont composés de plusieurs fleurs, chacune ayant une ligule membraneuse et des glumes écailleuses. Les fleurs elles-mêmes sont petites et ont généralement trois étamines et deux stigmates (Fig. 43).

Le dactyle pelotonné est largement cultivé comme plante fourragère pour le bétail, car il est riche en nutriments et produit une grande quantité de biomasse. Il est capable de pousser dans une grande variété de sols, y compris des sols pauvres et acides, et est souvent utilisé pour la régénération des pâturages. Le dactyle pelotonné peut être récolté plusieurs fois par an pour une qualité maximale en tant que fourrage. Elle supporte bien le pâturage et les sols humides et acides.



**Figure 43:** Dactyle pelotonné

- **La féтуque rouge (*Festuca rubra*)** : une graminée souvent utilisée pour constituer des pelouses et des gazons.

La féтуque rouge est une plante herbacée vivace appartenant à la famille des Poacées, également connue sous le nom de féтуque ovine. Elle mesure généralement de 30 à 70 cm de hauteur et possède des feuilles plates et étroites, d'environ 20 cm de longueur. Les feuilles ont souvent une gaine fermée et une ligule membraneuse. Les épis de la féтуque rouge sont des inflorescences en forme de panicules, avec des branches ramifiées qui portent des épillets cylindriques. Les épillets sont composés de plusieurs fleurs, chacune ayant une ligule membraneuse et des glumes écailleuses. Les fleurs elles-mêmes sont petites et ont généralement trois étamines et deux stigmates (Fig. 44).

La féтуque rouge est largement cultivée comme plante fourragère pour le bétail, car elle est riche en nutriments et facile à cultiver. Elle pousse bien dans des sols bien drainés et tolère une large gamme de conditions climatiques. Elle est souvent utilisée pour la régénération des pâturages et pour la production de foin. La féтуque rouge peut être récoltée plusieurs fois par an pour une qualité maximale en tant que fourrage. Elle est aussi résistante à la sécheresse et aux sols acides.



**Figure 44:** Féтуque rouge

- **L'herbe de prairie (*Poa pratensis*)** : une graminée très commune dans les prairies et pâturages. Elle forme des touffes denses avec des tiges étalées et des feuilles bleu-vert (Fig. 45). Elle s'adapte à une grande variété de sols et de climats, des zones tempérées aux zones froides. L'herbe de prairie est très résistante au pâturage et se régénère bien après la récolte du fourrage. Elle a une valeur nutritionnelle élevée et un goût agréable pour les animaux. Elle préfère les sols frais et riches en matière organique et s'essaie mal aux sols acides ou sableux pauvres. L'herbe de prairie est souvent cultivée dans les mélanges de graminées des prairies permanentes en raison de sa rusticité et de sa valeur fourragère.



**Figure 45:** L'herbe de prairie (*Poa pratensis*)

### 3.3. Fabacées fourragères. Quelques exemples.

Ce sont des plantes riches en protéines, ce qui en fait des fourrages très intéressants pour l'alimentation des herbivores. Les protéines contenues dans les légumineuses sont en effet bien équilibrées en acides aminés essentiels.

Ce sont des plantes qui ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique grâce à des bactéries symbiotiques présentes dans leurs racines. Elles améliorent donc la fertilité des sols.

La plupart des légumineuses fourragères sont bisannuelles ou vivaces. Elles durent donc plusieurs années et offrent un fourrage récolté plusieurs fois par an.

Ces plantes présentent une bonne digestibilité, à condition de les récolter à bonne maturité.

Les légumineuses fourragères peuvent être utilisées sous forme de foin, d'ensilage ou de pâturage. Elles sont une excellente base pour des rations équilibrées.

On trouve des variétés de légumineuses fourragères adaptées à tous les types de sols et de climats. Il existe donc des espèces ou variétés pour toute situation agronomique.

Certaines légumineuses comme le lotier et la vesce peuvent aussi être utilisées comme engrais vert pour améliorer la fertilité des sols.

Voici quelques exemples de fabacées (légumineuses) fourragères :

- **Le trèfle (*Trifolium sp.*)** : C'est une des principales espèces fourragères, riche en protéines. Le trèfle est une plante herbacée appartenant à la famille des Fabacées, également connue sous le nom de légumineuses. Il a une croissance basale, avec des tiges courtes et des feuilles trifoliées, c'est-à-dire composées de trois folioles. Les feuilles sont souvent ovales ou en forme de cœur, avec des bords dentelés. Les fleurs du trèfle sont généralement en forme de pompons, avec une corolle tubulaire et cinq pétales, pouvant être de couleur rouge, blanche ou rose (Fig. 46). Le trèfle est très prisé en tant que plante fourragère pour le bétail, car il est riche en protéines et en nutriments. Il est également bénéfique pour la santé du sol, car il peut fixer l'azote atmosphérique et améliorer la fertilité du sol. Le trèfle est souvent utilisé en tant que culture intercalaire ou en rotation des cultures pour améliorer la qualité du sol. Les espèces de trèfle les plus couramment cultivées pour l'alimentation animale sont le trèfle blanc (*Trifolium repens*), le trèfle violet (*Trifolium pratense*) et le trèfle incarnat (*Trifolium incarnatum*). Chacune de ces espèces présente des caractéristiques botaniques spécifiques, mais toutes sont appréciées pour leur valeur nutritionnelle et leur capacité à améliorer la qualité du sol.



**Figure 46:** Trèfle

- **La luzerne (*Medicago sativa*)** est une excellente légumineuse fourragère, très riche en protéines. Elle est très appréciée pour l'alimentation des bovins et des équins. La luzerne est une plante herbacée vivace appartenant à la famille des Fabacées, également connue sous le nom de luzerne cultivée. Elle mesure généralement entre 30 et 90 cm de hauteur et possède des feuilles composées de trois folioles ovales. Les fleurs de la luzerne sont regroupées en racèmes, avec des fleurs violettes, bleues ou jaunes, et des pétales en forme de bannière. Les gousses de luzerne sont minces et légèrement courbées, mesurant environ 2 à 3 cm de longueur. Elles contiennent généralement de deux à six graines, qui peuvent être

utilisées pour la production de semences pour la plantation de nouvelles cultures de luzerne (Fig. 47). Les gousses sont souvent récoltées avant leur maturité complète pour éviter la perte de graines. Les graines de luzerne sont petites et rondes, mesurant environ 2 mm de diamètre. Elles sont riches en protéines, en fibres et en nutriments, et peuvent être utilisées pour l'alimentation animale et humaine.

La luzerne est largement cultivée comme plante fourragère pour le bétail, car elle est riche en protéines, en fibres et en nutriments essentiels tels que le calcium, le potassium et le magnésium. Elle est également bénéfique pour la santé du sol, car elle peut fixer l'azote atmosphérique et améliorer la fertilité du sol.

La luzerne est une culture pérenne et peut être récoltée plusieurs fois par an, souvent au début de la floraison, pour une qualité maximale en tant que fourrage. Elle est également utilisée en tant que culture intercalaire pour améliorer la qualité du sol et pour la production de graines pour l'alimentation animale et humaine.

La luzerne est une plante très importante pour l'industrie de l'alimentation animale, en particulier pour les éleveurs de bovins laitiers. Elle est également utilisée en tant que source de protéines pour les aliments pour animaux de compagnie et en tant que plante médicinale pour ses propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes.



**Figure 47:** Luzerne

- **La vesce (*Vicia sativa*)** C'est une légumineuse à double fin (fourragère et engrais vert) qui améliore la fertilité des sols et fournit un fourrage riche en protéines, notamment pour les ovins. La vesce est une plante herbacée annuelle de la famille des Fabacées, également connue sous le nom de vesce commune. Elle mesure généralement de 30 à 90 cm de hauteur et possède des tiges minces et ramifiées. Les feuilles de la vesce sont composées de plusieurs folioles ovales, souvent avec une extrémité pointue. Les fleurs de la vesce sont regroupées en grappes denses et cylindriques, mesurant de 4 à 10 cm de longueur. Chaque fleur a une corolle typiquement en forme de papillon, avec cinq pétales de couleur généralement violette, mais elles peuvent

également être blanches ou roses. Les fruits de la vesce sont des gousses minces et allongées, contenant plusieurs graines (Fig. 48).

La vesce est largement cultivée comme plante fourragère pour le bétail, car elle est riche en protéines, en fibres et en nutriments essentiels tels que le calcium et le phosphore. Elle est également bénéfique pour la santé du sol, car elle peut fixer l'azote atmosphérique et améliorer la fertilité du sol. La vesce est souvent utilisée en tant que culture intercalaire pour améliorer la qualité du sol et pour la production de semences pour l'alimentation animale.

La vesce est une plante très importante pour l'industrie de l'alimentation animale, en particulier pour les éleveurs de bovins laitiers. Elle est également utilisée en tant que source de protéines pour l'alimentation humaine, en particulier dans les régimes végétariens et végétaliens.



**Figure 48:** Vesce

- **La féverole (*Vicia faba*)** est une légumineuse qui peut être utilisée comme fourrage vert ou fourrage sec. Elle produit un fourrage riche en protéines apprécié par de nombreux herbivores. La féverole est une plante herbacée annuelle de la famille des Fabacées, également connue sous le nom de fève. Elle mesure généralement de 0,5 à 1,5 mètre de hauteur et possède des tiges dressées et ramifiées. Les feuilles de la féverole sont composées de plusieurs folioles ovales, souvent avec une extrémité pointue. Les fleurs de la féverole sont regroupées en grappes cylindriques, mesurant de 5 à 10 cm de longueur, et ont une corolle typiquement en forme de papillon, avec cinq pétales de couleur blanche, rose ou pourpre. Les fruits de la féverole sont des gousses larges et plates, contenant plusieurs graines de grande taille et de forme arrondie (Fig. 49).

La féverole est largement cultivée comme plante fourragère pour le bétail, car elle est riche en protéines, en fibres et en nutriments tels que le fer, le calcium et le potassium. Elle est également bénéfique pour la santé du sol, car elle peut fixer l'azote atmosphérique et améliorer la fertilité du sol. La féverole est souvent utilisée en tant que culture intercalaire pour améliorer la qualité du sol et pour la production de semences pour l'alimentation animale.

La féverole est également une source importante de nourriture pour les humains, en particulier dans les régions méditerranéennes et du Moyen-Orient, où elle est souvent consommée sous forme de soupe ou de purée. Les graines de féverole sont riches en protéines et en fibres, et sont également utilisées dans l'industrie alimentaire pour la production de farines et de protéines végétales.



**Figure 49:** Féverole.

- **Le pois fourrager (*Pisum sativum*)** : Certaines variétés de pois (pois fourrager, pois protéagineux) sont cultivées pour leur valeur fourragère. Elles produisent un fourrage riche en protéines, notamment pour l'alimentation des bovins, ovins et caprins.

Le pois fourrager est une plante annuelle de la famille des Fabacées. Elle mesure généralement de 30 à 90 cm de hauteur et possède des tiges dressées et ramifiées. Les feuilles du pois fourrager sont composées de plusieurs folioles ovales ou en forme de cœur, avec des vrilles qui aident la plante à grimper. Les fleurs du pois fourrager sont en forme de papillon, généralement blanches ou roses, et sont regroupées en grappes de 2 à 5 fleurs. Les fruits du pois fourrager sont des gousses allongées, contenant plusieurs graines rondes et lisses, de couleur verte, jaune ou beige (Fig. 50).

Le pois fourrager est largement cultivé comme plante fourragère pour le bétail, car il est riche en protéines, en fibres et en nutriments tels que le fer, le calcium et le potassium. Il est également bénéfique pour la santé du sol, car il peut fixer l'azote atmosphérique et améliorer la fertilité du sol. Le pois fourrager est souvent utilisé en tant que culture intercalaire pour améliorer la qualité du sol et pour la production de semences pour l'alimentation animale.



**Figure 50:** Pois fourrager

- **Le lotier corniculé (*Lotus corniculatus*)** est une légumineuse fourragère qui peut constituer de bons pâturages. Elle est adaptée à de nombreux types de sols et riches en protéines. Le lotier corniculé est une plante herbacée vivace de la famille des Fabacées, également connue sous le nom de trèfle cornu ou de lotier commun. Elle mesure généralement de 10 à 50 cm de hauteur et possède des tiges dressées et ramifiées. Les feuilles du lotier corniculé sont composées de plusieurs folioles ovales, avec des bords dentelés. Les fleurs du lotier corniculé sont jaunes et en forme de pompons, regroupées en grappes denses. Chaque fleur a une corolle typiquement en forme de papillon, avec cinq pétales. Les fruits du lotier corniculé sont des gousses courbes et en forme de croissant, contenant plusieurs graines (Fig. 51). Le lotier corniculé est largement cultivé comme plante fourragère pour le bétail, car il est riche en protéines, en fibres et en nutriments tels que le calcium, le phosphore et le magnésium. Il est également bénéfique pour la santé du sol, car il peut fixer l'azote atmosphérique et améliorer la fertilité du sol. Le lotier corniculé est souvent utilisé en tant que culture intercalaire pour améliorer la qualité du sol et pour la production de semences pour l'alimentation animale.



**Figure 51:** Lotier corniculé

### 3.4. Arbres et arbustes fourragers

Les arbres et arbustes fourragers sont des plantes qui sont utilisées pour nourrir les animaux d'élevage tels que les vaches, les chèvres, les moutons, les chevaux, les porcs, les lapins, les poulets et les dindes. Ils sont souvent cultivés dans des pâturages ou des zones de parcage pour fournir une source de nourriture supplémentaire aux animaux.

#### 3.4.1. Intérêts

Les arbres et les arbustes fourragers peuvent apporter plusieurs avantages importants à l'agriculture et à l'élevage, notamment :

- *Fournir une source de fourrage* : Les arbres et les arbustes fourragers peuvent fournir une source de nourriture pour les animaux pendant les périodes de pénurie de fourrage, comme pendant les périodes de sécheresse ou les hivers rigoureux.
- *Améliorer la qualité du sol* : Les racines des arbres et des arbustes fourragers peuvent aider à fixer l'azote atmosphérique dans le sol, améliorant ainsi la fertilité et la structure du sol. Les feuilles et les branches tombées peuvent également contribuer à enrichir le sol en matière organique.
- *Réduire l'érosion* : Les arbres et les arbustes fourragers peuvent aider à prévenir l'érosion des sols en stabilisant les pentes et en réduisant l'impact des précipitations.
- *Fournir un habitat pour la faune* : Les arbres et les arbustes fourragers peuvent fournir un habitat pour une variété d'animaux, notamment les oiseaux, les insectes et les petits mammifères.
- *Augmenter la diversité des cultures* : Les arbres et les arbustes fourragers peuvent être cultivés en association avec d'autres cultures, comme les céréales ou les légumes, augmentant ainsi la diversité des cultures et la résilience du système agricole.
- *Réduire les coûts de production* : Les arbres et les arbustes fourragers peuvent réduire les coûts de production pour les agriculteurs en fournissant une source de nourriture pour les animaux sans avoir besoin d'acheter du fourrage supplémentaire.
- Ils apportent de l'ombre et de la fraîcheur en été, ce qui améliore le confort des animaux.
- Le bois produit peut également être utilisé comme bois d'œuvre, bois énergie ou pour la fabrication de charbon de bois.

#### 3.4.2. Quelques exemples

Il existe plusieurs espèces d'arbres et d'arbustes utilisés comme plantes fourragères pour le bétail comme :

- **Le caroubier (*Ceratonia siliqua*)** : le caroubier est largement cultivé en Algérie pour ses gousses riches en sucres et en nutriments, qui sont utilisées comme aliment pour le bétail. Les feuilles et les branches peuvent également être utilisées comme fourrage.

Le caroubier est un arbre de la famille des Fabacées (ou Légumineuses) originaire du bassin méditerranéen, il peut atteindre jusqu'à 15 mètres de hauteur. Son écorce est rugueuse et grisâtre. Ses feuilles sont persistantes, coriaces et d'un vert foncé brillant. Elles sont composées de 6 à 10 paires de folioles ovales. Ses fleurs sont petites et de couleur rouge-brun. Elles sont groupées en épis denses de 10 à 20 cm de long. Ses fruits sont des gousses allongées et courbées, de couleur brun foncé à noire, mesurant de 10 à 30 cm de long. Chaque gousse contient de nombreuses graines lisses et dures, appelées caroubes (Fig. 52). Les caroubes sont riches en sucres (principalement du saccharose) et en nutriments, ce qui en fait un aliment précieux pour le bétail. Les graines sont entourées d'une pulpe brun foncé, sucrée et farineuse. Cette pulpe, appelée pulpe de caroube, est riche en sucres, en fibres et en minéraux, ce qui en fait un aliment de qualité pour le bétail.

En tant que plante fourragère, le caroubier est particulièrement apprécié pour ses gousses et sa pulpe, qui peuvent être ramassées, séchées et utilisées comme source de nourriture pour le bétail, en particulier les ruminants tels que les vaches, les chèvres et les moutons. Les feuilles et les branches peuvent également être utilisées comme fourrage, bien qu'elles soient moins nutritives que la pulpe de caroube.



**Figure 52** : Caroubier

- **L'alfa (*Stipa tenacissima*)** : l'alfa est une graminée ligneuse qui pousse dans les régions arides et semi-arides d'Algérie. Elle est utilisée comme plante fourragère pour les bovins, les ovins et les caprins.

L'alfa est une espèce de graminée ligneuse vivace de la famille des Poacées (ou Graminées), originaire des régions arides et semi-arides du bassin méditerranéen. Elle peut atteindre jusqu'à 1,5 mètre de hauteur. Elle possède un système racinaire très développé, avec des racines pivotantes pouvant atteindre 4 à 5 mètres de profondeur. Ses tiges sont dressées, rigides et

ligneuses à la base, avec des feuilles étroites et allongées. L'alfa produit des inflorescences en forme de panicules lâches, mesurant de 15 à 30 cm de long. Les fleurs sont de couleur beige à jaune pâle. Ses fruits sont des akènes (fruits secs indéhiscent) portant une longue arête plumeuse (Fig. 53).

En tant que plante fourragère, l'alfa est très nutritive et est appréciée pour sa haute teneur en protéines, en fibres et en minéraux. Elle est couramment cultivée pour le bétail, en particulier pour les vaches laitières. L'alfa peut être récoltée plusieurs fois par an et est souvent utilisée pour le foin, le pâturage et l'enrubannage.



Figure 53: Alfa

- **Le figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*)** : le figuier de Barbarie est un cactus cultivé en Algérie pour ses fruits comestibles riches en sucres et en nutriments. Les feuilles peuvent également être utilisées comme fourrage pour les animaux.

Le figuier de Barbarie est un cactus de la famille des Cactaceae originaire du Mexique, mais qui est maintenant largement cultivé dans les zones arides et semi-arides de nombreux pays, y compris en Algérie. Le figuier de Barbarie a une tige charnue et aplatie appelée cladode qui ressemble à une feuille. Les cladodes sont ovales à arrondis et mesurent de 30 à 50 cm de long. Les cladodes sont recouverts de petites épines et de poils fins. Le figuier de Barbarie produit des fleurs grandes et voyantes de couleur jaune, orange ou rouge. Les fleurs mesurent de 7 à 10 cm de diamètre. Les fruits du figuier de Barbarie sont des baies globuleuses qui mesurent de 5 à 10 cm de long. Les fruits sont comestibles et ont une pulpe juteuse et sucrée de couleur rouge ou jaune, avec une peau épaisse et des épines (Fig. 54).

Les cladodes du figuier de Barbarie sont utilisés comme plante fourragère pour le bétail. Ils sont riches en fibres et en minéraux tels que le calcium, le phosphore et le potassium. Les cladodes sont souvent coupés en petits morceaux et séchés pour être utilisés comme aliments pour le bétail pendant les périodes de sécheresse.



**Figure 54 :** Figuiers de Barbarie

- **Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*)** : le palmier dattier est une espèce emblématique de l'agriculture algérienne, largement cultivé pour ses fruits sucrés. Les feuilles peuvent également être utilisées comme fourrage pour les animaux.

Le palmier dattier peut atteindre une hauteur de 20 à 25 mètres, avec un tronc solide et robuste qui peut atteindre un diamètre de 70 centimètres. Il a des feuilles en forme de plume, qui peuvent mesurer jusqu'à 6 mètres de longueur (Fig. 55). C'est une espèce de plante dioïque, ce qui signifie qu'il existe des individus mâles et femelles distincts. Les fleurs mâles et femelles se trouvent sur des palmiers différents, bien qu'il existe également des cultivars hermaphrodites.

Les fleurs mâles se développent en grappes le long des branches inférieures de l'arbre et produisent du pollen qui est transporté par le vent ou les insectes vers les fleurs femelles pour la pollinisation. Les fleurs femelles se développent sur des branches plus hautes et produisent des fruits, les dattes, après avoir été pollinisées.



**Figure 55:** Palmier dattier

En tant que plante fourragère, le palmier dattier est principalement utilisé pour ses feuilles, qui sont riches en nutriments et en fibres. Les feuilles du palmier dattier peuvent être coupées et séchées pour être utilisées comme fourrage. Elles sont souvent utilisées pour nourrir le bétail pendant les périodes de sécheresse lorsque d'autres sources de nourriture sont rares.

Les feuilles du palmier dattier ont une teneur élevée en protéines, en fibres et en minéraux tels

que le calcium, le phosphore et le potassium. Elles contiennent également des composés phénoliques et des antioxydants, qui peuvent aider à protéger le bétail contre les maladies.

En plus de ses feuilles, le palmier dattier peut également être utilisé comme source de fourrage pour les animaux avec ses tiges, ses fruits non mûrs et ses déchets de récolte. Cependant, il est important de noter que le palmier dattier est une plante relativement coûteuse à cultiver, ce qui peut limiter sa disponibilité en tant que source de fourrage pour le bétail.

- **Le jujubier sauvage (*Ziziphus lotus*)** : le jujubier est un petit arbre cultivé en Algérie pour ses fruits comestibles riches en sucres et en nutriments. Les feuilles peuvent également être utilisées comme fourrage pour les animaux.

Le jujubier sauvage est un petit arbre ou arbuste épineux très répandu dans les régions arides et semi-arides de l'Afrique du Nord, du Moyen-Orient et de l'Asie centrale. Le jujubier sauvage a une hauteur moyenne de 2 à 5 mètres et une croissance lente. Il a des feuilles ovales, vert foncé et luisantes, et des fleurs jaunes et petites qui apparaissent en été. Les fruits, appelés jujubes, sont petits, ronds et charnus, et ont une couleur allant du jaune clair au rouge foncé (Fig. 56).

Les jujubes sont riches en nutriments tels que les fibres, les vitamines, les minéraux et les antioxydants, ce qui en fait une source de nourriture nutritive pour le bétail. Les jujubes peuvent être consommés frais ou séchés, et peuvent être utilisés comme complément alimentaire pour les animaux pendant les périodes de pénurie de nourriture.

En tant que plante fourragère, le jujubier sauvage peut également fournir de l'ombre et de l'abri pour le bétail, ainsi que des sources d'eau pour les animaux sauvages et les oiseaux. Cependant, il est important de noter que le jujubier sauvage a des épines acérées qui peuvent causer des blessures aux animaux et aux humains (Fig. 56).



**Figure 56:** Jujubier sauvage

- **Le tamaris (*Tamarix spp.*)** : le tamaris est un arbuste ou un petit arbre résistant à la sécheresse qui pousse dans les zones arides et semi-arides d'Algérie. Il est utilisé comme plante fourragère pour les bovins, les ovins et les caprins. Il est utilisé comme plante fourragère pour le bétail dans certaines régions du monde.

Le tamaris a une hauteur moyenne de 2 à 10 mètres et une croissance rapide. Il a des branches fines et feuillues, avec des feuilles minuscules et des fleurs rose pâle ou blanches qui apparaissent en été. Les fruits sont de petites capsules contenant de nombreuses graines (Fig. 57).

En tant que plante fourragère, le tamaris est utilisé pour ses feuilles et ses jeunes pousses, qui sont riches en nutriments tels que les protéines, les fibres, les minéraux et les antioxydants. Les feuilles peuvent être consommées fraîches ou séchées, et peuvent être utilisées comme complément alimentaire pour les animaux pendant les périodes de pénurie de nourriture.

Le tamaris est également utilisé comme plante de fixation des dunes et pour la régénération des sols appauvris. Il est capable de tolérer des conditions de sol salin et de sécheresse, ce qui en fait une plante utile pour la restauration des écosystèmes côtiers.



**Figure 57:** Tamaris

- **Le lentisque (*Pistacia lentiscus*)** : le lentisque est un arbuste qui pousse dans de nombreuses régions de l'Algérie. Il est parfois utilisé comme plante fourragère pour le bétail.

Le lentisque a une hauteur moyenne de 2 à 5 mètres et une croissance lente. Il a des feuilles persistantes, coriaces et brillantes, qui sont composées de plusieurs folioles. Les fleurs sont petites et vertes, et apparaissent au printemps. Les fruits sont des baies rougeâtres contenant une seule graine (Fig. 58).



**Figure 58:** Lentisque

En tant que plante fourragère, le lentisque est utilisé pour ses feuilles et ses jeunes pousses, qui sont riches en nutriments tels que les protéines, les fibres et les minéraux. Les feuilles peuvent

être consommées fraîches ou séchées, et peuvent être utilisées comme complément alimentaire pour les animaux pendant les périodes de pénurie de nourriture.

- **Le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*)** : le genévrier de Phénicie est un arbre ou un arbuste résistant à la sécheresse qui pousse dans les régions semi-arides d'Algérie. Il est utilisé comme plante fourragère pour les bovins et les ovins dans certaines régions du monde. Le genévrier de Phénicie a une hauteur moyenne de 2 à 5 mètres et une croissance lente. Il a des branches épineuses, avec des feuilles en forme d'aiguilles et des fruits en forme de cônes. Les cônes sont de petite taille, sphériques et bleu foncé à maturité (Fig. 59).

En tant que plante fourragère, le genévrier de Phénicie est utilisé pour ses feuilles et ses jeunes pousses, qui sont riches en nutriments tels que les protéines, les fibres et les minéraux. Les feuilles peuvent être consommées fraîches ou séchées, et peuvent être utilisées comme complément alimentaire pour les animaux pendant les périodes de pénurie de nourriture.



**Figure 59:** Genévrier de Phénicie

- **Le ciste à feuilles de sauge (*Cistus salviifolius*)** : le ciste à feuilles de sauge est un petit arbuste qui pousse dans les zones arides et semi-arides d'Algérie. Il est utilisé comme plante fourragère pour les bovins et les ovins dans certaines régions du monde.

Le ciste à feuilles de sauge a une hauteur moyenne de 0,5 à 2 mètres et une croissance rapide. Il a des feuilles coriaces et persistantes, qui sont vert-gris et ont une forme ovale allongée, avec des bords légèrement dentés. Les fleurs sont grandes et blanches, avec un centre jaune vif et des étamines rouges (Fig. 60).



**Figure 60:** Ciste à feuilles de sauge.

En tant que plante fourragère, le ciste à feuilles de sauge est utilisé pour ses feuilles, qui sont riches en nutriments tels que les protéines, les fibres et les minéraux. Les feuilles peuvent être consommées fraîches ou séchées, et peuvent être utilisées comme complément alimentaire pour les animaux pendant les périodes de pénurie de nourriture.

### 3.5. Prairies permanentes (Importance, Situation et Utilisation)

Les prairies permanentes sont des surfaces enherbées non cultivées depuis plus de 5 ans. Elles jouent un rôle important :

- **Économique** : Elles sont une source de fourrage pour l'élevage. Les prairies permanentes produisent du foin et des pâturages pour les animaux. C'est une production fourragère peu coûteuse.
- **Environnemental** : Les prairies permanentes contribuent à la biodiversité en offrant un habitat pour de nombreuses espèces animales et végétales. Elles participent également à la protection des sols contre l'érosion, à la régulation du cycle de l'eau et à la séquestration du carbone.
- **Paysager** : Les prairies permanentes participent à la qualité du paysage rural.

Les prairies permanentes sont utilisées pour produire du fourrage sous forme de foin ou d'herbe pâturée. On peut y pratiquer du pâturage extensif ou intensif. Certaines prairies peuvent également être fauchées pour produire de l'ensilage ou des granulés. La productivité des prairies permanentes dépend de plusieurs facteurs comme la composition botanique, la fertilisation et les conditions pédoclimatiques.

En Algérie, les prairies permanentes jouent un rôle très important, surtout pour l'élevage ovin et bovin. On estime leur surface à environ 9 millions d'hectares, ce qui représente 9% de la surface agricole utile.

Les prairies naturelles algériennes sont majoritairement localisées en zone steppique, dans les hauts plateaux et les montagnes. On y trouve différents types de prairies :

- Les prairies naturelles à graminées annuelles et vivaces (comme le coquelicot) et légumineuses (trèfle, luzerne). Elles sont riches en espèces et très productives.
- Les steppes à alfa (*Stipa tenacissima*), une graminée pérenne. Ce sont des parcours de moindre qualité, mais qui jouent un rôle dans la prévention de l'érosion.
- Les prairies de montagne, plus humides, à fétuques et agrostis. Elles sont pâturées en été.
- Les prairies inondables le long des oueds, à roseaux, joncs et scirpes. Ce sont des zones de pâturage hivernal.

Ces prairies sont soumises à une pression pastorale élevée ce qui conduit à une dégradation de la végétation et à des problèmes d'érosion. Leur amélioration et leur préservation sont un enjeu important en Algérie, ce qui passe par de meilleures pratiques de pâturage et une fertilisation adaptée.

L'utilisation des prairies en Algérie se fait surtout par pâturage direct des animaux, surtout des ovins et des bovins. Une petite partie est fauchée pour produire du foin. Les prairies constituent la base de l'alimentation des herbivores en Algérie, d'où leur importance socio-économique.

### 3.6. Parcours (forestiers, zones steppiques, zones Présahariens et zones Sahariens)

Le parcours fourrager en Algérie varie considérablement selon les différentes zones écologiques du pays. Les types de parcours fourragers que l'on peut trouver dans les différentes zones sont :

- ✓ **Zones forestières** : Les parcours fourragers dans les zones forestières sont constitués de prairies naturelles, de landes et de forêts claires et denses. Les espèces fourragères les plus courantes sont le trèfle, le dactyle, la luzerne, la fétuque et le ray-grass.
- ✓ **Zones steppiques** : Les parcours fourragers dans les zones steppiques sont constitués de steppes herbacées, de buissons et de maquis. Les espèces fourragères les plus courantes sont l'alfa, le chardon, le thym, le romarin et le genévrier.
- ✓ **Zones présahariennes** : Les parcours fourragers dans les zones présahariennes sont constitués de steppes arides, de dunes de sable et de rochers. Les espèces fourragères les plus courantes sont l'alfa et le palmier nain.
- ✓ **Zones sahariennes** : Les parcours fourragers dans les zones sahariennes sont très limités et se composent principalement de zones d'oasis, où sont cultivées des cultures fourragères comme l'alfa, le palmier nain et le sorgho.

Il est important de noter que les parcours fourragers en Algérie sont soumis à des pressions anthropiques importantes, notamment le surpâturage, la déforestation et la désertification, qui ont un impact négatif sur la qualité et la quantité des espèces fourragères disponibles pour le bétail.

**Chapitre 5 :**  
**Les cultures industrielles**

## Chapitre 5 : Les cultures industrielles

### 1. Généralités

Les cultures industrielles sont des cultures agricoles destinées à la production de matières premières pour l'industrie, telles que les biocarburants, les fibres textiles, les produits chimiques, les aliments pour animaux et les matériaux de construction.

La plupart sont cultivées par de grandes exploitations agro-industrielles ((soja, maïs, coton, etc.) ou par des compagnies semi-industrielles (café, cacao, thé, palmier à huile).

#### 1.1. Importance agroéconomique

Les cultures industrielles ont une grande importance agroéconomique dans de nombreux pays, car elles sont souvent cultivées pour répondre à la demande croissante de matières premières pour l'industrie et pour l'exportation.

#### Exemples :

- **Le maïs** : cultivé dans de nombreux pays, notamment aux États-Unis, en Chine, au Brésil et en Argentine, le maïs est une culture importante pour la production de biocarburants, d'aliments pour animaux et de produits chimiques. Il est également une source importante de revenus pour les agriculteurs et les exportateurs de ces pays.
- **Le soja** : cultivé principalement au Brésil, en Argentine, aux États-Unis et en Chine, le soja est une culture importante pour la production d'huile végétale, d'aliments pour animaux et de produits chimiques. Il est également une source importante de revenus pour les agriculteurs et les exportateurs de ces pays.
- **Le coton** : cultivé principalement en Inde, en Chine, aux États-Unis et au Pakistan, le coton est une culture importante pour la production de fibres textiles et de produits chimiques. Il est également une source importante de revenus pour les agriculteurs et les exportateurs de ces pays.
- **La canne à sucre** : cultivée principalement au Brésil, en Inde, en Chine et en Thaïlande, la canne à sucre est une culture importante pour la production de sucre, d'éthanol et de produits chimiques. Elle est également une source importante de revenus pour les agriculteurs et les exportateurs de ces pays.
- **Le palmier à huile** : cultivé principalement en Indonésie et en Malaisie, le palmier à huile est une culture importante pour la production d'huile végétale, d'aliments pour animaux et de produits chimiques. Il est également une source importante de revenus pour les agriculteurs et les exportateurs de ces pays.

Ces cultures industrielles peuvent contribuer de manière significative à l'économie de nombreux pays, mais leur impact sur l'environnement et la durabilité de leur production doivent être pris en compte pour éviter les effets négatifs sur les écosystèmes et les communautés locales.

## 1.2. Historique

Les cultures industrielles ont une longue histoire qui remonte à la révolution industrielle du 18ème siècle en Europe. Cette période a vu l'émergence de nouvelles technologies et de nouvelles industries qui ont stimulé la demande de matières premières agricoles pour la production de textiles, de papier, de produits chimiques et d'autres produits manufacturés.

Au fil du temps, les cultures industrielles ont évolué pour répondre aux besoins croissants de l'industrie, et de nouvelles cultures ont été introduites pour exploiter des terres auparavant non cultivées. Par exemple, la canne à sucre a été introduite en Amérique du Sud et dans les Caraïbes pour répondre à la demande croissante de sucre en Europe, tandis que le coton a été introduit en Inde et en Afrique pour répondre à la demande croissante de textiles.

Au 20ème siècle, les gouvernements ont commencé à encourager la production de cultures industrielles pour stimuler les exportations et la croissance économique. Des politiques telles que la "Révolution verte" en Inde et la "Révolution des céréales" au Mexique ont encouragé l'adoption de nouvelles pratiques agricoles et l'utilisation de semences à haut rendement pour augmenter la production de cultures telles que le riz et le blé.

Cependant, l'expansion des cultures industrielles a également eu des effets négatifs sur l'environnement et les communautés locales, tels que la dégradation des sols, la déforestation, la pollution de l'eau et la perte de biodiversité. Au fil du temps, les gouvernements et les organisations internationales ont commencé à promouvoir des pratiques agricoles plus durables pour réduire ces impacts négatifs tout en continuant à répondre aux besoins de l'industrie.

## 1.3. Classification technique

Les cultures industrielles peuvent être classées de différentes manières en fonction de leur utilisation et de leur méthode de production comme suit :

### 1.3.1. Classification selon l'utilisation

- **Cultures alimentaires** : cultures destinées à l'alimentation humaine et animale, comme le maïs, le soja, etc.
- **Cultures non alimentaires** : cultures destinées à la production de biocarburants, de fibres, de produits pharmaceutiques, de cosmétiques, de produits chimiques et d'autres produits industriels,

comme la canne à sucre, le coton, la palme à huile, le tabac, etc.

### 1.3.2. Classification selon la méthode de production

- *Cultures industrielles conventionnelles* : cultures produites à grande échelle en utilisant des techniques agricoles intensives, telles que l'utilisation d'engrais chimiques, de pesticides, de machines agricoles et d'irrigation.
- *Cultures industrielles durables* : cultures produites en utilisant des pratiques agricoles durables qui minimisent les impacts négatifs sur l'environnement, tels que la rotation des cultures, l'agroforesterie, la gestion de l'eau et la protection de la biodiversité.
- *Cultures industrielles biologiques* : cultures produites sans l'utilisation de produits chimiques synthétiques, en utilisant des techniques agricoles biologiques pour améliorer la santé des sols et la biodiversité, telles que le compostage, la lutte biologique contre les ravageurs et la rotation des cultures.

### 1.3.3. Classification selon la zone de production

- *Cultures industrielles de grande culture* : cultures produites à grande échelle dans des zones agricoles spécialisées, telles que les plaines céréalières, les régions de production de coton, etc.
- *Cultures industrielles de petite culture* : cultures produites sur de petites parcelles de terre dans des zones rurales, telles que les jardins familiaux, les cultures vivrières, etc.

Ces classifications peuvent varier en fonction des pays et des régions, mais elles fournissent une base pour comprendre les différentes catégories de cultures industrielles.

## 2. Exemples de cultures industrielles

### 2.1. Betterave sucrière

La betterave sucrière est une plante herbacée appartenant à la famille des Chenopodiaceae.

#### 2.1.1. Biologie

La betterave sucrière est une plante bisannuelle qui est habituellement cultivée comme une culture annuelle. Elle peut atteindre une hauteur de 1 à 2 mètres et produit une racine pivotante charnue qui contient une grande quantité de sucre. Les feuilles sont grandes, vertes et en forme de cœur, et peuvent atteindre une longueur de 30 à 50 cm (Fig. 61). La betterave sucrière est une plante autogame, c'est-à-dire qu'elle se pollinise elle-même. La floraison de la plante se produit généralement la deuxième année de culture, mais elle est souvent supprimée pour permettre une production de racines plus importante.

#### 2.1.2. Exigences écologiques

La betterave sucrière a besoin d'un climat tempéré avec des températures moyennes d'environ

15 à 20°C pendant la saison de croissance. Elle nécessite également un sol bien drainé, profond et fertile avec un pH compris entre 6 et 7,5. Un apport en eau régulier est important pour une production optimale de racines sucrées.

### 2.1.3. Itinéraire technique de production

- ✓ La culture de la betterave sucrière commence par la préparation du sol, qui doit être bien labouré et nivelé.
- ✓ Les semences sont généralement semées en rangées à une profondeur de 2 à 3 cm et à une distance de 20 à 30 cm entre chaque plant.
- ✓ La culture nécessite des soins réguliers tels que l'arrosage, le désherbage, la fertilisation et le contrôle des maladies et ravageurs.
- ✓ La récolte de la betterave sucrière a lieu généralement entre septembre et novembre, lorsque les racines ont atteint leur maturité maximale et que leur teneur en sucre est la plus élevée.
- ✓ Les racines sont extraites du sol à l'aide d'une machine spéciale appelée arracheuse de betteraves, puis elles sont stockées et traitées pour extraire le sucre.



Figure 61: Betterave sucrière.

### 2.1.4. Extraction du sucre

L'extraction du sucre à partir de la betterave sucrière se fait en plusieurs étapes :

- **Lavage et broyage** : les betteraves sont d'abord lavées pour enlever la terre et les débris. Ensuite, elles sont broyées pour en extraire le jus sucré.
- **Traitement du jus** : le jus de betterave est traité pour enlever les impuretés telles que les fibres, les protéines et les minéraux. Le jus est clarifié en utilisant des agents de clarification tels que la chaux vive et le dioxyde de carbone pour former des sels insolubles qui sont éliminés par filtration.
- **Évaporation** : le jus clarifié est ensuite chauffé pour évaporer l'eau et concentrer le sucre. Cela se fait généralement dans des évaporateurs sous vide pour éviter la caramélisation du sucre.
- **Cristallisation** : une fois que le jus est suffisamment concentré, il est refroidi pour permettre la

cristallisation du sucre. Les cristaux de sucre sont ensuite séparés du liquide restant (mélasse) par centrifugation.

→ **Séchage** : les cristaux de sucre sont ensuite séchés pour enlever l'humidité résiduelle, ce qui donne le sucre cristallisé final.

→ **Raffinage** : le sucre cristallisé peut ensuite être raffiné pour enlever les impuretés résiduelles et améliorer la qualité du sucre. Cela peut inclure des étapes telles que la filtration, la dissolution et la recristallisation.

## 2.2. Oléagineux

### 2.2.1. Tournesol

Le tournesol est une plante annuelle appartenant à la famille des Astéracées

#### 2.2.1.1. Biologie

Le tournesol peut atteindre une hauteur de 1 à 2 mètres. Sa tige du tournesol est dressée, creuse, avec des nœuds réguliers et des feuilles attachées à chaque nœud. Les feuilles du tournesol sont grandes, rugueuses et vertes, avec des poils sur la surface supérieure. Elles sont disposées de manière alterne le long de la tige, avec des feuilles plus petites et plus étroites vers le haut de la plante. Les fleurs du tournesol sont de couleur jaune vif et ont une forme de disque plate avec des pétales rayonnant du centre. Elles peuvent atteindre un diamètre de 30 cm. Les fleurs du tournesol sont des fleurs composées, ce qui signifie qu'elles sont constituées de nombreuses petites fleurs appelées fleurons (Fig. 62). Les fleurons sont disposés en spirale autour du centre de la fleur et sont regroupés en deux types : les fleurons internes, qui sont fertiles et produisent des graines, et les fleurons externes, qui sont stériles et servent à attirer les insectes pollinisateurs tels que les abeilles. Les fleurs du tournesol ont une particularité intéressante : elles suivent la course du soleil tout au long de la journée, un phénomène appelé héliotropisme. Les graines de tournesol sont produites à l'intérieur des capitules, qui sont des structures en forme de disque qui contiennent des centaines de petites fleurs. Les graines de tournesol sont riches en huile et en protéines, et sont souvent utilisées pour la production d'huile alimentaire, de margarine, de beurre de cacahuète et d'autres produits alimentaires.



Figure 62: Tournesol

### 2.2.1.2. Exigences écologiques

Le tournesol a besoin d'un climat tempéré à chaud avec des températures moyennes d'environ 20 à 25°C pendant la saison de croissance. Il nécessite également un sol bien drainé et fertile avec un pH compris entre 6 et 7,5. Le tournesol a une forte tolérance à la sécheresse, ce qui en fait une culture adaptée aux zones arides.

### 2.2.1.3. Itinéraire technique de production

- La culture de tournesol commence par la préparation du sol, qui doit être bien labouré et nivelé.
- Les semences sont généralement semées en rangées à une profondeur de 3 à 5 cm et à une distance de 45 à 60 cm entre chaque rang.
- La culture nécessite des soins réguliers tels que l'arrosage, le désherbage, la fertilisation et le contrôle des maladies et ravageurs.
- La récolte du tournesol a lieu généralement entre septembre et novembre, lorsque les graines ont atteint leur maturité maximale et que leur teneur en huile est la plus élevée.
- Les capitules sont récoltés à l'aide d'une moissonneuse-batteuse, puis les graines sont séparées des résidus végétaux.

### 2.2.1.4. Extraction de l'huile

Les graines de tournesol sont généralement pressées à froid pour en extraire l'huile. Cela implique l'utilisation d'une presse à huile pour extraire l'huile des graines sans utiliser de chaleur ni de produits chimiques.

L'huile de tournesol peut également être extraite à l'aide de solvants tels que l'hexane. Ce processus est plus rapide et plus efficace, mais il peut laisser des traces de solvants dans l'huile.

## 2.2.2. Colza oléagineux

Le colza oléagineux est une plante annuelle appartenant à la famille des Brassicacées.

### 2.2.2.1. Biologie

Le colza oléagineux est une plante annuelle à cycle court, qui nécessite environ 90 à 120 jours pour atteindre sa maturité. Les feuilles du colza sont vertes, épaisses et dentelées, et sont disposées de manière alterne le long de la tige. Les racines du colza oléagineux sont pivotantes et peuvent atteindre une profondeur de 1 à 1,5 mètre. Le colza oléagineux est une plante auto-fertile, ce qui signifie qu'elle peut se reproduire avec son propre pollen. Les fleurs du colza oléagineux sont de couleur jaune vif et ont une forme de croix. Elles sont disposées en grappes le long de la tige. Les graines de colza oléagineux sont ovales et de couleur noire ou brune. Elles sont produites à l'intérieur de longues

siliques, qui peuvent mesurer jusqu'à 20 cm de longueur (Fig. 63).

#### 2.2.2.2. Exigences écologiques

Le colza oléagineux a besoin d'un climat tempéré frais à froid avec des températures moyennes d'environ 10 à 20°C pendant la saison de croissance. Il nécessite également un sol bien drainé et riche en matière organique, avec un pH compris entre 6 et 7,5. Le colza oléagineux est également sensible aux stress hydriques, ce qui nécessite une quantité d'eau suffisante pour assurer une croissance optimale.



Figure 63 : Tournesol

#### 2.2.2.3. Itinéraire technique de production

- La culture de colza oléagineux commence par la préparation du sol, qui doit être bien labouré et nivelé.
- Les semences sont généralement semées à une profondeur de 1 à 2 cm et à une distance de 20 à 30 cm entre chaque rang.
- La culture nécessite des soins réguliers tels que l'arrosage, le désherbage, la fertilisation et le contrôle des maladies et ravageurs.
- La récolte du colza oléagineux a lieu généralement entre juin et juillet, lorsque les graines ont atteint leur maturité maximale et que leur teneur en huile est la plus élevée.
- Les siliques sont récoltées à l'aide d'une moissonneuse-batteuse, puis les graines sont séparées des résidus végétaux.

#### 2.2.2.4. Extraction de l'huile

Les graines de colza sont généralement pressées à froid pour en extraire l'huile. Cela implique l'utilisation d'une presse à huile pour extraire l'huile des graines sans utiliser de chaleur ni de produits chimiques.

L'huile de colza peut également être extraite à l'aide de solvants tels que l'hexane. Ce processus est plus rapide et plus efficace, mais il peut laisser des traces de solvants dans l'huile.

### 2.3. Espèces aromatiques

Les plantes aromatiques sont des plantes qui produisent des huiles essentielles ou des composés aromatiques qui leur donnent une odeur caractéristique. Ces plantes sont souvent utilisées pour la production de parfums, d'arômes naturels, d'huiles essentielles, de médicaments et d'autres produits.

#### 2.3.1. Tabac

Le tabac (*Nicotiana tabacum*) est une espèce de plante herbacée annuelle de la famille des Solanacées.

Le tabac est considéré comme une plante aromatique en raison de son parfum caractéristique. Les feuilles de tabac contiennent des composés aromatiques tels que la nicotine et des terpènes qui leur donnent leur odeur particulière. Les feuilles de tabac sont souvent séchées, fermentées et vieilles pour développer leur saveur et leur arôme. Les variétés de tabac peuvent varier en termes de goût et d'arôme, allant du tabac doux et fruité au tabac plus fort et plus épicé.

##### 2.3.1.1. Biologie

Les racines du tabac sont pivotantes, avec des racines latérales qui s'étendent horizontalement dans toutes les directions. Les racines du tabac sont importantes pour l'absorption des nutriments et de l'eau du sol. Les tiges du tabac sont épaisses et robustes, avec une texture cireuse. Elles peuvent atteindre une hauteur de 1,5 à 2 mètres. Les tiges sont ramifiées et portent des feuilles alternes sur toute leur longueur. Les feuilles de tabac sont grandes et ovales, avec une base en forme de cœur. Elles peuvent mesurer jusqu'à 30 centimètres de long et 20 centimètres de large. Les feuilles de tabac sont vertes lorsqu'elles sont jeunes et deviennent jaunes à mesure qu'elles mûrissent. Les feuilles sont très importantes pour la production de tabac, car elles contiennent les composés chimiques qui donnent au tabac son arôme et sa saveur. Les fleurs de tabac sont tubulaires, avec des pétales blancs, roses ou rouges. Elles sont disposées en grappes le long des tiges. Les fleurs de tabac sont très parfumées et attirent les insectes pollinisateurs. Les fruits du tabac sont des capsules qui contiennent de nombreuses petites graines. Les capsules sont sphériques et mesurent environ 1,5 centimètre de diamètre. Les graines de tabac sont très petites et de couleur brune (figure 64).



**Figure 64:** Tabac

### **2.3.1.2. Exigences écologiques**

Le tabac a besoin d'un sol bien drainé et fertile, avec un pH compris entre 6 et 7,5. Il nécessite également un climat chaud et humide pour une croissance optimale. La plante est sensible au froid et ne peut pas tolérer les températures inférieures à 13 °C. Le tabac est généralement cultivé dans les régions tropicales et subtropicales.

### **2.3.1.3. Itinéraire technique de production**

La culture du tabac commence par la germination des graines dans un sol bien préparé. Les plants sont ensuite repiqués en pépinière avant d'être transplantés en champ. Pendant la croissance, la plante est soumise à un certain nombre de pratiques culturales, notamment l'irrigation, la fertilisation et la lutte contre les maladies et les ravageurs. La récolte se fait lorsque les feuilles ont atteint leur maturité. Les feuilles sont ensuite séchées et fermentées pour développer leur saveur et leur arôme.

### **2.3.1.4. Utilisation**

Le tabac est utilisé principalement pour la production de cigarettes, de cigares, de tabac à chiquer et de tabac à priser. Les feuilles de tabac sont également utilisées pour produire de l'huile de tabac, qui est utilisée en parfumerie et en aromathérapie. Cependant, il est important de noter que le tabac est une plante toxique et que son utilisation sous forme de cigarette, de tabac à priser ou de tabac à chiquer peut avoir des effets néfastes sur la santé.

## **2.3.2. Lavande**

### **2.3.2.1. Biologie**

Les racines de la lavande sont pivotantes, avec des racines latérales qui s'étendent horizontalement dans toutes les directions. Les racines de la lavande sont importantes pour l'absorption des nutriments et de l'eau du sol. Les tiges de la lavande sont ligneuses, fines et ramifiées. Elles peuvent atteindre une hauteur de 1 à 1,5 mètre. Les tiges sont souvent couvertes de petites feuilles étroites et linéaires. Les feuilles de la lavande sont étroites et linéaires, avec une couleur vert-grisâtre. Elles sont disposées de manière opposée sur les tiges et mesurent environ 2 à 6 centimètres de long. Les feuilles de la lavande sont très aromatiques et dégagent une odeur agréable lorsqu'elles sont froissées. Les fleurs de la lavande sont disposées en épis au sommet des tiges. Elles sont violettes, roses ou blanches, et sont très parfumées. Les épis mesurent environ 2 à 8 centimètres de long et sont composés de nombreuses petites fleurs individuelles. Les fruits de la lavande sont des capsules qui contiennent de nombreuses petites graines. Les capsules sont de forme ovoïde et ont une longueur d'environ 4 à 5 millimètres. Les graines de lavande sont très petites et de couleur brune (Fig. 65).



**Figure 65:** Lavande

#### **2.3.2.2. Exigences écologiques**

La lavande a besoin d'un sol bien drainé et pauvre en nutriments, avec un pH compris entre 6,5 et 7,5. Elle nécessite également un climat chaud et sec pour une croissance optimale. La plante est résistante à la sécheresse et peut tolérer des températures allant jusqu'à -15 °C. La lavande est généralement cultivée dans les régions méditerranéennes.

#### **2.3.2.3. Itinéraire technique de production**

La culture de la lavande commence par la plantation de boutures ou de plants en pleine terre. Pendant la croissance, la plante est soumise à un certain nombre de pratiques culturales, notamment l'irrigation, la fertilisation et la taille. La récolte se fait lorsque les fleurs ont atteint leur maturité. Les fleurs sont ensuite séchées et distillées pour produire de l'huile essentielle de lavande.

#### **2.3.2.4. Utilisation**

La lavande est utilisée principalement pour la production d'huile essentielle de lavande, qui est utilisée en cosmétique, en parfumerie et en aromathérapie. Les fleurs de lavande sont également utilisées pour produire des sachets parfumés, des infusions et des huiles de massage. La lavande est également utilisée en cuisine pour aromatiser les desserts et les boissons.

# **Références bibliographiques**

**Références bibliographiques**

- Abdeldjelil, M.C., Agabou, A., Boudebza, A., Messai, A., Aimeur, F., Bensegueni, A., Benazzouz, H. (2013). Analysis of ruminant's feeding systems in some Algerian farms: Obstacle to achieve autonomy. In : Ben Salem, H., López-Francos, A (ed.). Feeding and management strategies to improve livestock productivity, welfare and product quality under climate change. *Options Méditerranéennes : Série A*, 107 : 91-95.
- Abdelguerfi, A., Abdelguerfi-Laouar, M. (2014). Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et-ou pastoral : diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 62 : 29-41.
- Abdelguerfi, A., Hakimi, M. (1990). Les Prairies Naturelles Permanentes En Algérie : Problématique. *Algerian Annals of Agronomy*, 14 (1) : 1-12.
- Abdelguerfi, A., Laouar, M., M'Hammedi Bouzina, M. (2008). Les production fourragères et pastorale en Algérie : Situation et possibilité d'amélioration. *Agriculture & développement*, 6 : 14-25.
- Adigun, J., Osipitan, A.O., Lagoke, S.T., Adeyemi, R.O., Afolami, S.O. (2014). Growth and Yield Performance of Cowpea (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp) as influenced by Row-Spacing and Period of Weed interference in South-West Nigeria. *Journal of Agricultural Science*, 6(4), 188-198.
- Alice, J., Sujeetha, R.P., Abirami, K.C.V., Alagusundaram K., 2014. Biointensive safe storage methods for pulses: Review. *Jiopest* 7(1):98-103.
- Allen, E. J., & Wurr, D. C. E. (1992). Plant density. In. *The Potato Crop*, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 292 - 333.
- Allen, E. J., O'Brien, P. J., & Firman, D. (1992). Seed tuber production and management. In. *The Potato Crop*, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 247 - 291.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I. (2005). Agroecology: principles and strategies for Designing sustainable farming systems. In *Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture*. Ed. United Nations Environment Programme, Mexico: pp: 29-38.
- Annicchiarico, P., Barrett, B., Brummer, E. C., Julier, B., Marshall, A. H. (2014). Achievements and Challenges in Improving Temperate Perennial Forage Legumes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34(1-3), 327–380..
- Autio, K., & Eliasson, A.-C. (2009). Oat Starch. *Starch*, 589–599.
- Ávila, C.L.S., Carvalho, B.F. (2019). Silage Fermentation - updates focusing on the performance of microorganisms. *Journal of Applied Microbiology*.
- Bader, S. B. (2012). *The Lavender Lover's Handbook: The 100 Most Beautiful and Fragrant Varieties for Growing, Crafting, and Cooking*. Ed. Timber Press, New York. 192 p
- Barsila, S. R. (2018). The fodder oat (*Avena sativa*) mixed legume forages farming: Nutritional and ecological benefits. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 1(1), 206–222.
- Bastian, O. (2013). The role of biodiversity in supporting ecosystem services in Natura 2000 sites. *Ecological Indicators*, 24, 12–22.
- Beard, B.H. (1981). The sunflower crop. *Scientific American*, 244 (5): 150-1.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry: Legume*. Ed. Springer. Pp: 746 – 769.

- Bernardes, T. F. (2016). Advances in Silage Sealing: Advances in Silage Production and Utilization. Ed. IntechOpen. Pp: 53-62
- Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M., Nonogaki H. (2012). Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy. Springer Science & Business Media.
- Biancardi, E., McGrath, J. M., Panella, L. W., Lewellen, R. T., & Stevanato, P. (2010). Sugar beet. In J.E. Bradshaw (ed.), Root and Tuber Crops, *Handbook of Plant Breeding*, 7. Springer Netherlands. Pp: 173-219.
- Biotechnology. In Native Warm-Season Grasses: Research Trends and Issues, Moore, K.J., Anderson, B.E. (eds.) CSSA Special Publication, 30. Crop Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, USA. Pp: 89-106
- Bouazza, L., Bodas, R., Boufennara, S., Bousseboua, H., López S. (2012). Nutritive evaluation of foliage from fodder trees and shrubs characteristic of Algerian arid and semi-arid areas. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 21: 521–536
- Boufennara S., Bouazza L., Bodas R., Ammar H., Bousseboua H., López S. (2014) Rumen degradability of some Algerian browse plant species from Algerian arid rangelands. In : Baumont, R., Carrère, P., Jouven, M., Lombardi, G., López-Francos, A., Martin, B., Peeters, A., Porqueddu, C. (ed.). Forage resources and ecosystem services provided by Mountain and Mediterranean grasslands and rangelands. *Options Méditerranéennes : Série A*, 109 : 127-130
- Bouelouah, N., Berbache, M.R., Bedjaoui, H., Selama, N., Rebouh N.Y. (2022). Influence of Nitrogen Fertilizer Rate on Yield, Grain Quality and Nitrogen Use Efficiency of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf) under Algerian Semiarid Conditions. *Agriculture*, 12, 1937.
- Boussaada, D., Yerou, H., Benabdelli, K., Djelailia, S. (2022). Evaluation des potentialités pastorales des parcours steppiques algériennes cas de M'sila (Algérie). *Livestock Research for Rural Development*, 34 (1).
- Burton, W. G., van Es, A., & Hartmans, K. J. (1992). The physics and physiology of storage. In. The Potato Crop, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 608 - 727.
- Caligari, P. D. S. (1992). Breeding new varieties. In. The Potato Crop, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 334 - 372.
- Casler, M. D., Heaton, E., Shinnars, K. J., Jung, H. G., Weimer, P. J., Liebig, M. A., Mitchell, R.B., Dugman M.F. (2009). Grasses and Legumes for Cellulosic Bioenergy. In. Grassland, Fales, S. L. (eds.): 205 – 219.
- Chapman, S. (2005). Tobacco science, policy and public health. Boyle, p., Gray, N., Henningfield, J., Seffrin, J., Zatonski, W. (Eds.). BMJ Publishing, Oxford University Press.
- Collins, M., 2014. Forages, Volume 1: An Introduction to Grassland Agriculture. Ed. Wiley-Blackwell. 432 p.
- Conti, M. V., Guzzetti, L., Panzeri, D., De Giuseppe, R., Coccetti, P., Labra, M., Cena, H. (2021). Bioactive compounds in legumes: Implications for sustainable nutrition and health in the elderly population. *Trends in Food Science & Technology*.
- Cookson W.R., Murphy D.V., Roper M.M., 2008. Characterizing the relationships between soil organic matter components and microbial function and composition along a tillage disturbance gradient. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(3), 763-777.
- Cooper, C.S. (1977). Growth of The Legume Seedling. *Advances in Agronomy*, 29: 119-139

- Cruz P., Theau J.-P., Lecloux E., Jouany C., Duru M. (2010) : Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits, *Fourrages*, 201, 11-17.
- Cutter, E. G. (1992). Structure and development of the potato plant. In. The Potato Crop, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 65–161.
- Davis, D. L., & Nielsen, M. T. (Eds.). (2013). Tobacco production, chemistry and technology. Blackwell Publishing. 480 p.
- Duc, G., Agrama, H., Bao, S., Berger, J., Bourion, V., De Ron, A. M., ... Zong, X. (2014). Breeding Annual Grain Legumes for Sustainable Agriculture: New Methods to Approach Complex Traits and Target New Cultivar Ideotypes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34(1-3), 381–411.
- Ducfer, G. (2012). L'Encyclopédie des plantes bioindicatrices, alimentaires et médicinales : Guide de diagnostics des sols, Vol. 1. Ed. Promonature, Paris. 352 p.
- Duraisam. R., Salelgn, K., Berekete, A.K., (2017). Production of Beet Sugar and Bio-ethanol from Sugar beet and its Bagasse: A Review. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 43 (4): 222- 233.
- Duranti, M. (2006). Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*, 77(2) : 67-82.
- Duru, M., Therond, O., Martin, G., Martin-Clouaire, R., Magne, M. A., Justes, E., & Journet, E. P. (2015). How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agronomy for sustainable development*, 35(4), 1259-1281.
- El-Ramady, H. R. (2014). Integrated Nutrient Management and Postharvest of Crops. In. E. Lichtfouse (ed.) *Sustainable Agriculture Reviews*, 13. Springer International Publishing Switzerland. Pp: 163–274.
- Etienne, M., 1996. Biomasse végétale et production fourragère sur terres de parcours sous climat méditerranéen ou tropical sec. *Annales de zootechnie*, 45 (Suppl1) : 61-71.
- Evans, K., Trudgill, D. L., Raman, K. V., & Radcliffe, E. B. (1992). Pest aspects of potato production. In. The Potato Crop, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 438 - 506.
- Eyles, A., Coghlan, G., Hardie, M., Hovenden, M., Bridle, K. (2015). Soil carbon sequestration in cool-temperate dryland pastures: mechanisms and management options. *Soil Research*, 53(4), 349.
- FAO (2016). Pulse Crop Genetic Resources in the Mediterranean. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2016). Pulse crops and sustainability. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2018). The future of food and agriculture - Alternative pathways to 2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2020). FAOSTAT database. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- FAO. (2021). FAOSTAT database. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- FAOSTAT (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) : <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Ferrah, A., Tucci, N., Ait Oubelli, M. (2013). Algeria: Analysis of Food, Agriculture and Water research and innovation priorities, needs and capacities. Ed. INRAA, Alger. 99 p.
- Filya, I. (2004). Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages

- of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 103(1-4), 67-75.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockstro'm, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., Zaks, D.P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Analysis*, 478 (7369): 337-342.
- Friedt, W., & Snowdon, R. (2009). Oilseed Rape. In. Vollmann, J., Rajcan I. (eds.), *Oil Crops. Handbook of Plant Breeding 4*, 91–126.
- Gebhardt, S.E., Thomas, R.G. (2002). The nutritional value of foods. *Agricultural Research Service, Home and Garden Bulletin*, 72, USDA.
- Gomiero, T., Pimentel, D., Paoletti, M. G. (2011). Environmental impact of different agricultural management practices: conventional vs. organic agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1-2), 95-124.
- Greet Blom-Zandstra & Jean-Marie Michielsen, 2020. Sustainable water use in potato production in Algeria; Introduction of a subsurface fertigation system in the desert. Wageningen Research, Report WPR-1017. 34 p.
- Gregory, P. J., & Simmonds, L. P. (1992). Water relations and growth of potatoes. In. *The Potato Crop*, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 214 - 246.
- Grigg, D. (1995). *The agricultural systems of the world: an evolutionary approach*. Ed. Cambridge University Press. 348 p.
- Gupta, S. K. (2016). Brassicas. *Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production*, 33–53.
- Gupta, S.K., (2015). *Breeding oilseed crops for sustainable production: opportunities and Constraints*. Elsevier. 1140 p.
- Hamrit, S., 1995. Situation des fourrages en Algérie. *Al Awamia* – 89 : 97 – 108.
- Haque, M. N. (2018). Dietary manipulation: a sustainable way to mitigate methane emissions from ruminants. *Journal of Animal Science and Technology*, 60(1): 15.
- Harris, P. M. (1992). Mineral nutrition. Cutter, E. G. (1992). Structure and development of the potato plant. In. *The Potato Crop*, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 162 - 213.
- Harveson, R.M., Hanson, L. E., Hein, G.L. (2009). *Compendium of Beet Diseases and Pests*. American Phytopathological Society (APS Press), USA. 140 p.
- Hawkes, J. G. (1990). *The potato: Evolution, biodiversity and genetic resources*. Belhaven Press, London, UK. 259 p.
- Hawkes, J. G. (1992). Biosystematics of the potato. In. *The Potato Crop*, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 13–64.
- Hawkes, J. G. (1992). History of the potato. In. *The Potato Crop*, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 1–12.
- Henningfield, J. E., London, E. D., & Pogun, S. (Eds.). (2009). *Nicotine psychopharmacology*. Springer Science & Business Media. 544 p.
- Hide, G. A., & Lapwood, D. H. (1992). Disease aspects of potato production. In. *The Potato Crop*, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 403 - 437.
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management. Science into practice*. Longman Group UK Ltd, Harlow,

- UK. 203 p.
- Holt-Giménez, E., & Altieri, M. A. (2013). Agroecology, Food Sovereignty and the New Green Revolution. *Journal of Sustainable Agriculture*, 37(1), 90 - 102.
- Houben, S., den Braber, H., Blom-Zandstra, M., & Anten, N. P. R. (2017). Current potato production in Algeria: an explorative research of the current potato production systems in two regions. (Report / WPR; No. 693). *Wageningen Plant Research*. 51 p.
- INRAA (Institut national de la recherche agronomique d'Algérie). (2021). Les variétés de blé tendre. Récupéré le 14 février 2023, à partir de <http://www.inraa.dz/index.php/fr/cultures/cereales/item/92-les-varietes-de-ble-tendre>.
- Ithnin, M., & Kushairi, A. (Eds.). (2020). *The Oil Palm Genome. Compendium of Plant Genomes*. Springer Nature Switzerland
- Jiménez, O.R. (2019). Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Breeding. In: Al-Khayri, J. M., Jain, S. M., & Johnson, D. V. (Eds.). *Advances in Plant Breeding Strategies: Legumes*. Springer Nature Switzerland. Pp: 151-200.
- Juhász, A., Békés, F., Wrigley, C. W. (2015). Wheat Proteins. In *Applied Food Protein Chemistry*, (eds. Ustunol Z.). John Wiley & Sons publisher 219–303.
- Kaya, Y., Jocic, S., & Miladinovic, D. (2011). Sunflower. In: S.K. Gupta (ed.) *Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 1 Breeding*, 85–129.
- Kemp, D.R., Michalk, D.L. (2007). Towards sustainable grassland and livestock management. *The Journal of Agricultural Science*, 145(06): 543–564.
- Khameneh, B., Iranshahy, M., Soheili, V., Fazly Bazzaz, B. S. (2019). Review on plant antimicrobials: a mechanistic viewpoint. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 8(1), 118.
- Khan, K., Shewry R.S. (2009). *Wheat: Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists International, USA. 466 p.
- Klein, H.D., Rippstein, G., Huguenin J., Toutain B., Guerin H., Louppe D. (2014). *Les cultures fourragères*. Ed. Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux. 262 p.
- Klein, H.D., Rippstein, G., Huguenin, J., Toutain, B., Guerin, H., Louppe, D. (2014). *Les culture fourragères*. Ed. Quæ, France. 264 p.
- Kole, C. (2012). Sunflower production and marketing. In *Handbook of Bioenergy Crop Plants*. Ed. CRC Press. 874 p.
- Kristoffersen, H. E., & Flengsrud, R. (2000). Separation and characterization of basic barley seed proteins. *Electrophoresis*, 21(17), 3693–3700.
- Kumar, R., Sharma, V.K. (2023). Alfalfa. *Viral Diseases of Field and Horticultural Crops*: 317-320
- Laskar, R.A., Khan, S., Deb, C.R., Tomlekova, N., Wani, M.R., Raina, A., Amin R. (2019). Lentil (*Lens culinaris* Medik.) Diversity, Cytogenetics and Breeding. In: Al-Khayri, J. M., Jain, S. M., & Johnson, D. V. (Eds.). *Advances in Plant Breeding Strategies: Legumes*. Springer Nature Switzerland. Pp: 319-370.
- Lawless, J. (2013). *The encyclopedia of essential oils: The complete guide to the use of aromatic oils in aromatherapy, herbalism, health, and well being*. Ed. Conari Press.
- Le Centre National de la Vulgarisation et de la Formation Agricole : <http://www.cnvfa.dz/>

- Le Roux, X., Barbault, R., Baudry, J., Burel, F., Doussan, I., Garnier, E., Herzog, F., Lavorel, S., Lifran, R., Roger-Estrade, J., Sarthou, J.P., Trommetter, M. (2008). Agriculture et biodiversité : Valoriser les synergies. Ed. INRA. 113 p.
- Le site officiel du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural algérien : <http://www.minagri.dz/>
- Leilah, A.A.A., Khan, N. (2021). Interactive Effects of Gibberellic Acid and Nitrogen Fertilization on the Growth, Yield, and Quality of Sugar Beet. *Agronomy*, 11, 137.
- Lemaire G., Jeuffroy M.H., Gastal F., 2008. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage. Theory and practices for crop N management. *European Journal of Agronomy*, 28(4):614-624.
- Lewis, R. S., & Nicholson, J. S. (2006). Aspects of the evolution of *Nicotiana tabacum* L. and the status of the United States Nicotiana Germplasm Collection. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(4), 727–740.
- Lis-Balchin, M. (2002). Lavender: The Genus *Lavandula*. CRC Press, Taylor and Francis, London, UK. 296 p.
- Lutman, P. J. W. (1992). Weed control. In. The Potato Crop, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 373 - 402.
- MacRitchie, F. (1995). Biochemical basis of flour properties in bread wheats. II. Changes in polymeric protein formation and dough/gluten properties associated with the loss of low Mr or high Mr glutenin subunits. *Journal of Cereal Science*, 21: 103-116
- Mäkinen, O. E., Sozer, N., Ercili-Cura, D., & Poutanen, K. (2017). Protein From Oat. Sustainable Protein Sources, 105–119.
- Martínez-Force, E., Dunford, N.T., Salas, J.J. (Eds.). (2015). Sunflower: Chemistry, Production, Processing, and Utilization. AOCS Press, Urbana. 710 p.
- Mebirouk-Boudechiche, L., Boudechiche, L., Chemmam M., Djaballah S., Bouzouraa I., Cherif C. (2015). Une estimation de la biomasse foliaire fourragère de *Pistacia lentiscus* et *Calycotome spinosa*, arbustes des subéraies en Algérie. *Fourrages*, 221 : 77-83.
- Mintz, S.W. (1986). Sweetness and power: the place of sugar in modern history. Ed. Penguin. 274 p.
- Musokwa, M., Mafongoya, P. (2020). Pigeonpea Yield and Water Use Efficiency: A Savior under Climate Change-Induced Water Stress. *Agronomy*, 11(1), 5.
- Muzquiz, M., Varela, A., Burbano, C., Cuadrado, C., Guillamón, E., Pedrosa, M. M. (2012). Bioactive compounds in legumes: pronutritive and antinutritive actions. Implications for nutrition and health. *Phytochemistry Reviews*, 11(2-3), 227–244.
- Nedjraoui, D. (2006). Country Pasture/Forage Resource Profiles: Algeria. Ed. FAO. 28 p.
- Oduro-Yeboah, C., Sulaiman, R., Uebersax, M.A., Dolan K.D. (2022). A review of lentil (*Lens culinaris* Medik) value chain: Postharvest handling, processing, and processed products. *Legume Science*, 5: e171.
- Office National des Statistiques algérien : <https://www.ons.dz/>
- Olszewska, M. (2022). Effects of Cultivar, Nitrogen Rate and Biostimulant Application on the Chemical Composition of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) Biomass. *Agronomy*, 12(4), 826.

- Ozenda, P. (1958). Flore du Sahara septentrional et central. Ed. Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Paris. 486 p.
- Polak, R., Phillips, E. M., Campbell, A. (2015). Legumes: Health Benefits and Culinary Approaches to Increase Intake. *Clinical Diabetes*, 33(4), 198–205.
- Putnam, D. H., & Orloff, S. B. (2014). Forage Crops. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, 3: 381–405.
- Putnam, D. H., & Orloff, S. B. (2014). Forage Crops. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, 381–405.
- Raina, A., Khan, S., Wani, M.R., Laskar R.A., Mushtaq W. (2019). Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cytogenetics, Genetic Diversity and Breeding. In: Al-Khayri, J. M., Jain, S. M., & Johnson, D. V. (Eds.). *Advances in Plant Breeding Strategies: Legumes*. Springer Nature Switzerland. Pp: 53-112.
- Ramdath, D., Renwick, S., & Duncan, A. M. (2016). The role of pulses in the dietary management of diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*, 40(4), 355-363.
- Semba, R. D., Ramsing, R., Rahman, N., Kraemer, K., Bloem, M. W. (2021). Legumes as a sustainable source of protein in human diets. *Global Food Security*, 28, 100520.
- Shewry, P. R., Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53(370), 947-958.
- Shrestha, B., Darapuneni, M., Stringam, B.L., Lombard, K., Djaman, K. (2023). Irrigation Water and Nitrogen Fertilizer Management in Potato (*Solanum tuberosum* L.): A Review. *Agronomy*, 13, 2566.
- Silva, L.R., Bento, C., Gonçalves, A.C., Flores-Félix J.D., Ramírez-Bahena, M.H., Peix, A., Velázquez E. (2017). Legume bioactive compounds: Influence of rhizobial inoculation. *AIMS Microbiology*, 3(2): 267-278.
- Singh, P., Kaur L. (2016). *Advances in Potato Chemistry and Technology*. Second Edition. Singh, P., Kaur (eds.). Elsevier Inc., New Zeland.
- Statista : <https://fr.statista.com/>
- Storey, R. M. J., & Davies, H. V. (1992). Tuber quality. In: *The Potato Crop*, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 507 - 569.
- Swanson, E.B., Somers, D.A., Tomes, D.T. (1990). Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.). *Legumes and Oilseed Crops I*, 323–340.
- Taillefer, N. (1996). La lavande. Ed. Éd. Armine-Édiculture, Paris. 32 p.
- Tegenu, Z., Lule, D., Nepir, G., 2021. Genetic variability and heritability among durum wheat (*Triticum turgidum* L.) accessions for yield and yield related traits performance. *Journal of Cereals and Oilseeds*, 12(1): 18-32.
- Thudi, M., Palakurthi, R., Schnable, J. C., Chitikineni, A., Dreisigacker, S., Mace, E., ... Varshney, R. K. (2020). Genomic resources in plant breeding for sustainable agriculture. *Journal of Plant Physiology*, 153351.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20260-20264.

- United Nations. (2015). World population prospects: The 2015 revision. Retrieved from <https://population.un.org/wpp/DataQuery/>
- USDA. (2021). World agricultural supply and demand estimates. Retrieved from <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/>
- Varga, I., Jović, J., Rastija, M., Kulundžić, A.M., Zebec, V., Lončarić, Z., Iljkić, D., Antunović, M. (2022). Efficiency and Management of Nitrogen Fertilization in Sugar Beet as Spring Crop: A Review. *Nitrogen*, 3(2), 170-185.
- Varga, I., Lončarić, Z., Kristek, S., Kulundžić, A. M., Rebekić, A., & Antunović, M. (2021). Sugar Beet Root Yield and Quality with Leaf Seasonal Dynamics in Relation to Planting Densities and Nitrogen Fertilization. *Agriculture*, 11(5), 407.
- Varshney, R. K., Thudi, M., Muehlbauer, F. (Eds.). (2017). The Chickpea Genome. Compendium of Plant Genomes. Springer International Publishing. 152 p.
- Vignau-Loustau, L., Huyghe C. (2008). Stratégies fourragères : Pâturage, Ensilage, Foin. Ed. France Agricole. 336 p.
- Weeden, N.F. (2018). Domestication of Pea (*Pisum sativum* L.): The Case of the Abyssinian Pea. *Frontiers in Plant Science*, 9, 515.
- Witney, B. D., & McRae, D. C. (1992). Mechanization of crop production and handling operations. In. The Potato Crop, Harris P. (eds.). Chapman & Hall, London. Pp: 570 - 607.
- Younger, V.B., McKell, C.M. (eds.). (1972). The Biology and Utilization of Grasses. Elsevier Inc., Academic Press.
- Zirmi-Zembri, N., Kadi, S.A., (2016). Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 1- Les fourrages naturels herbacés. *Livestock Research for Rural Development*, 28 (8).
- Zirmi-Zembri, N., Kadi, S.A., (2016). Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 2- Les arbres et arbustes fourragers. *Livestock Research for Rural Development*, 28 (8).
- Zong, X., Yang, T., Liu, R. (2019). Faba Bean (*Vicia faba* L.) Breeding. In. Al-Khayri, J. M., Jain, S. M., & Johnson, D. V. (Eds.). *Advances in Plant Breeding Strategies: Legumes*. Springer Nature Switzerland. Pp: 245-286.