



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences Exactes et des sciences de la Nature
et de la vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la vie
Sciences Agronomiques
Production végétale

Réf. :

Présenté et soutenu par :
Rahmoun Rachida

Le :
lundi 19 juin 2023

Contribution à l'étude du comportement d'une variété de betterave sucrière (Mohican) dans la région de Biskra.

Jury :

Mme. KESSAI Abla	M.C.C	Université de Biskra	Président.
Mr. BENSMAINE Boubaker	M.C.C	Université de Biskra	Promoteur.
Mr. AISSAOUI Hicham	M.C.A	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2022-2023

Remerciement :

Avant toute chose nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir accordé la force et les moyens afin de pouvoir réaliser ce travail.

Au terme de ce travail nous adressons tout d'abord nos sincères remerciements à :

Un grand merci aux membres du jury : la présidente Madame KESSAI Abla et à l'examineur Monsieur AISSAOUI Hicham, et à mon Promoteur : Monsieur BENSMAINE Boubaker Maître-Assistant au département des sciences Agronomiques, pour avoir dirigé ce travail.

Un grand merci à tous.

En fin, je remercie Mr : KEHAL Messaoud pour son aide et pour les documents qu'il m'a fournis et à tous les membres d'ITDAS.



Merci Allah, sans qui, rien n'est possible, et grâce à qui je me permets en ce moment de dédier très humblement ce travail:

A mes chers parents, à qui je dois ma réussite, qu'ils trouvent dans mémoire le témoignage de ma reconnaissance et l'expression de mon affection de ma gratitude, et une récompense

Pour les sacrifices consentis pour moi je dédier aussi ce travail, A mes frères (Hamza, Omar, Walid), Ames sœur (Halima) a tous ma famille (Rahmoun et Dehamnia) Ames chers Amis (Safia, Imane, Hind)

Et toute la promotion de 2 masters de l'année universitaire 2022-2023

Rachida

Table des matières

Remerciement :.....

Dédicace.....

Liste des figures

Liste des tableaux.....

Liste des abréviations :.....

Introduction :.....1

1. Historique de la betterave sucrière3

2. Importance de la betterave sucrière.....3

2.1. Importances agronomiques.....4

2.2. Importance économique.....5

3. La betterave sucrière dans le monde.....6

2.1. Consommation mondiale du sucre6

4. Importance de la betterave à sucre en Algérie7

5. Taxonomie de la betterave à sucre7

6. Classification.....7

7. Morphologie et cycle de développement8

 7-1- la racine8

 7-2- Les feuilles.....8

 7-3- les fleurs.....9

 7-4- le fruit9

8. Phénologie de la betterave à sucre10

 8.1. Première année10

 8.2. Deuxième année11

9. Exigences de la betterave à sucre11

 9.1. L'eau11

 9.2 La température.....11

9.3. La lumière et la photopériode.....12

9.4. Le sol et la fumure12

10. Précédent cultural et Rotation.....13

11. Itinéraire cultural de la betterave sucrière.....13

11.1. Les différents types de variétés de betterave sucrière.....13

 11.2. Les différents types de semences14

12. L'implantation de la culture14

12.1. Le Déchaumage	14
12.2. Labour	14
12.3. Préparation du lit de semences	15
12.3.1. le semis	15
12.3.2. Matériel de semis.....	16
13. Fertilisation	16
13.1. La fertilisation potassique.....	16
13.2. La fertilisation en oligoéléments.....	16
14. Irrigation	17
15. Le désherbage	17
17. Maladies et ravageurs de la betterave à sucre	18
18. Composition	19
19. Transformation du sucre	20
19.1. Technologie sucrière	20
19.1.1. Etapes de transformation spécifiques de la betterave sucrière	20
19.2. Les sous-produits de la betterave sucrière :	22
1. Lieu d'expérimentation	25
2. Le climat	26
3. Matériel végétal.....	26
4. Méthodes utilisées	27
4.1. Dispositif expérimental	27
4.2. Analyse chimique de sol et l'eau d'irrigation	28
4.3. Itinéraire cultural	28
4.3.1. Précédant cultural	29
4.3.2. Préparation de sol	29
4.3.3. Pré-irrigation	29
4.3.4. Epandage d'engrais de fond.....	29
4.3.5. Installation de réseaux d'irrigation :	29
4.3.6. Semis	30
4.3.7. Epandage d'engrais d'entretien (fertilisation minérale)	31
4.3.8. Entretien de la culture.....	Erreur ! Signet non défini.
5.4.1- Récolte :	31
Résultats et discussion.....	32
1. Etude des stades phénologiques	32

2. Etude des paramètres morphologiques	33
2.1. Partie aérienne	33
2.1.1. La longueur de plante (partie aérienne)	33
2.2.1. La longueur de racine	34
2.2.2. Longueur moyenne des racines à la récolte (cm)	35
2.2.3. Corrélation racine – feuille	36
2.2.4. Couverture foliaire de la parcelle (en fin de croissance)	37
3. Estimation du rendement	38
3.1. Estimation du rendement en vert (Feuilles)	38
3.2. Estimation du rendement racine	39
3.2.1. Estimation de poids moyen de la racine (gr).....	40
3.3. Estimation du taux de sucre	41
Conclusion	42
Les références bibliographiques :	43

Liste des figures :

Figure 1 : Evolution de la production de betteraves sucrières dans le monde entre 1961 et 2018 (en tonnes) (Source : OCDE-FAO 2019).	5
Figure 2 : Production de sucre dans le monde 2009-2022(Statista, 2023).	5
Figure 3 : Principaux producteurs mondiaux de betteraves sucrières (Statista, 2023).	6
Figure 4 : (Source : Elliott et Weston, 1993).	Erreur ! Signet non défini.
Figure 5 : Photo sur la Betterave sucrière (<i>Beta vulgaris L.</i>), (Originale).	9
Figure 6 : les stades phénologiques de la betterave sucrière durant la première année (Lemaire, 2010).	11
Figure 7 : photo représentant mesures de la longueur (Partie aérienne et racinaire).	24
Figure 8 : photo réel glucomètre pour mesurer le Taux de sucre les racines.	25
Figure 9 : photo géographique de lieu d'expérimentation (google earth, 2023).	25
Figure 10 : photo réel des Semences des variétés Mohican.	26
Figure 11 : Schéma du dispositif expérimental.	27
Figure 12 : photo de l'installation du système d'irrigation.	30
Figure 13 : photo réelle Mise en place des semences.	30
Figure 14 : photo réelle Herbicide systémique (Phéna 16SE).	Erreur ! Signet non défini.
Figure 15 : photo représente les mauvaises herbes rencontrées.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 16 : photo réelle La récolte de la culture	31
Figure 17 : nombre de jours des stades phénologiques.....	32
Figure 18 : Longueur de la plante selon les stades phénologiques (cm).	34
Figure 19 : la présentation la Longueur partie racinaire (cm).	35
Figure 20 : longueur moyenne des racines à la récolte (cm).	36
Figure 21 : corrélation entre les racine-feuille.....	36
Figure 22 : photo représentant les mesures de Couverture foliaire.	37
Figure 23 : la masse foliaire par m ²	38
Figure 24 : Estimation du rendement racine	39
Figure 25 : les poids moyen de la racine	40
Figure 26 : Taux de sucre.	41

Liste des tableaux:

Tableau 1: composition moyenne de la betterave sucrière (source: Pennington et Baker, 1990).....	19
Tableau 2: montrant les valeurs climatiques sur une période de sept mois.....	26
Tableau 3:caractéristiques chimiques du sol (0-30cm) avant la plantation.....	28
Tableau 4 : caractéristiques physiques du sol (0-30cm) avant la plantation.....	28
Tableau 5: caractéristiques chimiques de l'eau.....	28
Tableau 6 : les opérations culturales.....	29
Tableau 7 : date et quantité des engrais d'entretien apportées.....	31
Tableau 8: la présence les familles botaniques de sept espèces de plantes adventices.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 9: Représentation des stades phénologiques de la betterave sucrière.....	32
Tableau 10 : Représentation des Nombre de jours.....	32
Tableau 11: la longueur de plante (partie aérienne).....	33
Tableau 12 : Longueur partie racinaire.....	34
Tableau 13 : longueur moyenne des racines.....	35
Tableau 14: couverture foliaire de la plante.....	37
Tableau 15 : représente les résultats de la récolte.....	38
Tableau 16: Poids moyens des racines (grammes).....	40

Liste des abréviations :

% : pour cent.

C° : Degrés Celsius.

FOA : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

MENA : Moyen- Orient et Afrique du Nord.

MAP : le phosphate monoammonique.

Unica : l'union brésilienne de l'industrie de la canne à sucre.

Usd: dollar américain.

ODAS : l'office de développement de l'agriculture industrielle en terres sahariennes

Introduction :

Dans le monde, la situation de la production sucrière est contrastée mais on observe trois principales caractéristiques : dans les pays nord africains la tendance globale est au raffinage de sucre roux d'importation, dans l'Europe la production de sucre betteravier est dominante, alors qu'en Amérique le surplus de production réalisée est transformé en bioéthanol. Dans toutes ces régions l'industrie sucrière se développe sous l'influence de politiques étatiques adaptées (Benyoucef, 2018).

Pour précision les pays de la région MENA sont parmi les premiers importateurs du sucre brésilien avec, entre autre l'Arabie saoudite qui est classé au quatrième rang et avait acheté 326400 tonnes au cours des trois premiers mois de la récolte actuelle (c'est-à-dire d'avril à juin), viennent ensuite les EAU, en sixième position, avec 295 700 tonne avec une hausse de 24% par rapport à la récolte précédente. L'Egypte occupait la septième position et l'Iraq la neuvième. (www.algerie-eco.com).

La filière sucre en Algérie est née en 1966 par la production et la transformation de la betterave sucrière puis le raffinage de sucre roux d'importation à partir de 1970. Cependant en raison de divers contraintes, la production de sucre betteravier a été suspendue en 1982(Benzohra, 1995), donnant l'avantage à l'activité de raffinage qui s'est remarquablement développé depuis 2002 grâce à une politique étatique spécifique qui a motivé des investisseurs privés . Cependant, sous les pressions de la mondialisation (ACHABOU, 2007), la production sucrière en Algérie qui couvre la totalité des besoins locaux, se doit être compétitive afin d'assurer sa pérennité à long terme.

L'Algérie a un besoin considérable dans les produits alimentaires de base, à savoir : le blé, le lait, l'huile et le sucre, qui constituent à eux seul 70 % des importations algériennes (Achabou et Tozanli, 2007).

Le marché du sucre est en évolution constante dans notre pays, l'Algérie est le premier client du sucre brut et raffiné du Brésil durant le deuxième trimestre de 2019. Selon les données de l'union brésilienne de l'industrie de la canne à sucre (Unica), l'Algérie a importé l'équivalent de 13% des exportations totales du Brésil. Les chiffres indiqués dans le rapport de l'unica indiquent que l'Algérie considère par mais est les principaux acheteurs de sucre brut et raffiné de Brésil avec une quantité de 587900 tonnes de sucre, sur les 4,5 millions produit. (www.algerie-eco.com).

En effet, malgré que l'Algérie ait réduit ses importations de sucre de 19%, soit 138000 tonnes, elle demeure le premier client du Brésil durant le deuxième trimestre de 2019. Selon les dernières statistiques des importations alimentaires de l'Algérie, la facture de sucre à reculer pour totaliser 348.81 millions usd, contre 438 ,89 millions usd (-20 ,53%).

Il est clair que l'Algérie dépense beaucoup de devise pour couvrir les besoins en ce produit (le sucre), elle oriente sa politique tend vers la généralisation de l'introduction de la betterave sucrière sur l'ensemble du territoire national y compris les zones sahariennes.

Notre étude qui s'intéresse sur le comportement du Betterave Sucrière dans la région de Biskra s'est aligne avec le programme du ministère de l'agriculture « ODAS » Algérie (l'office de développement de l'agriculture industrielle en terres sahariennes), donc cette étude s'agit sur les étapes les plus importantes et nécessaires pour réussir cette culture et obtenir le meilleur produit de betterave sucrière dans les zone arides et semi-arides (exemple – Biskra).

Objectifs de notre travail :

- Étude de comportement de la betterave sucrière d'une région aride.
- Estimation de rendement de racine et de taux sucrière.
- Ce travail est divisé en 3 chapitres :
 - Chapitre I : synthèse bibliographique.
 - Chapitre II : matériel et méthodes.
 - Chapitre III : résultats et discussion.

Afin des conclusions.

1. Historique de la betterave sucrière

Les événements politiques, dès le 18^{ème} et le 19^{ème} siècle en Europe, la révolution française et les conflits internationaux qu'elle va engendrer, suivie par le blocus continental institué par Napoléon en 1806 ; vont paralyser le commerce du sucre de canne sur toute l'Europe et principalement en France (Arzate, 2005).

En 1808, on ne trouve pratiquement plus de sucre à Paris et son prix est exorbitant. On lui cherche donc des successeurs, tour, on va utiliser des fruits, du miel, raisins et racines de divers plants (letschert ,1993).

C'est alors que sont remis à l'honneur à l'aube du 17^{ème} siècle, les travaux d'olivier de serres ; agronome français ; qui a affirmé la présence d'un sucre cristallisable dans la betterave, suivis en 1945, par ceux du chimiste allemand Marggraf, qui réussit à extraire et solidifier le jus de cette plante (Ky et al ,1997 in Roggo, 2003).

2. Importance de la betterave sucrière

D'après l'Anonyme (2005), la betterave à sucre est une culture importante dans de nombreux domaines, car mêmes si le premier objectif était la production de sucre, cette culture a atteint d'autres buts aussi importants les uns que les autres, cette importance est en grande partie grâce à :

- Relative simplicité du cycle et du matériau récolté : cycle cultural sans floraison, produit récolté (sucre) directement en relation avec le métabolisme primaire. Modélisation du fonctionnement de la culture plus simple que pour d'autres espèces.
- L'importance économique, quantités produites, place dans l'assolement, part dans le revenu des agriculteurs, dispositif industriel associé, importance des sous-produits ou co-produits ;
- La présence dans les systèmes de grandes cultures, et contribution aux risques inhérents à ces systèmes de cultures (érosion, ruissellement, compactage, flux de pesticides, nitrates, et gènes).

2.1. Importances agronomiques

D'après Hadj (1973), la conduite de culture de la betterave à sucre nécessite un itinéraire technique relativement complexe en raison de l'importance des exigences de la plante qui se traduit par :

- Une diversité des opérations culturales.
- Un suivi appuyé.
- Une fréquence d'interventions culturales liée aux aléas climatiques et aux exigences de l'industrie.
- Une planification disciplinée de certaines actions particulières : implantation, irrigation et récolte.

Ainsi, cet itinéraire technique s'intègre dans un système de culture intensif, ce qui va nécessiter un effort d'investissement qui doit être valorisé par les autres productions qui font partie du système de production.

Au niveau du milieu édaphique en particulier, il en découle les conséquences suivantes :

- Plante améliorante pour la fertilité organique et minérale des sols ainsi que pour le profil cultural car enracinement profond participant à la structuration des couches profondes du sol (Anonyme, 2003).
- Plante nettoiyante par les différentes opérations culturales qu'elle exige lors de la mise en place de la culture et au cours de l'entretien : sol propre pour la culture suivante (Alaoui, 2006).
- Arrière effet positif sur la culture subséquente, ce qui explique sa mise en place en tête d'assolement (Hadj, 1973).

2.2. Importance économique

La production du sucre et la maîtrise de son marché reste un indicateur de force économique.

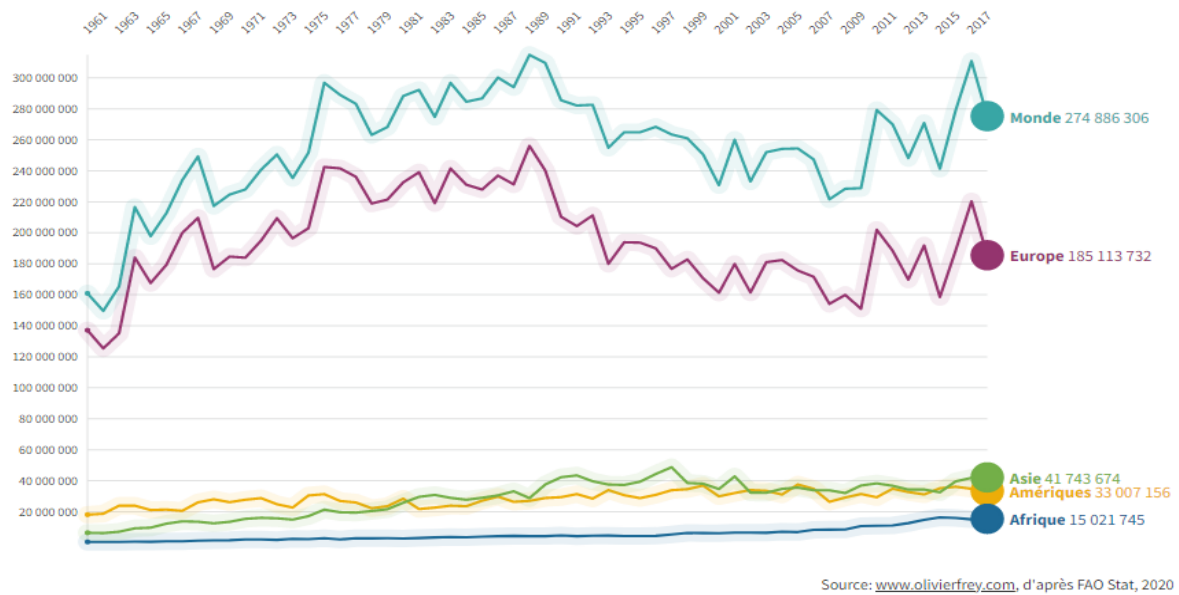


Figure 1 : Evolution de la production de betteraves sucrières dans le monde entre 1961 et 2018 (en tonnes) (OCDE-FAO 2019).

- Au niveau mondial, la production de betteraves sucrières est passée de 160,5 Millions de tonnes en 1961 à 274,9millions de tonnes en 2018. La betterave sucrière est produite en majorité en Europe.

Volume de production totale de sucre dans le monde de 2009/ 2010 à 2021/ 2022 (en millions de tonnes). ([www .olivierfrey.com](http://www.olivierfrey.com)).

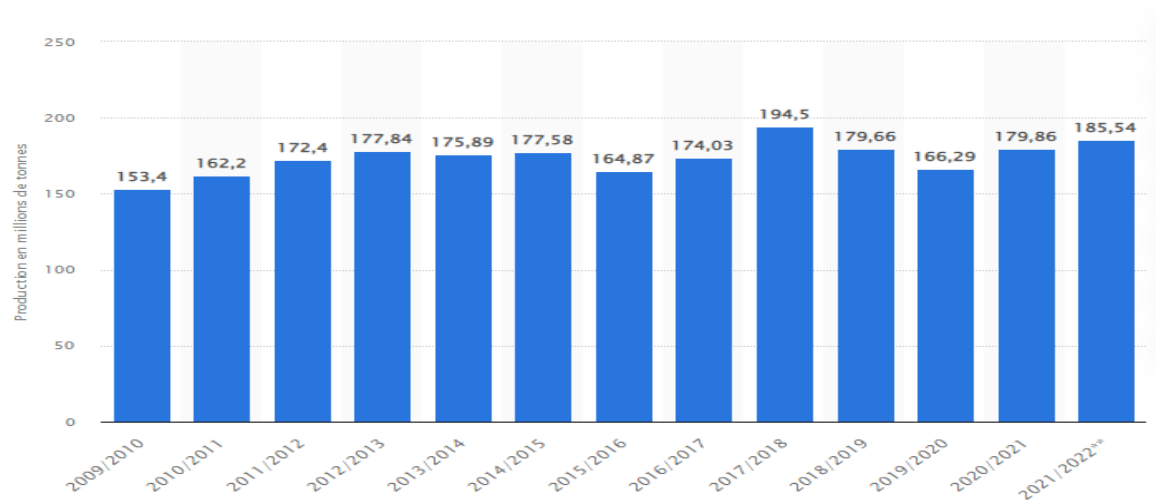


Figure 2 : Production de sucre dans le monde 2009-2021(Statista, 2023).

Cette statistique représente la production totale de sucre dans le monde de 2009 à 2022. La source prévoyait une production mondiale d'environ 185 million de tonnes pour la campagne sucrière 2021 / 2022.

3. La betterave sucrière dans le monde

Principaux producteurs mondiaux de betteraves sucrières au 1^{er} janvier 2021, selon le volume de production (en milliers de tonnes)

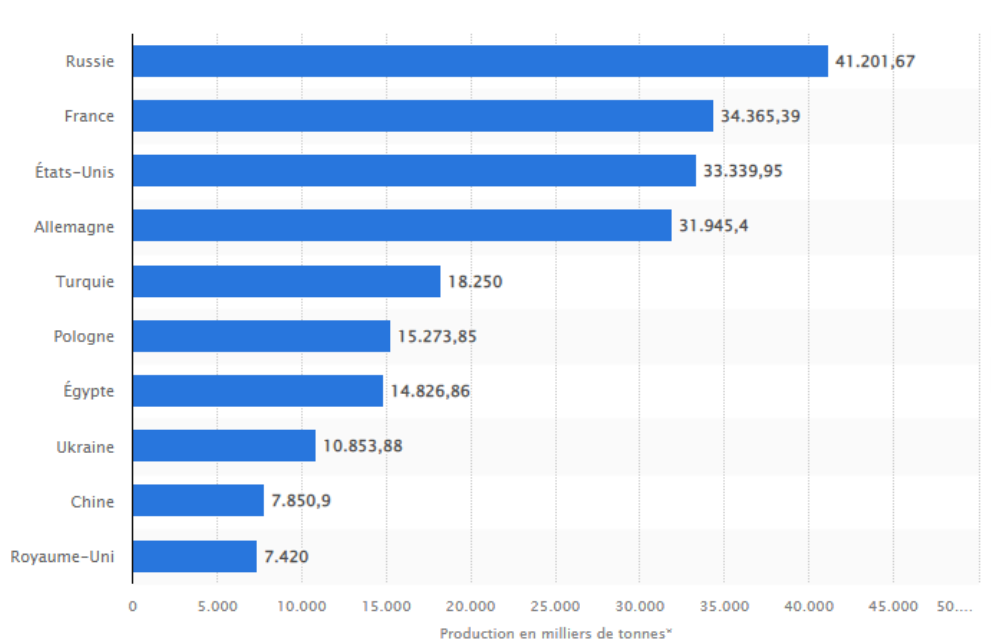


Figure 3 : Principaux producteurs mondiaux de betteraves sucrières (Statista, 2023).

Cette statistique représente les principaux pays producteurs de betteraves sucrières dans le monde au 1^{er} janvier 2021, selon le volume de production. Au 1^{er} janvier 2021 l'Ukraine était le huitième pays producteur de betteraves sucrières avec un volume de plus de 10 ,85 millions de tonnes tandis que la Russie était le premier producteur mondial avec plus de 41 ,2 millions de tonnes.

A cette date, la France était le deuxième plus gros pays producteur de betteraves sucrières dans le monde, produisant plus de 34,36 millions de tonnes.

2.1. Consommation mondiale du sucre

Le sucre a toujours été un produit stratégique de par son importance dans la sécurité et dans les habitudes alimentaire du pays (ISO, 2019).

La consommation mondiale de sucre s'élevait à 172,6 en 2018 /2019 et devrait augmenter à environ 177 ,8 millions de tonnes métriques d'ici 2020 /2021. Avec l'augmentation du

commerce mondial une meilleure technologie agricole entre autres raisons, le sucre est moins cher et plus largement disponible que jamais (OCDE/FAO, 2019).

4. Importance de la betterave à sucre en Algérie

En Algérie, la production de la betterave à sucre fait l'objet de longues recherches. En effet, c'est jusqu'en 1940, que l'Algérie fut approvisionnée par des industries françaises, les autorités coloniales ayant compris la nécessité d'avoir en Algérie une industrie de base alimentaire de transformation de matière première d'origine agricole (Olivier, 1972).

5. Taxonomie de la betterave à sucre

La betterave sucrière est une dicotylédone, apétale qui fait partie de la famille des chénopodiacées. La dernière classification du genre *Beta* (letschert, 1995) distingue trois espèces de betterave : *Beta macrocarpa*, *Beta patula* et *Beta vulgaris*, (Elliott et Weston, 1993). L'espèce *B. vulgaris* est subdivisée en trois sous espèces :

- Les formes cultivées (*Beta vulgaris ssp vulgaris*) englobent différents groupes de cultivars :
 - ❖ Altissima : betterave sucrière.
 - ❖ Crassa : betterave fourragère.
 - ❖ Conditiva : betterave potagère.
- Les formes sauvages (*Beta vulgaris ssp adanensis*) n'existent pas, actuellement. (longden, 1993 ; Anonyme, 1999).
- Les formes rudérales ou mauvaises herbes (*Beta vulgaris ssp maritima*) que l'on rencontre dans les champs et le long des côtes, apparues dans les années 1950 et ont été décrites à partir des années 1970 (Longden, 1993 ; Elliott et Weston, 1993).

6. Classification

La betterave sucrière est une plante dicotylédone de la classe des caryophyllidées, de l'ordre des caryophyllales et de la famille des chénopodiacées. Elle fait partie du genre *Beta* et de l'espèce *vulgaris*. L'espèce *Beta vulgaris* est constituée de trois sous espèces (ssp) : *Beta vulgaris*, ce sont les formes cultivées dans lesquelles on retrouve la betterave sucrière avec le cultivar altissima ; *Beta vulgaris ssp maritima* et les betteraves rudérales ou adventices (Didier ,2013).

7. Morphologie et cycle de développement

La plante de betterave à sucre est considérée comme une espèce bisannuelle, car elle a tendance à achever sa croissance végétative la première année, et sa phase reproductive au cours de la seconde année de son développement. En culture, les plantes sont considérées des annuelles car elles sont cueillies au cours de la première année de croissance végétative.

Les deux années de développement sont nécessaires pour la production de semences et pour les programmes d'amélioration génétique impliquant l'hybridation, elle possède un nombre chromosomique ($2n=18$) (Langue *et al.*, 1999 ; Galatowitsch et Smith, 1990).

7-1- la racine

C'est l'endroit de réserve du saccharose élaboré au niveau des feuilles, grâce à la photosynthèse, elle est en générale pivotante, dans laquelle se trouvent creusés deux sillons diamétralement opposés, enroulés en spirale, caractéristique des variétés sucrières ; le long de ces sillons prennent naissance de fines racines secondaires, alors que, par ailleurs, la surface de la est lisse. En effet, à l'arrachage, la racine est cassée et on n'extrait que la partie supérieure la plus ronflée et la plus importante, on laisse en terre un long tronçon très fin ; cette racine mesure 15-35 cm et qui peut comporter jusqu'à 15 à 20 % de son poids en sucre (Alaoui, 2005).

La croissance exceptionnelle de la racine est établie par un processus de croissance dit secondaire. L'épaississement de la racine est le résultat de la formation de plusieurs couches de cambium successives à l'extérieur de la première couche de cambium, élément de base caractéristique d'une racine de croissance normale. Chaque couche de cambium excentrique produit des cellules de xylème et de phloème accompagnées d'un parenchyme de stockage bien développé, qui dans le cas de la betterave à sucre, est composé de cellules riches en saccharose. Une racine de betterave à sucre typique est composé d'une trentaine de ces couches de cambium et son poids moyen est d'environ 800g, mais peut, dans des cas exceptionnels, peser au-delà de 4kg avec une longueur de 1 à 2m (Legrand et Vanstallen, 2000).

7-2- Les feuilles

La racine est surmontée d'un bouquet foliaire en verticille, plus au moins important selon la nature du sol et directement insérée sur la racine par un collet ; à maturité les limbes coriaces et charnus de ces feuilles pourront atteindre jusqu'à 1m de longueur. Si le temps est humide, la formation de nouvelles feuilles est très limitée ; la hauteur du collet est, dans ce

cas, assez réduite. Si, au contraire, le temps est sec, les premières feuilles se dessèchent et d'autres se développent pour les remplacer (Hadjeb et lebkara, 2008).

7-3- les fleurs

La plante allogame produit des fleurs hermaphrodites de petites dimensions la seconde année de croissance.

Chez les variétés traditionnelles de betterave à sucre, les fleurs sont regroupées dans une inflorescence par groupes rapprochés de 3-8, à l'axile des branchements secondaires de l'inflorescence. chaque fleur est 5 tépales (structure unique en lieu de sépales et pétales), 5 étamines et un ovaire infère à trois carpelles possédant un seul ovule. La reproduction est par fécondation croisée (Smith, 1980).

7-4- le fruit

Lors de la formation des fruits, le périanthe des fleurs s'élargit et devient fibreux (structure semblable au liège) enrobant en une unité, les fruits des diverses fleurs du groupe axillaire. Ces fruits regroupés, trop difficiles à séparer les uns des autres, sont utilisés comme graines multigermes pour les plantations de nouveaux champs de betteraves. Afin d'éviter une trop grande densité rapprochée de plantules issues de la germination de ces graines multigermes, il est nécessaire de clairsemer les plantules par divers moyens, ce qui occasionne des couts de production additionnels importants. Pour éviter cet inconvénient, des variétés monogermes ont été sélectionnées au cours des dernières décennies. Les inflorescences de ces variétés produisent une seule fleur par groupe axillaire et donc une seule graine par unité (Renard, 1997).



Figure 4 : Photo sur la Betterave sucrière (*Beta vulgaris* L.), (Originale).

8. Phénologie de la betterave à sucre

8.1. Première année

Tous les stades phénologiques de la betterave sucrière durant la première année sont mentionnés sur la figure 06.

- En ce qui concerne le développement de la plante, Fleury et Caneill (1984) ont proposé une description des stades de la betterave pendant sa phase végétative basée sur des relations allométriques et sur la stabilisation du taux de sucre dans la biomasse sèche. Ils définissent 6 stades : la germination, la levée (St0), l'apparition de la première paire de feuilles (St1), la fin de croissance exponentielle des feuilles (St2), La fin de croissance exponentielle de la racine (St3), et la fin de la croissance de la teneur en sucre rapportée à la matière sèche (St4) qui définissent eux-mêmes 5 périodes :

De la germination à St0 : vie souterraine à partir des réserves de la graine, début de la croissance exponentielle des plantules.

- De St0 à St1 : on constate la diminution du rapport entre le poids sec de racines et le poids sec de feuilles (PR/PF), la croissance est due à l'activité des cotylédons.
- De St1 à St2 : stabilisation du rapport PR/PF, proportionnalité entre l'apparition des anneaux méristématiques de la racine et l'émission des feuilles, croissance exponentielle en poids du bouquet foliaire et de la racine. Les feuilles sont de plus en plus grandes et à St2 environ apparaît la plus grande.
- De St2 à St3 : la racine progresse encore de façon exponentielle, mais plus le bouquet foliaire. On observe le décrochement du ratio entre le nombre de feuilles apparues et le nombre d'anneaux méristématiques de la racine.
- De St3 à St4 : la croissance de la racine peut être considérée comme linéaire entre St3 et St4 et au-delà, la vitesse est variable en fonction des conditions en compétition (Didier ,2013).

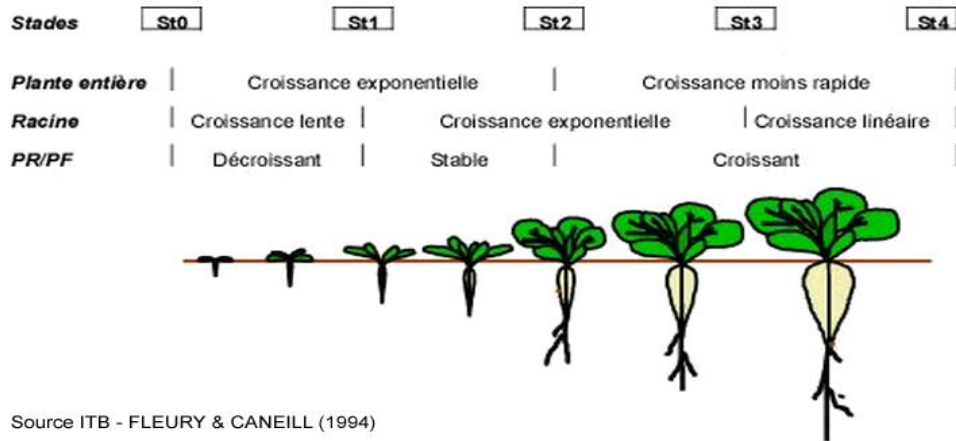


Figure 5 : les stades phénologiques de la betterave sucrière durant la première année (Lemaire, 2010).

8.2. Deuxième année

Montaison de la hampe florale et fructification, phase reproductive (Hadjeb et lebkara, 2008).

- Elongation de la tige, elle peut atteindre 1,5m de hauteur.
- Floraison : fleur hermaphrodite à fécondation croisée.
- Maturation ; on aboutit à la production des graines.

9. Exigences de la betterave à sucre

9.1. L'eau

L'eau est facteur limitant, les besoins en eau de la betterave sont de 600à700 mm durant la période de culture (Didier ,2013).

En période de tubérisation, les besoins en eau sont de (80 à 90mm) afin d'obtenir un maximum de rendement. Au contraire, à la période de pré maturation, les quantités d'eau doivent être faibles afin d'obtenir des richesses saccharines au-dessus de 16-17%. Une répartition différente peut aboutir à de fortes pertes de poids et richesse en sucre répartition différente peut aboutir à de fortes pertes de poids et richesse en sucre (Hadjeb et lebkara, 2008).

La betterave est une plante qui peut supporter le stress hydrique par l'accumulation de Na Cl dans les vacuoles des feuilles mures (Mack et Hofmann, 2006 ; Katerji et *al*, 1997).

9.2 La température

La température est un facteur assez important pour la betterave, La température de germination est de 8 5 °C. Des pousses puissent se former sur des plantes germées

à des températures inférieures à 8°C. Si la betterave craint le froid, on enregistre des dégâts sur plantules trop élevées (supérieures à 30°C) seraient même plus préjudiciables qu'un manque de chaleur. L'optimum de croissance, pour toutes les phases, se situe autour de 20-25°C, avec une moyenne nocturne de 15°C. En tant que plante bisannuelle, la betterave est soumise à des phénomènes d'inhibition qui empêchent une mise à fleur trop précoce. La température est l'un des facteurs climatiques, outre les facteurs génétiques, qui influent sur la levée de l'inhibition. (Lemaire., 1981).

9.3. La lumière et la photopériode

La betterave a des besoins importants en lumière, toutefois, à la suite des améliorations génétiques, le développement du feuillage ayant été proportionnellement plus important que celui de la racine, seulement un tiers du feuillage est utile pour la photosynthèse.

De nombreux travaux ont montré que les différentes variétés de betterave, annuelles ou bisannuelles, étaient des plantes de jours longs. La courbe d'action de la photopériode sur l'induction florale augmente fortement au-delà de 12 heures, que le pourcentage est suboptimal pour 16 heures et que la courbe continue de monter jusqu'à 24 heures. Des photopériodes courtes peuvent provoquer une dévernalisation ou retour à l'état végétatif.

9.4. Le sol et la fumure

On recherche des sols à texture fine, homogène et sans cailloux, car des obstacles au niveau du profil entraînent le développement de betteraves fourchues. Des sols sensibles au tassement présentent le même inconvénient. Un pourcentage de limon élevé peut entraîner un phénomène de battance entraînant une mauvaise germination ou une mort au démariage. Le pouvoir de rétention en eau est spécialement important pour la culture en sec. Le pH doit être compris entre 6,5 et 7,5 (Lemaire., 1981).

- **Fumure** : L'absorption des oligoéléments dépendait de nombreux facteurs du milieu : humidité du sol, granulométrie, stabilité structurale, salinité.
- **L'azote** : un excès d'azote diminue la valeur technologique de la betterave.
- **Le phosphore** : est important pour la betterave notamment en période de jeunesse. Il peut s'accumuler dans le sol.
- **Le potassium** : il est très rare de trouver des signes de carence en région méditerranéenne.
- **Le bore** : une carence en bore entraîne un dépérissement de la plante et notamment la maladie du cœur.

10. Précédent cultural et Rotation

La betterave est une tête de rotation idéale dont son introduction à de nombreux avantages tels que l'amélioration du sol (travail du sol en profondeur) ; apport en humus et elle restitue au sol une partie importante en éléments nutritifs (enfouissement de feuilles et de collets). (Rahmani, 2022).

Il existe diverses rotations possibles dont la betterave est en tête de rotation :

- **Assolement à rotation triennale**
 - Betterave/Blé/Fourrage ;
 - Betterave/Blé/Légumineuse.
- **Assolement à rotation quadriennale**
 - Betterave/Blé/Betterave/Orge
 - Betterave/Blé/Pomme de terre/Blé
 - Betterave/Blé/Pomme de terre/Fourrage
 - Betterave/Blé/Pomme de terre/Légumineuse.

La betterave sera généralement suivie par un blé pour lequel elle est considérée, dans la plupart des cas, comme le meilleur des précédents, malgré l'inconvénient de conduire à des semis souvent bien tardif (العلوي س ن, 2006).

11. Itinéraire cultural de la betterave sucrière

L'itinéraire technique c'est la combinaison logique et ordonnée de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production. C'est la suite chronologique de l'ensemble des actes techniques appliqués à un peuplement végétale. Chaque acte est en partie déterminé par les actes précédent et par la projection que fait l'agriculteur des actes qui suivront (Sebillotte, 1978).

Variétés et semences utilisées dans la culture de la betterave sucrière :

11.1. Les différents types de variétés de betterave sucrière

La betterave sucrière est divisée en trois type selon le degré de la production de la matière sèche et la teneur en sucre (العلوي س ن, 2006).

Type E : qui est connu par sa longue durée de croissance, une bonne production en racines, et une teneur en sucre basse, par rapport aux autres types.

- Type Z : caractérisé par une période de croissance courte, une production en racine limitée, et une teneur en sucre élevée. Il est conseillé pour un semi tardif ou pour une récolte précoce, ou les deux en même temps.
- Type N : qui est connu par une période de croissance et une production régulière.

11.2. Les différents types de semences

Elles étaient autrefois constituées par des glomérules plurigermes, puis grâce à la segmentation, il a été possible de réduire le nombre de germes par graine .aujourd'hui, grâce à la sélection génétique, en évitant que les fleurs se soudent, il est possible d'obtenir un seul germe par graine, ce sont les semences monogermes (Agbani et jenane, 2000).

Actuellement, les graines se présentent sous deux formes :

- Les graines nues avec une préférence de calibre entre 3 ,5 et 4,5 mm
- Les graines enrobées , utilisant comme base les graines nues, protégées par des substances neutres, qui permettent d'avoir des graines de formes sphériques et calibrées entre 3,75 et 4,75 mm.

Les semences font l'objet d'une opération de pelliculage dans un film polymère, un colorant, des insecticides (pour protéger les jeunes plantules des ennemis souterrains) et des fongicides (pour lutter contre les maladies cryptogamique qui peuvent être transmises par la semence) (Alaoui et Ammar, 2006).

12. L'implantation de la culture

12.1. Le Déchaumage

Il a pour but de mélanger les chaumes de la culture précédente à la terre pour faciliter leur décomposition. Il contribue également au nettoyage du sol des mauvaises herbes en détruisant mécaniquement celles qui ont levé et en favorisant la germination des graines remontées en surface qui seront détruites par le labour. Il ouvre le sol pour faciliter la pénétration de l'air et de l'eau.

12.2. Labour

La racine pivotante de la betterave exige une structure homogène. En conditions normales (pas de semelle de labour, terre non dégradée), le labour profond se fait sur une grande profondeur d'environ 25 à 35 cm afin de faciliter la croissance sans déformation des racines. En effet, plus que d'autres plantes, la betterave est très sensible à la qualité de la structure des horizons profonds du sol. Les tassements ont pour conséquence une moindre prospection racinaire et une difficulté de croissance de la plante située à l'aplomb de la zone compactée. Le pivotement de la betterave est par ailleurs sensible aux hétérogénéités de structure, donc aux alternances de zones fragmentées et de zones plus massives qui entraînent l'apparition de racines fourchues. Dans la mesure du possible, il convient d'éviter:

- **Les labours irréguliers** ou grossiers qui sont ensuite difficiles à niveler (sol trop sec);

- **Les bandes de terres** compactées ou lissées qui peuvent parfois se révéler difficiles à ameublir ultérieurement (sol très humide et risque de tassement excessif);

- **Les bandes de terre** insuffisamment retournées, qui favorisent la levée rapide des mauvaises herbes.

- **Les labours très profonds** qui remontent en surface la terre du sous-sol, dépourvue d'humus

12.3. Préparation du lit de semences

Plusieurs recherches s'accordent sur le fait que la structure du lit de semis d'une culture betteravière doit offrir un profil cultural (Renard, 1997).le lit de semis devra permettre un placement optimal de la graine par le semoir ; à savoir :

- La graine doit être placée 2 à 3 cm sous la surface du sol, 4 cm étant la limite. Cette couche de sol devra en effet être traversée par la tigelle dont les capacités de croissance à l'obscurité sont limitées physiologiquement. La graine ne doit pas également être placée trop superficiellement pour ne pas risquer une dessiccation en cas de sécheresse (Durr et al ,1999).
- Lors de la préparation, l'épaisseur de la couche travaillée ne doit pas être trop importante. Ceci afin de permettre aux éléments de plombage du semoir de réaliser le tassement favorable à la remontée d'eau par capillarité. Le travail du semoir est d'autant plus facilité que la profondeur du lit de germination est régulière (Durr et Boffin ,1995).
- La partie inférieure du lit de semis devra présenter une bonne continuité avec l'horizon sous-jacent, ce qui assurera une alimentation correcte en eau surtout ce qui évitera des accidents de pivotement et des fourchages (Alaoui, 2006).

12.3.1. Le semis

- Date et mode de semis :

Cette opération constitue la phase déterminante de l'itinéraire technique, dans la mesure où elle conditionne la réalisation d'un peuplement optimum (80000 plant /ha) et régulier. Par conséquent, les quantités de semences à apporter sont déterminées en fonction de la qualité de semence, les pertes à la levée et durant le cycle et du peuplement définitif à la récolte (Alaoui et Ammar, 2006).

Pour les pays d'Europe, la plupart de semis s'effectuent du 20 mars jusqu'au 15 avril, lorsqu'il n'y a plus de risque de fortes gelées et que les conditions climatiques le permettent (Anonyme, 2006).

Par contre, au Sud du Bassin Méditerranéen, la date de semis s'étend de la première décennie d'octobre à la première décennie de janvier. Les recherches ont montré que les meilleurs rendements en betterave à sucre s'obtiennent par le semis, en dernière décennie d'octobre (Ditges, 1994).

En général, pour le cas de la betterave monogerme, le semis doit essentiellement répondre à deux objectifs :

- Assurer une levée rapide et homogène
- Assurer une répartition régulière et précise des graines qui doivent, tant pour les nues que pour les enrobées, se prêter parfaitement à cette opération.

La distance de semis est restée, depuis toujours, stable et se situe entre 18 à 20cm le rang et de 45 à 50cm entre les lignes, avec une profondeur de 2 à 3cm (Alaoui, 2006).

12.3.2. Matériel de semis

On peut utiliser pour cette opération des semoirs mécaniques ordinaires ou bien des semoirs de précisions, dans le cas des semences monogermes enrobées. Les semoirs mal réglés jouent énormément sur toutes les façons culturales qui seront faites mécaniquement et surtout avec la mécanisation de l'arrachage de la betterave (Megherbi, 1981).

13. Fertilisation

La betterave à sucre, multigerme ou monogerme, est plante qui se distingue des autres, par une grande consommation en éléments minéraux notamment l'azote, le potassium et le phosphore.

13.1. La fertilisation potassique

La betterave sucrière présente des besoins élevés en potassium, et en cas de carence en cet élément, le développement de la racine se trouve nettement plus affecté que celui de la partie aérienne. La betterave à sucre, plante productrice d'hydrates de carbone, est en effet, sensible à cet élément étant donné le rôle qu'il joue dans la synthèse de ces hydrates de carbone et dans leur transfert vers le lieu de stockage (Agbani et Jenane, 2000).

La détermination de la dose optimale de potassium, permettant de maximiser les rendements en racine et en sucre à l'hectare. Des recherches ont montré que dans la plupart des périmètres betteraviers, la dose optimale de potassium se situe à 300kg K₂O/ha (Badraoui et al, 2000).

13.2. La fertilisation en oligoéléments

Plusieurs oligoéléments sont nécessaires le développement de la betterave à sucre, Cependant, le bore demeure l'élément le plus important pour cette culture. En effet, une

carence en cet oligo-élément provoque l'apparition de la maladie dite pourriture du cœur noir de la betterave. Il en résulte par la suite, un mauvais développement du bourgeon terminal puis sa destruction, ce qui engendre une réduction de la productivité, aussi bien quantitative de la culture. Un apport préventif de 2 à 3Kg de bore par hectare ou une application foliaire à mi- saison peut éviter l'apparition d'une telle carence (Agbani et Jenane, Badraoui et al, 2001).

Pour le magnésium, les besoins de la betterave sucrière sont relativement élevés par rapport à d'autres cultures, les doses sont de l'ordre de 6 à 12 Kg Mg /ha, appliquées dès l'apparence d'une carence magnésienne (Alaoui, 2006).

Pour le zinc, une dose de 10 à 15 Kg Zn/ha sera nécessaire si le sol est moins riche en cet élément (Anonyme, 2006 a).

14. Irrigation

L'utilisation des différents systèmes d'irrigation (submersion, aspersion, pivot, goutte à goutte) contribue au même niveau de production, mais le recours aux méthodes modernes permet l'économie en quantités d'eau utilisée. A ce propos l'utilisation du système goutte à goutte (Schmidt et Hesse, 1995) pour l'augmentation de la productivité avec une économie d'eau appréciable. Cette technique permet l'utilisation des engrais sur différentes fractions, pour assurer sa bonne utilisation et éviter tout manque durant les périodes critiques de développement de la betterave (Agbani et Jenane 2000).

L'irrigation totale d'une culture de betterave est très variable. En effet, plus on sème tardivement, plus de cycle végétatif s'étale dans les périodes sèches et plus les besoins en eau d'irrigation augmentent. Ce sont alors les semis tardifs qui sont les plus exposés au déficit hydrique. La dose d'irrigation totale dépend également de la récolte et de la répartition des pluies dans l'année. Comme ordre de grandeur, on peut dire que la culture de betterave consomme 70 mm pour produire une tonne de sucre pour un semis de mi-octobre contre 90mm pour un semis de mi-décembre (Anonyme, 2003).

15. Le désherbage

La présence de mauvaises herbes ou plantes adventices dans une parcelle de betterave peut être nuisible à plusieurs titres. En effet la compétition pour l'eau, les éléments minéraux et la lumière affectent directement la croissance et le développement de la culture ainsi que son rendement ultérieur. De ce fait, la lutte contre les mauvaises herbes a toujours été recommandée pour réussir cette culture. Toutefois, le désherbage manuel et les techniques culturales ont souvent constitué les méthodes de lutte les plus généralement utilisées par les agriculteurs (Sester, 2004).

La réussite de l'installation de la culture de betterave de type monogerme exige un programme de contrôle des mauvaises herbes à base de produits chimiques efficaces (Ditges, 1994).

Le désherbage doit donc devenir sélectif et faire une distinction entre la plante cultivée et la flore adventice. Selon les mesures tantôt mécaniques, tantôt chimiques, on distingue en culture betteravière les systèmes mentionnés ci- dessous (Anonymen, 2006) :

- En désherbage mécanique ; des interventions mécaniques non sélectives dans les interlignes et sélectives dans les lignes.
- En désherbage mécanique-Chimique ; des interventions mécaniques dans les interlignes et d'autres chimiques dans les lignes.
- En désherbage chimique ; des interventions chimiques sur toute la surface.

16. Récolte des betteraves sucrières

Les betteraves sucrières seront transformées dès le premier jour de la campagne des sucreries. Ce délai de livraison avancé exige une récolte précoce.

Bien qu'une récolte plus tardive permette d'atteindre des rendements et des teneurs plus élevés, les avantages d'une récolte précoce ne devraient pas être négligés :

- ✓ récolte plus propre et avec moins de dégâts;
- ✓ moindre compactage du sol;
- ✓ meilleures conditions pour le semis de la culture suivante;
- ✓ livraison directement depuis le champ (pas de stockage intermédiaire);
- ✓ primes de livraison hâtive.

Techniques

- ✓ Régler soigneusement les machines de récolte pour limiter les pertes.
- ✓ Ramasser le moins de terre possible.
- ✓ Eviter les pertes de racines sur le champ.
- ✓ Ne pas laisser les andains de betteraves plus d'un jour sur le champ (perte de sucre).

17. Maladies et ravageurs de la betterave à sucre

Les accidents climatiques ou les attaques des ravageurs et des agents phytopathogènes endommagent les cultures et par conséquent, les rendements sont réduits, quantitativement et qualitativement (Agbani et jenane, 2000).

La culture de la betterave à sucre est continuellement menacée par des ravageurs et sujette à des maladies depuis le semis jusqu'à la récolte, et qui peuvent affecter une ou plusieurs composantes de son rendement. En effet, ils peuvent entraver sa croissance, réduire

les réserves qu'elle accumule dans sa racine et contribuent parfois à ouvrir la voie à d'autres organismes qui s'installent sur des tissu déjà atteints, aggravant ainsi les dégâts. Les traitements sont souvent réalisés à titre préventif afin de parer à toute éventualité d'attaques, en particulier pour les maladies cryptogamiques et à titre curatif contre certains insectes déprédateur (Agbani et Jenane, 2000).

En ce domaine, les deux principaux risques pour la culture de la betterave sucrière sont :

- Les parasites souterrains qui détruisent les jeunes plantules et les racines
- Les ennemis aériens, surtout ceux susceptibles de transmettre des maladies virales comme la jaunisse transmise transmise par les pucerons, on peut noter aussi les attaques des oiseaux au stade jeunes plantules. (Anonyme, 2006).

18. Composition

Le sucre est réparti inégalement dans la racine. De façon générale, des différences d'environ 5,5% et de 11% pour le contenu en sucre et la pureté respectivement, peuvent être remarquées selon différentes sections de la racine. Des protéines, minéraux (potassium et sodium), acides organique, etc. constituent les composants non-sucrés. Tel qu'indiqué au Tableau 1. (Arzate, 2005).

Tableau 1: composition moyenne de la betterave sucrière (source: Pennington et Baker, 1990).

Composant	Teneur (%)
Eau	75.9
Non-sucrés	2.6
Sucre	16
Pulpe	5.5
Totale	100

Elle croit dans les climats modérément froids, mais elle peut s'adapter aux climats très froids et plus chauds. En Europe, elle croit presque partout, de la Turquie aux pays nordiques (suède, Danemark et Finlande). Contrairement à la betterave sucrière, la canne à sucre est uniquement cultivée dans les régions tropicales. Seulement quelques pays au monde (Etats-Unis, Espagne, Iran, Egypte, Maroc et Pakistan) disposent des conditions favorables pour les deux cultures. (Van Der Poel *et al.*, 1998).

19. Transformation du sucre

19.1. Technologie sucrière

L'objectif des sucreries est de démarrer d'une matière première la plus pure possible, de produire, avec un rendement optimum, un sucre de qualité. La sucrerie est donc principalement une industrie de séparation et de purification. Un grand nombre d'opérations unitaires de séparation sont ainsi mises en œuvre (Decloux, 2003).

19.1.1. Etapes de transformation spécifiques de la betterave sucrière

Afin de conserver leur richesse en sucre, les betteraves doivent être transformées rapidement, car une fois extraites du sol leur teneur en sucre diminue rapidement. C'est pour cette raison que les sucreries sont implantées à proximité des zones de culture, dans un rayon de 30 km en moyenne. Dès leur récolte, les betteraves passent à travers différentes étapes avant de se rendre à la sucrerie (Arzate, 2005).

➤ Réception et prétraitements :

Une série de machines automatiques effeuillent, décollent, arrachent, alignent et chargent les betteraves dans les camions ou dans les wagons de train qui les transportent à la sucrerie. Une fois les betteraves arrivées à l'usine, plusieurs échantillons y sont prélevés pour évaluer la masse de terre qui adhère aux racines, ce qui est appelé tare terre (Généralement 0,5% à 2%), (Arzate, 2005).

➤ lavages et découpage :

La première opération de transformation consiste à laver les betteraves. Elles sont acheminées par bande transporteuse ou par un convoyeur à vis des lavoirs pour les débarrasser de toutes impuretés à l'instar la terre, de l'herbe, des graviers ainsi que des autres corps étrangers (le mélange obtenu, herbes, radicules et feuilles est généralement mélangé avec les pulpes qui sortent du diffuseur et envoyé vers les presses). Le matériel utilisé à cet effet est en principe constitué d'un trommel, d'un épierreur et d'un tapis balistique. (Zicari et *al.*, 2019 ; Arzate, 2005).

➤ découpages en cossettes :

Les racines lavées sont envoyées dans des coupe-racines dont les couteaux entraînés par un disque de grand diamètre les découpent en fines lanières assez rigides appelées (cossettes) elles sont de forme faitière (une longueur de 5 à 6cm et une épaisseur de 0,9 à 1,3 mm). L'objectif de cette étape est d'accélérer les phénomènes de transfert de matière lors de l'étape d'extraction (Van der Poel et *al.*, 1998 ; Arzate, 2005).

➤ **Extraction par diffusion de sucre :**

Le but de cette étape est d'extraire le saccharose contenu dans les cellules de betterave tout en limitant le transfert d'impuretés (non-sucre) dans le jus extrait. Mécanisme de l'extraction est lié à la structure de la cellule végétale. Industriellement, les cossettes fraîches subissent tout d'abord un échaudage rapide de quelques minutes à haute température (90-95 °C) afin de perméabiliser l'ectoplasme des cellules. Les cossettes échaudées sont ensuite introduites dans le diffuseur où elles circulent à contrecourant de l'eau chaude à 70-75 °C Le phénomène de diffusion est basé sur la migration des molécules de saccharose d'une zone à concentration élevée (milieu intracellulaire) vers le solvant d'extraction à faible concentration. Les cossettes entrent en tête du diffuseur et se déplacent en cédant le saccharose au solvant d'extraction (l'eau chaude) qui circule dans le sens inverse. Le temps de diffusion varie de 60 à 90 min en fonction de la température de diffusion et du type de diffuseur. (Arzate, 2005).

➤ **Produits de la première opération :**

A la sortie du diffuseur, on obtient :

- Un jus brut de diffusion, avec un aspect noir-grisâtre et opalescent, il est légèrement acide (pH \approx 5,5- 6) et il contient environ 84 % d'eau, 14,5 % de saccharose et 1,5 % de non-sucre.
- Les cossettes épuisées, appelées pulpes, avec une faible teneur en saccharose de l'ordre de 0,2-0,3 % et une humidité de 88-90 %. Les pulpes humides sont ensuite sur pressées, séchées et utilisées en alimentation animale ;
- Certaines de ces impuretés peuvent être à l'état colloïdal tel quel les protéines, les pectines et les saponines. Pour des raisons économiques, les eaux de presse sont réchauffées jusqu'à 90 °C et réinjectées dans le diffuseur (Van der Poel et *al.*, 1998 ; Arzate, 2005) .

➤ **Purification :**

Le jus sucré obtenu doit être nettoyé de ses impuretés. On emploie pour cela du lait de chaux et du dioxyde de carbone qui forment des précipités retenant ces impuretés. Le mélange filtré produit un jus sucré clair et propre, constitué de 13% de sucre et 87% d'eau (Arzate, 2005).

➤ **Evaporation et cristallisation :**

Porté à ébullition dans des chaudières successives, le jus sucré se transforme progressivement en sirop contenant environ 65% de saccharose. Lorsque le sirop atteint une concentration favorable à la formation de cristaux, on introduit de très fins cristaux de sucre qui vont amorcer le processus. On obtient alors un sirop coloré contenant une multitude de cristaux en suspension appelé masse cuite (Arzate, 2005 ; Urbaniec, 2004).

➤ **Essorage et séchage :**

La masse cuite est acheminée dans des turbines tournant à grande vitesse. Le sirop coloré est évacué tandis que le sucre blanc en cristaux est projeté, sous l'effet de la force centrifuge, contre les parois où il dépose (Djuric et *al*, 2004).

Lavé par pulvérisation d'eau et de vapeur, recueilli et séché par de l'air chaud puis refroidi, le sucre est enfin prêt à la consommation et stocké en attendant son conditionnement et son expédition vers les lieux de vente (Hadjeb et Lebkhara , 2008).

Le jus restant contient encore beaucoup de sucre. On le soumet à de nouvelles cuissons avec formation de cristaux et à un nouvel essorage. Il donnera le sucre roux. Le reliquat appelé mélasse sera utilisé pour l'alimentation du bétail, la fabrication de levures et la production d'alcool après fermentation et distillation (Arzate, 2005).

19.2. Les sous-produits de la betterave sucrière :

Il convient de souligner que le sucre n'est pas le seul produit que l'on peut tirer de la betterave à sucre, cette dernière jouant un rôle très important comme source d'aliment pour le bétail. Les produits obtenus de la betterave sucrière se décomposent comme suite (Jelenco et Casovic, 1971) :

- Sucre cristallisé : 44%
- Feuilles et collets : 25%
- Pulpes : 17%
- Mélasse : 12%
- Déchet de fabrication : 2%

Un hectare de betterave à sucre produisant 25 tonnes de racines, fournira : 3 à 4 tonnes de sucre cristallisé, 2000 à 2500 unités fourragères sous forme de pulpes, mélasse, feuilles et collet (Matallah, 2000).

Dans de nombreux pays betteraviers, ces sous-produits couvrent la presque totalité des frais de production de la betterave sucrière, le sucre constitue le bénéfice.

Au totale, on peut estimer que le sous-produit utilisé comme aliment de bétail peut servir à produire ; 5,2 Kg de viande et 3 ,5 litres de lait par tonne de betterave sucrier (Hadjeb et Lebkara, 2008).

Objectifs de travail

Cet essai a pour objectifs :

- ✓ Etude de l'adaptation et du comportement d'une variété de betterave sucrière dans les régions saharienne.
- ✓ Estimation de rendement.
- ✓ Détermination de taux de sucre.

Paramètres étudiés

Un ensemble de paramètres ont été étudiées :

1. Etude de stades phénologiques (semis – 8 feuilles)
2. Etude des paramètres morphologiques
 - 2-1- Partie aérienne
 - 2-2- Partie racinaire
- 3- Couverture foliaire de la parcelle
- 4- Estimation du rendement
 - Estimation du rendement en vert (Feuilles)
 - Estimation du rendement racines
- ✓ Estimation de poids moyen de la feuille
- ✓ Estimation de poids moyen de la racine (gr)
- ✓ Longueur des racines décollés qui est effectué à l'aide d'une
- ✓ Estimation du taux de sucre



Figure 6: photo représentant les mesures de la longueur (Partie aérienne et racinaire).



Figure 7: photo réel glucomètre pour mesurer le Taux de sucre les racines.

1. Lieu d'expérimentation

L'essai a été conduit au niveau du site expérimental relevant de la ferme de démonstration et de production de semences d'Ain Benoui ; de l'institut technique de développement de l'agriculture saharienne (I.T.D.A.S.) qui se situe à 10 km vers le Sud-Ouest de la ville de Biskra. Elle est limitée au Nord par la route nationale n°31 (Biskra-Tolga), à l'Est par l'Oued Ain Ben Noui, au Sud par une ancienne piste, et par l'Oued Oumache à l'Ouest.

La ferme dispose d'une superficie de 21.5 Ha, occupée par la culture de palmier dattier, les cultures maraichères, céréalières et l'arboriculture fruitière. Elle possède 2 points d'irrigation l'un à une profondeur de 35 m et l'autre à une profondeur de 90 m.



Figure 8: photo géographique de lieu d'expérimentation (google earth, 2023).

2. Le climat

Les principaux paramètres climatiques retenus dans cette étude sont : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative (les données climatiques sont obtenues à partir du site web "Tutempo").

Tableau 2: montrant les valeurs climatiques sur une période de sept mois.

	OCT	NO	DE	J	F	M	A
Température (C°)	25.3	18.8	15.3	11.9	13,5	19.9	23
Hygrométrie (%)	36.8	39.3	53.9	44.7	40	30.1	23.3
Pluviométrie (mm)	1.53	0	14.22	0	3,3	0	0
Vitesse du Vent (m/S)	10.3	9.8	10	10.1	9,9	10.1	9.7

3. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre essai est constitué d'une variété de la betterave sucrière ; **MOHICAN**



Figure 9: photo réel des Semences des variétés Mohican.

4. Méthodes utilisées

4.1. Dispositif expérimental

L'essai a été réalisé dans une superficie de 60 m², le dispositif expérimental est une parcelle aléatoire constituée par une seule variété de la betterave sucrière (MOHICAN)

-Méthodes

- ✓ **Dispositif expérimental:**
 - Une parcelle aléatoires de 6 m*10 m :
- ✓ Ecartement de la parcelle :
 - L'écartement entre les plants est de : 30cm.
 - L'écartement entre les lignes : 40cm.
- ✓ Profondeur de semis : 2 à 3 cm.
 - Densité de semis : 495 graines.

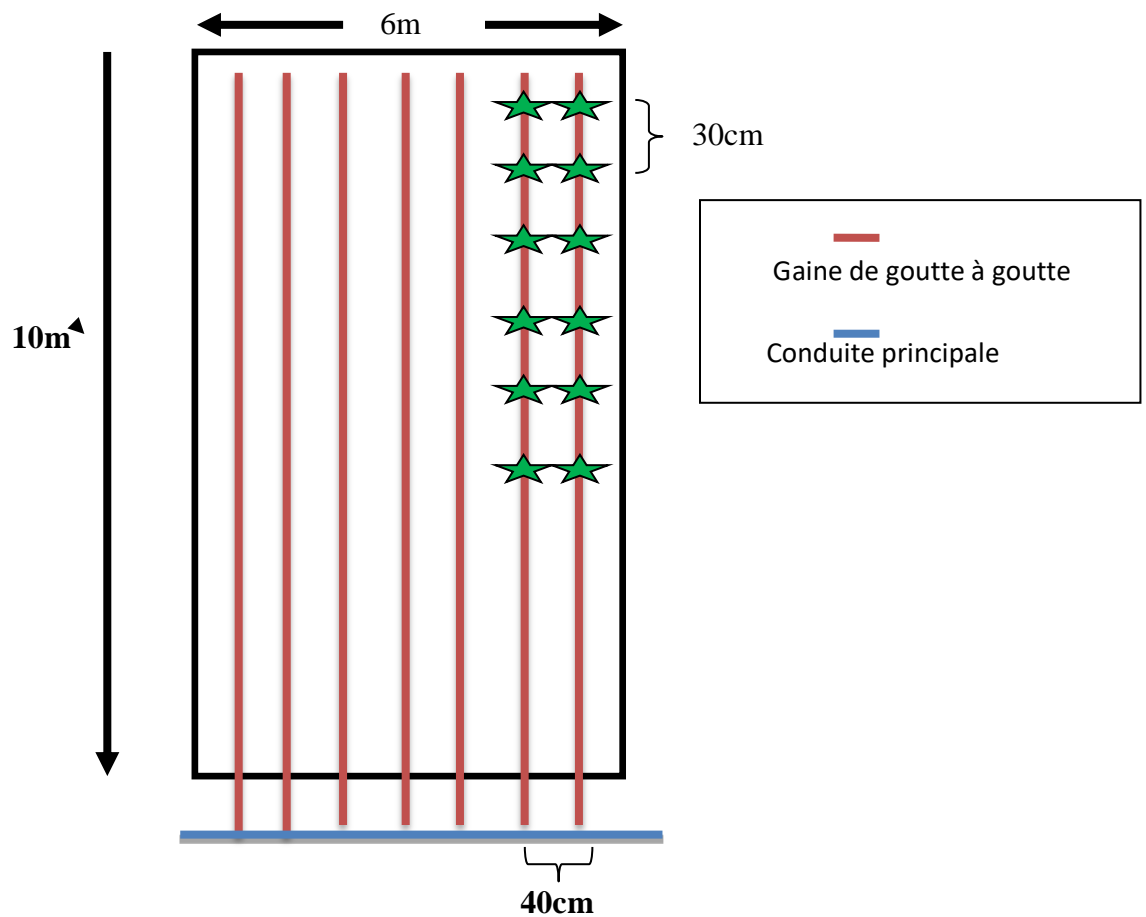


Figure 10: Schéma du dispositif expérimental.

4.2. Analyse chimique de sol et l'eau d'irrigation

Les Tableaux : Analyse chimique d'un échantillon de sol et d'eau au laboratoire de la station expérimentale.(laboratoire.ITDAS-BISKRA).

a- Les analyses du sol de la parcelle

Tableau 3:caractéristiques chimiques du sol (0-30cm) avant la plantation.

Echantillon	CE (ds/m) rapport 1/5	PH	Calcaire total (%)	Calcaire actif (%)	MO (%)	CEC (még/l)
Profondeur (0 à 30cm)	2.16	7.64	20.40	4	2.64	25.43

b- Texture : Le type de sol sablonneux argileux

Tableau 4 : caractéristiques physiques du sol (0-30cm) avant la plantation.

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
27.78	7.38	5.1	36.9	22.8

c- Les analyses de l'eau:

La conductivité électrique de l'eau est de 6,18 (ds/m) et un pH de 7,87.

Tableau 5: caractéristiques chimiques de l'eau.

Echantillon	PH	CE (ds/m)
Eau de forage	7.87	6.18

4. 3. Itinéraire cultural

Un ensemble d'opérations culturales a été réalisé afin d'assurer une mise en place adéquate de la culture et une végétation meilleure. Toutes les opérations sont illustrées ci-dessus :

Tableau 6 : les opérations culturales.

Opérations culturales	Dates
Préparation de sol (labour pour aération)	26/09/2022
Pré-irrigation	26/09/2022
Labour + MAP + Lis de semences	02/10/2022
Installation de réseau d'irrigation	04/10/2022
Semis	06/10/2022

4.3.1. Précédant cultural

Le semis a été effectué sur un sol sans précédent cultural.

4.3.2. Préparation de sol

Deux labours ont été effectués à l'aide d'une charrue à disque à une profondeur de 25 - 35 cm dans le but d'aération du sol (en dates 26 Septembre 2022).

4.3.3. Pré-irrigation

Une pré-irrigation a été effectuée le 26 Septembre 2022 afin de faire germer les semences adventices.

4.3.4. Epandage d'engrais de fond

Un épandage d'engrais de fond MAP a été réalisé le 02 Octobre 2022 à raison de 1.2 kg/60 m², suivi par une préparation du lit de semence.

4.3.5. Installation de réseaux d'irrigation :

Le système d'irrigation utilisé dans notre essai est le système goutte à goutte qui a été installé les 04 octobre 2022.

Les besoins de la betterave sucrière en eau sont de l'ordre de 5000 à 6000 m³ /an/ ha pour un rendement moyen de 40 tonnes/ha, pour cela nous avons installé un compteur d'eau pour nous permettre de contrôler les doses d'irrigation utilisées.



Figure 11:photo de l'installation du système d'irrigation.

4.3.6. Semis

Le semis a été réalisé manuellement par l'emplacement d'une graine à 2-3 cm sous la surface du sol, 4 cm étant la limite ; avec une densité de 495 graines /parcelle (60 m²). Cette opération a été effectuée le 06 Octobre 2022.



Figure 12: photo réelle Mise en place des semences.

4.3.7. Epandage d’engrais d’entretien (fertilisation minérale)

Nous avons apporté deux engrais d’entretien ; **Urée 46%** et **N P K (0 0 50)**

- ✓ **Urée 46%** à raison de **3 kg/ 60 m²** : fractionnées en trois apport (un apport chaque mois).
- ✓ **N P K 0 0 50** à raison de **3 kg /60 m²** : fractionnées en trois apport à partir de troisième mois après le semis (au stade début tubérisation).
- ✓ **Correcteur** de carence d’oligo-éléments à base de Bore, à raison de **30 g/60 m²** : fractionnée en deux apport au début de tubérisation.

Le Tableau illustré ci-dessus représente les dates et les quantités d’engrais apportés.

Tableau 7 : date et quantité des engrais d’entretien apportées.

Les fractions	Epandage d’urée 46% (3 kg/ 60 m ²)	Epandage d’ NPK 0 0 50 (3 kg /60 m ²)	Epandage des oligoéléments (bore) (30 g/60 m ²)
1^{ère} apport	02/11/ 2022	03/01/2023	07/02/2023
2^{ème} apport	29/11/2022	07/02/2023	06/03/2023
3^{émet} apport	20/12/2022	06/03/2023	

5. Récolte :

La récolte a été effectuée manuellement à la date du **26/04/2023**, Il faut la placer à l’ombre afin d’éviter la dégradation des tubercules et la réduction du taux de sucre,



Figure 13: photo réelle La récolte de la culture

Résultats et discussion

1. Etude des stades phénologiques

Tableau 8: Représentation des stades phénologiques de la betterave sucrière.






Stades phénologiques				
2 feuilles	4 feuilles	6 feuilles	8 feuilles	Croissance végétative
23/10/2022	3/11/2022	13/11/2022	30/11/2022	10/12/2022
				

Tableau 9 : Représentation des Nombre de jours.

Stade	Semis	2 feuilles	4 feuilles	6 feuilles	8 feuilles
Date	06-10-2022	23-10-2022	3-11-2022	13-11-2022	30-11-2022
Nombre de jours	0	18	28	38	55

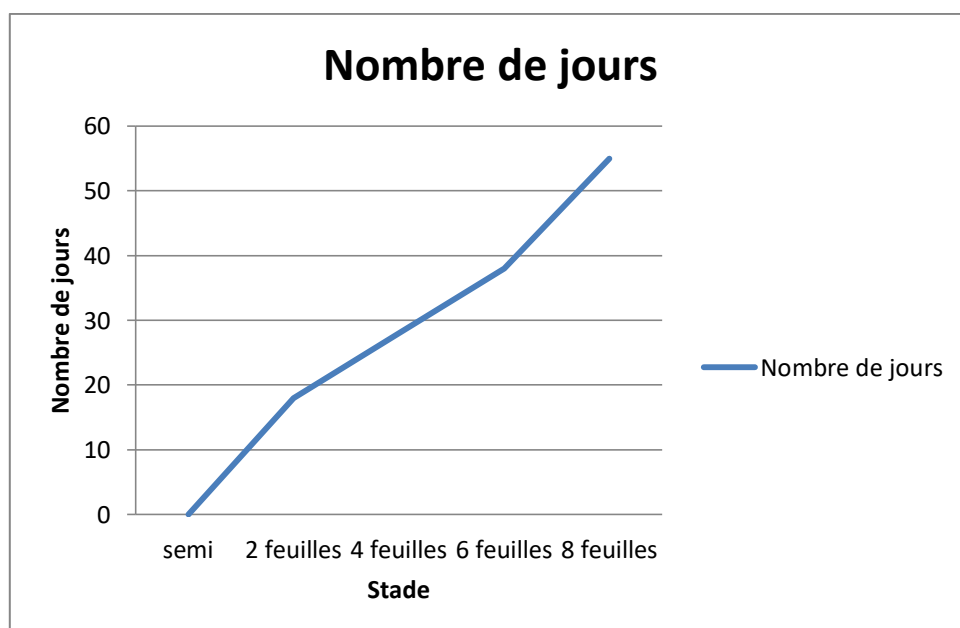


Figure 14: nombre de jours des stades phénologiques

- Au cours de notre étude on s'intéresse par La durée du cycle végétatif allant du semis (06 /10 /2022) au stade 08 feuilles (30/11/2022) a mis 55 jours.

- Durant cette période juvénile, les conditions environnementales de l'expérimentation (Température ; humidité ; les composantes du sol ; la fréquence des irrigations) ont été favorables pour un bon développement de la plante,; la parcelle de betterave sucrière a présenté une couverture homogène du site expérimental.

2. Etude des paramètres morphologiques

Cette étude des paramètres morphologiques ayant concerné la partie aérienne (hauteur ; couverture ; longueur des feuilles) et la partie souterraine de la plante (longueur ; poids).

2.1. Partie aérienne

2.1.1. La longueur de plante (partie aérienne)

Tableau 10: la longueur de plante (partie aérienne)

Stade	semis	2 feuilles	4 feuilles	6 feuilles	8 feuilles	Fin croissance
Date	6-10-2022	23-10-2022	3-11-2022	13-11-2022	30-11-2022	28-02-2023
Nombre de jours	0	18	28	38	55	145
Longueur moyenne (cm)	0	4	7	11	15	49

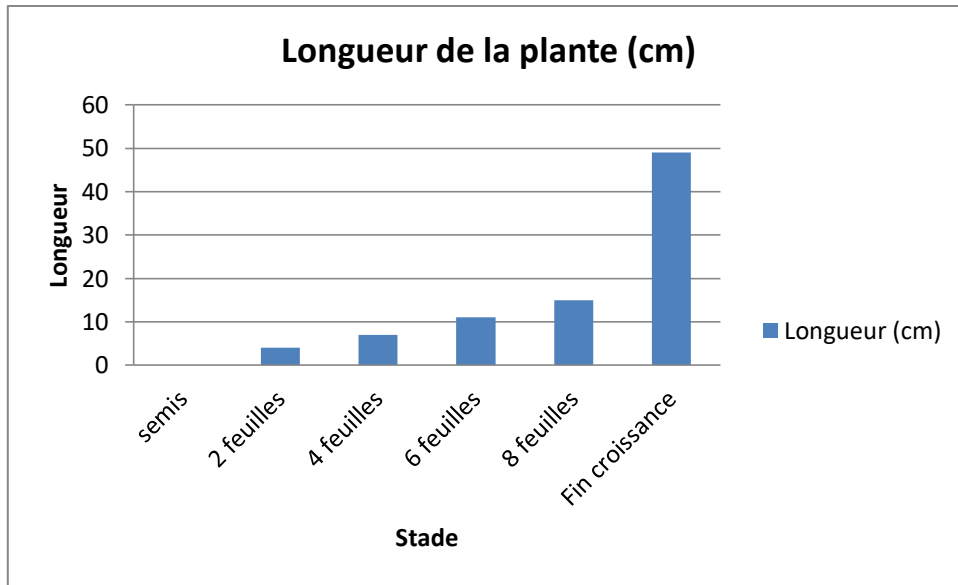


Figure 15: Longueur de la plante selon les stades phénologiques (cm).

La longueur de la plante (partie aérienne) évolue en fonction du stade phénologique ; elle a atteint sa valeur maximale en date du 28-02-2023 avec une longueur de 49 cm durant 145 jours en fin de sa croissance végétative, Les conditions environnementales de l'expérimentation ont été favorables pour leurs développements durant les différents stades phénologiques.

2.2. Partie racinaire

2.2.1. La longueur de racine

Le résultat se présente dans la figure ci-dessous :

Tableau 11 : Longueur partie racinaire.

Stade	Semis	2 feuilles	4 feuilles	6 feuilles	8 feuilles	Récolte
Date	6-10-2022	23-10-2022	3-11-2022	13-11-2022	30-11-2022	26-04-2023
Nombre de jours	0	18	28	38	55	202
Longueur (cm)	0	6	9	14	17	30

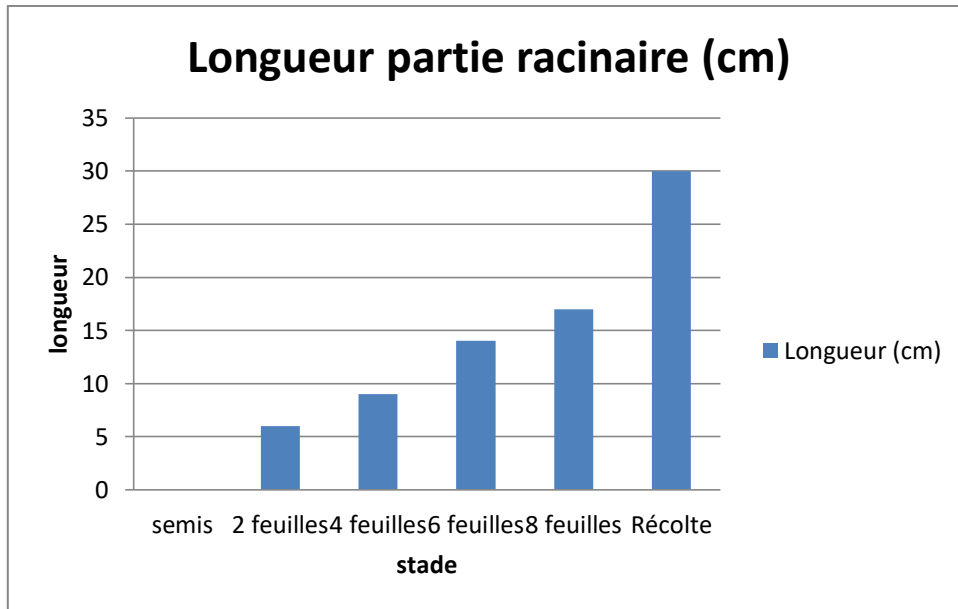


Figure 16: la présentation la Longueur partie racinaire (cm).

- La longueur de la partie racinaire évolue en fonction du stade phénologique ; elle a atteint sa valeur maximale le 26-04-2023 présentant une longueur de 30 cm durant 202 jours au stade de récolte, Les conditions environnementales de l'expérimentation ont été favorables.

2.2.2. Longueur moyenne des racines à la récolte (cm)

Pour les mesures du poids, de la longueur, des racines et du poids de la partie verte, nous avons pris des parcelles d'une superficie d'un mètre carré répété 3 fois posées d'une manière aléatoire.

Tableau 12 : longueur moyenne des racines.

Répétition	Longueur moyenne (cm)
R1	26
R2	33
R3	31
Moyenne	30

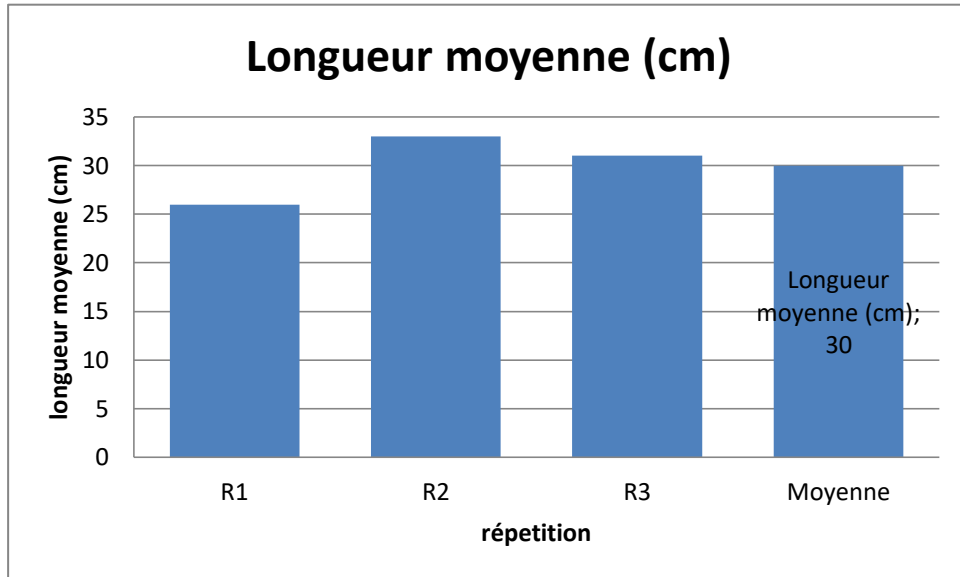


Figure 18: longueur moyenne des racines à la récolte (cm).

- La longueur moyenne des racines à la récolte est de 30 cm avec une valeur maximale de 33 cm, Les conditions environnementales de l'expérimentation ont favorisé l'expression d'un bon développement végétatif pour la variété de betterave sucrière (Mohican) mise à l'essai. Sachant que la longueur moyenne d'une racine de betterave sucrière est de 15 à 35 cm (Anonyme, 1999 et Hadjeb et lebkara, 2008).

2.2.3. Corrélation racine – feuille

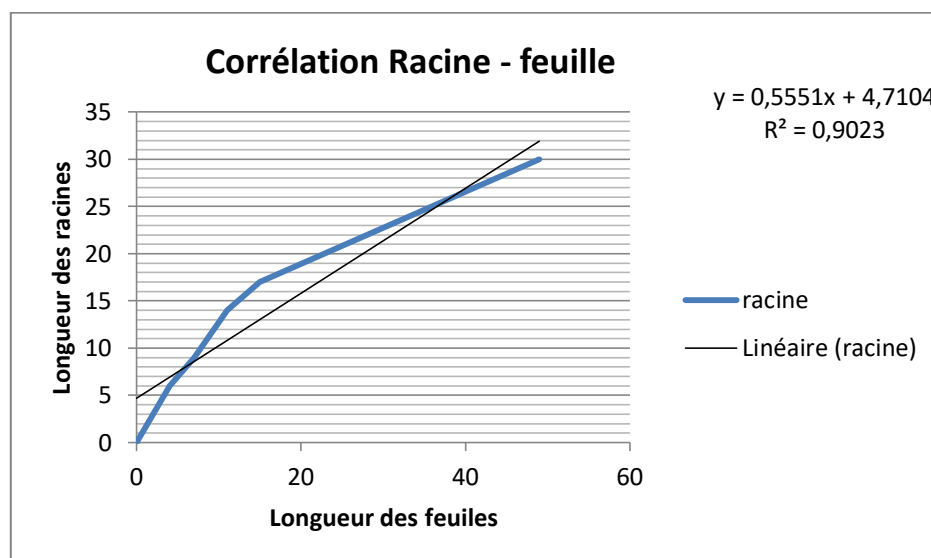


Figure 19: corrélation entre les racine-feuille

Sur la figure 11 ci-dessus la courbe : révèle une corrélation entre la longueur des feuilles et celle de la racine du semis jusqu'à la maturité.

Cette corrélation de proportionnalité est hautement significative. Elle suit une équation d'une droite : $y = 0.5551 x + 4.7104$ avec $R^2 = 0.9023$

2.2.4. Couverture foliaire de la parcelle (en fin de croissance)

- Le résultat se présente dans la figure ci-dessous :



Figure 17: photo représentant les mesures de Couverture foliaire.

Tableau 13: couverture foliaire de la plante.

	R1	R2	R3	Moyenne
longueur feuille basale (cm)	42 ,5	49	52	47.83
Largeur feuille basale (cm)	18	21	15 ,5	18.166
Hauteur de la plante (cm)	41	45	61	49
Rayon de la plante (cm)	40,5	42	48	43.5
Surface foliaire de la plante (cm²)	5150.385	5538.96	7234.56	5974.635

- La longueur moyenne de la feuille basale mesurée au niveau de la parcelle est de 47.83 cm avec une valeur maximale de 52 cm.

La largeur moyenne de la feuille basale est de 18.166 cm avec une valeur maximale mesurée de 21 cm, La surface foliaire moyenne mesurée des plantes est de 5974.635 cm²

La surface foliaire totale des plantes est de 294.1 m², soit une couverture parfaite de la parcelle selon les écartements appliqués (30 cm x 40 cm).

3. Estimation du rendement

Tableau 14 : représente les résultats de la récolte.

Répétition	Poids feuilles (Kg)	Poids racines Kg	Taux de sucre
1	7.2	10.5	22.4
2	6.4	10.2	20.4
3	4.7	13.2	23.4
Moyenne	6.1	11.3	22

3.1. Estimation du rendement en vert (Feuilles)

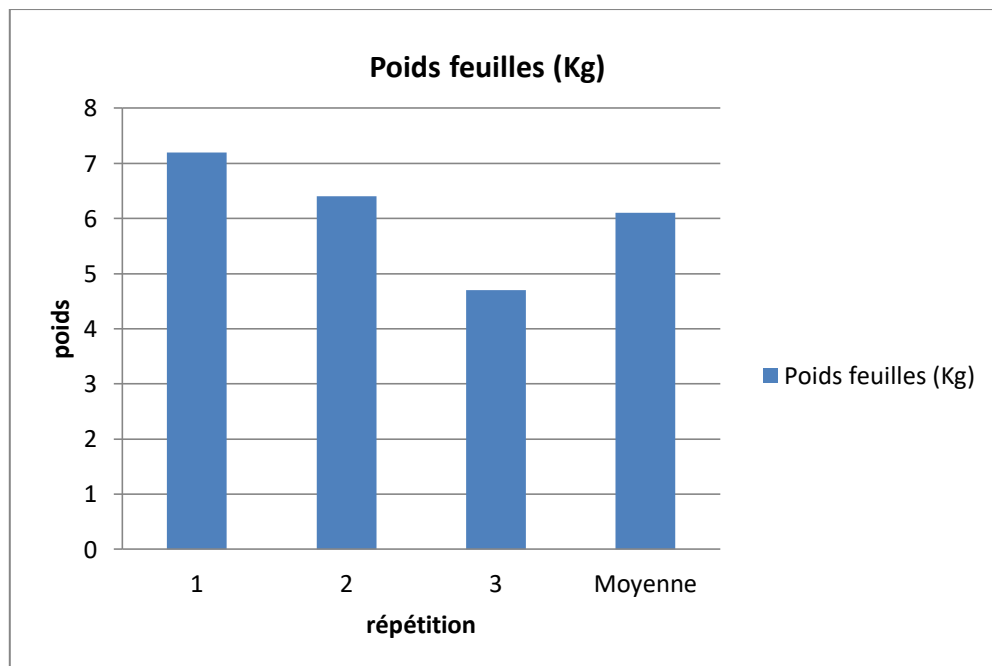


Figure 18: la masse foliaire par m²

- Le rendement moyen en vert (feuilles) est estimé à 61 t /ha

- Le rendement maximal est de 72 t /ha et le minimal est de 47 t /ha
- La culture de la betterave sucrière fournit **un bon tonnage** pour l'alimentation animale (Fourrage en vert).

3.2. Estimation du rendement racine

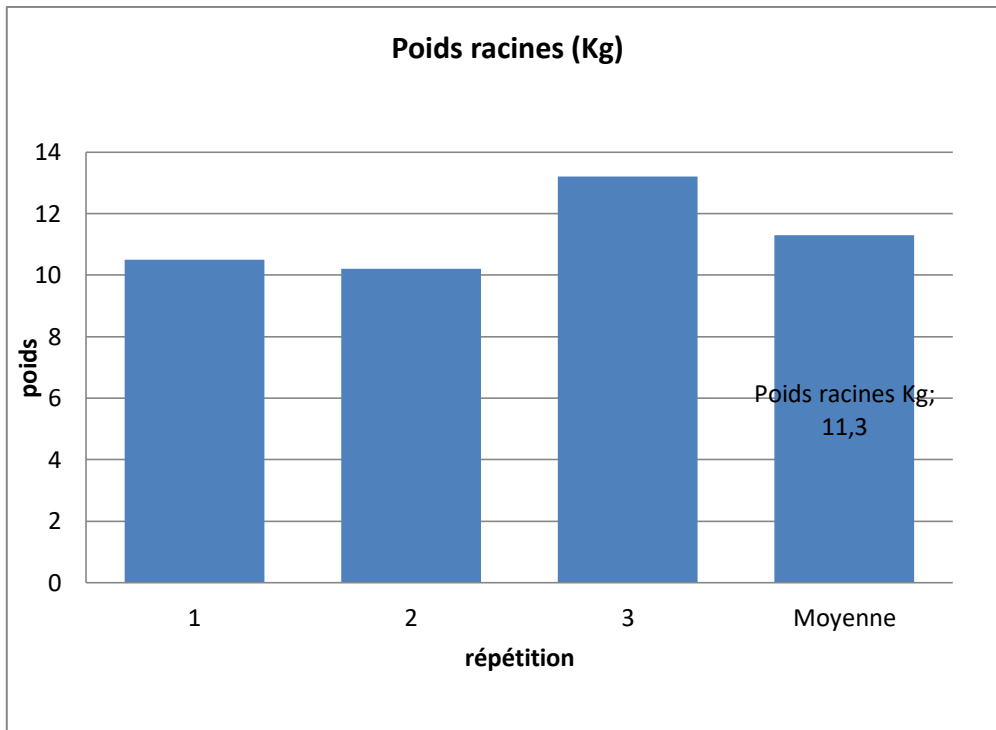


Figure 19: Estimation du rendement racine

- Le rendement moyen racines estimé est de **113 t/ha** contre **81 t/ha** durant les campagnes agricoles 2020-2021 et 2021-2022.
- Un tonnage maximal relevé est de 132 tonne/ha et un minimal de 102 tonne/ha
- Les résultats de l'essai sont très encourageants et dépassent de loin la moyenne mondiale qui est de **60 -90 t/ha**.

3.2.1. Estimation de poids moyen de la racine (gr)

Tableau 15: Poids moyens des racines (grammes).

Répétition	Poids(g)
R1	1120
R2	990
R3	1360
Moyenne	1156

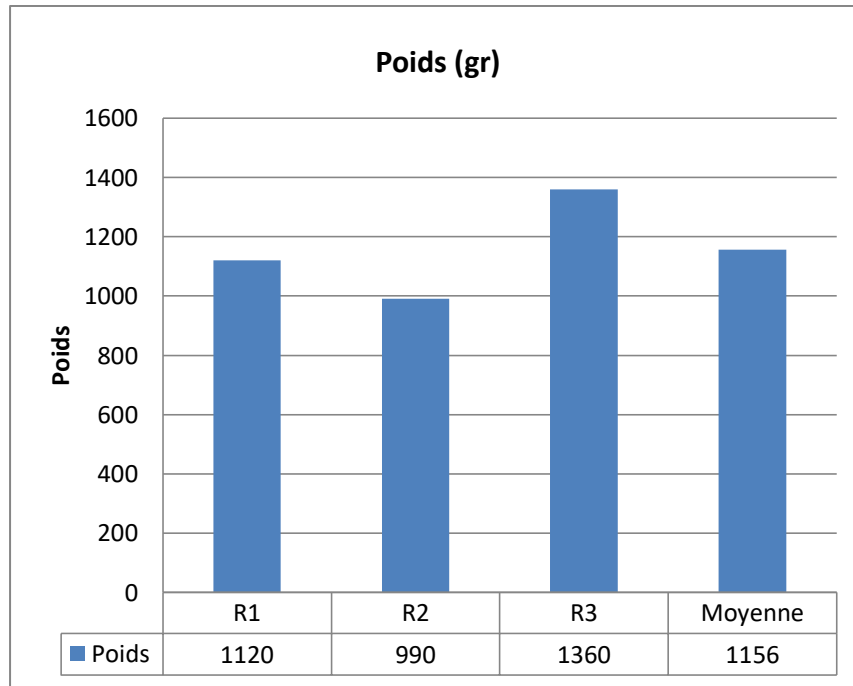


Figure 20: les poids moyen de la racine

- L'examen de l'échantillon pondéral des racines a donné ce qui suit :
- Le poids moyen des racines est de 1156 grammes
- Le poids maximal racinaire est de 1360 grammes et le minimal est de 990 grammes.

3.3. Estimation du taux de sucre

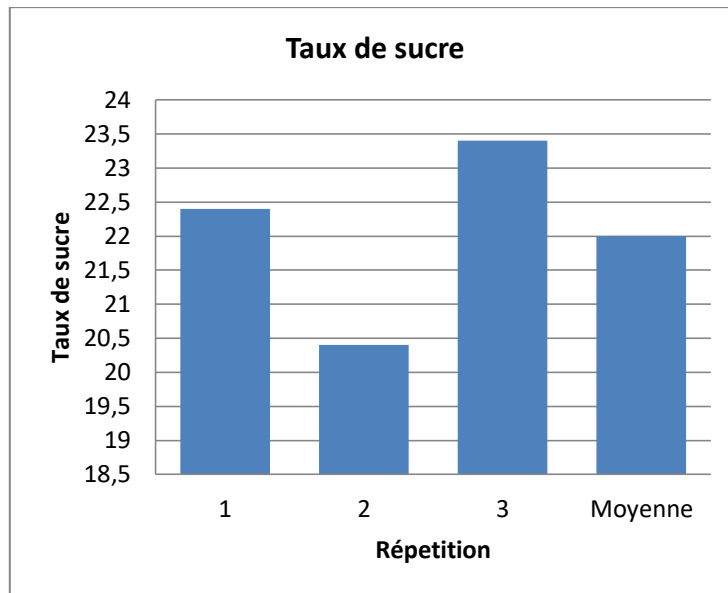


Figure 21: Taux de sucre.

- L'analyse au laboratoire a donné un taux moyen en sucre de la variété Mohican de 22% contre 19.8% durant les campagnes agricoles 2020-2021 et 18.58% pour 2021-2022
- Le taux maximal enregistré est de 23.4% et le minimal est de 20.4%
- Les taux de sucre obtenus sont considérés de très satisfaisants et ont dépassé le taux mondial qui est de 16%.

Conclusion

Le travail effectué tout au long de cette expérience enrichissante, nous a permis d'en savoir plus sur la betterave sucrière. Car cette culture, jusque-là mystérieuse, a laissé apparaître ses facettes cachées. En effet, ses techniques culturales sont pratiquement à la portée de n'importe quel agriculteur.

Afin de mettre en avant les résultats de la culture de la betterave sucrière (*Beta vulgaris*), l'ITDAS a mis en place une parcelle expérimentale de comportement de variété MOHICAN dont les objectifs sont d'étudier son adaptation et l'estimation de son rendement.

A l'issue du présent essai, le comportement de la culture de betterave sucrière dans les régions sahariennes a montré que cette culture plus qu'une adaptation pour les conditions de notre région et a su mettre en évidence au premier plan, de part ses avantages énumérés restent l'un des meilleurs moyens de valorisation des potentialités et des ressources de notre région.

Les résultats de l'expérimentation obtenus sont très probants et dépassent le niveau des normes internationales (65-95 t/ha); une production en racines estimée de 113 t/ha dont le poids unitaire (le poids d'une racine) atteint 1360 gr avec un taux de sucre atteignant 22% et une production en masse végétale (feuilles) de l'ordre de 72 t/ha. Cette plante non consommable s'avère parfaitement adaptée aux conditions climatiques de Biskra. Le cycle végétatif est de 202 jours, le développement de la culture a été réalisé de façon normale sans incidents physiologiques.

La culture de betterave sucrière dans les régions sahariennes a prouvé ses performances tant en production de masse qu'en taux de sucre. C'est une culture prometteuse qui à l'avenir générera de la richesse au pays et par conséquent réduira la facture d'importation.

Les références bibliographiques :

1. Achabou, M. A., Tozanli, S. 2007. Mise en application de l'accord d'association UE-Algerie: les conséquences sur l'industrie sucrière algérienne (No. 688-2016-47169).
2. Agbani M., Jenane C., 2000. la betterave à sucre monogermes : Fiche technique. Bulletin National de Transfert de Technologie en Agriculture N75. 6p.
3. Alaoui S.B., Ammar A., 2006. Effet du type de variété, de la date de semis et la durée du cycle sur la compétitivité et la productivité de la betterave à sucre dans le Gharb (Maroc).
4. Alaoui S.B., 2005- Physiologie de la betterave à sucre en relation avec le stress hydrique et la gestion de l'irrigation. These. Ing et Tech. l'ORMVA. Maroc.
5. Anonyme. 1999. Draft consensus document on the biology of Beta vulgaris L. (Sugar beet). O.E.C.D. (Organization for Economic co-operation and development). 37p.
6. Anonyme. 2003. Guide environnement pour la production raisonnée de la betterave sucrière. Ed : ITB (Institut Technique de la Betterave).31p.
7. Anonyme. 2005. Guide des pratiques de l'agriculture biologique en grandes cultures. Ed : VETAB .pp :31-32.
8. Anonyme. 2006. Guide de culture de la betterave industrielle. Ed : ITB.53p.
9. Anonyme. 2006. Recueil de fiches techniques. Ed : ITDAS.160p.
10. Arzate A.2005. Extraction du sucre de betterave. Saint-Norbert, Québec: centre de recherche de développement et de transfert technologique en acériculture.
11. Badraoui M., Agbani M., Bouabid R., El Gharous M., Karou M., Zerouali M. 2001. New references for the fertilization of wheat, sugar beet and sunflower in doukkala in Gharb irrigated perimeters in Morocco. Ed CIHEAM. série A N°50.6p.
12. Badraoui M., Agbani M., Gharous M., Karrou M., Soudi B. 2000. Normes d'interprétations des analyses de sol pour les cultures de blé et de betterave en irriguée dans les Doukkala (Maroc) : bulletin National de Transfert de Technologie en Agriculture N 70.
13. Decloux M. 2003. Procédés de transformation en sucrerie (partie 2). Filière de production : Produits ; origine végétale. Technique de l'ingénieur.

14. Didier A. 2013. Modélisation de la croissance, des relations sources-puits et du rendement en sucre de la betterave sucrière (*Beta vulgaris* L.) sous des régimes contrastés de nutrition azotée. Doctoral dissertation. Agro Paris Tech.
15. Ditges C M. 1994. La lutte contre les mauvaises herbes dans la culture de betterave à sucre en Tunisie. Ed : GTZ.
16. Ditges C M., 1994- La lute contre les mauvaises herbes dans la culture de betterave à sucre en Tunisie. Ed: GTZ.
17. Djuric M ., Gyura J.,Zavarga Z., Serés Z ., Tekic M., 2004. Modellig of ultrafiltration of non-sucrose compound in sugar beet processing. *Journal of Engineering*, 52(3).
18. Durr C., et Boffin J ., 1995 . Sugar beet seedling growth from germination to frist leaf stage. *Journal of Agricultural sciences*. Cambridge, 120,pp : 427-435.
19. Durr C., Richard G., Boizard H., 1999. Amélioration de la qualité de lit semence et réduction de nombre de passage par l'automatisation du réglage des outils. *Pojet Agriculture demain* 8p.
20. Elliott M., Weston G. 1993. Biology and physiology of the sugar-beet plant. Dans D. Cooke, et R. Scott (éds.), *The sugar Beet Crop* (PP .37-66). Chapman & Hall.
21. Fleury A ., Caneill J.1984 . croissance et développement de la betterave sucière. Analyse de l'hétérogénéité de peuplement. In : *Physiologie de la plante entière*. INRA. Département d'Agronomie. 201-212.
22. Galatowitsch M. W., Smith G. A. 1990. Regeneration from un fertilized ovule callus of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 70(1), 83-89.
23. Hadj M. 1973. Etude globale de la betterave à sucre sur le périmètre irrigué de Haut Cheliff. I. N. A Alger.
24. Hadjeb A., Lebkara T, 2008. Etude du comportement de deux variétés de betterave sucrière (*Beta vulgaris* L.) monogermes : enrobées dans la région de biskra : Thèse Ing. Ins Agro. Biskra. 72p.
25. <https://fr.statista.com>.
26. <https://www.fellah-trade.com>
27. Jelenco V., Casovic. 1971. Etude sur la culture de betterave à sucre en Algérie. Rome. F.A.O.
28. Katerji N., Van Hoom J.W., Hamdy A., Mastrorilli M., Mou karzel E. 1997. Osmotic adjustment of sugar beet in reaponse to soil salinity and its influence on stomatal conductance. growth and yield : *Agricultural Water Mnagement* 34 .pp :57-69.

29. Langue W., Branderburg W.A., De Bock T.S.M. 1999. Taxonomy and cultonmy of beet (Beta vulgaris L.): Botanical Journal of the liennenn society 130. pp: 81-96.
30. Legrand G., Vanstallen M. 2000. Les Guides Technique de l'IRBAB .Fumure azotée en betterave sucrière. Institut Royal Belge pour l'amélioration de la Betterave.56p.
31. Longden P .C. 1993. Weed beet resurgence in 1993 : the bolters return. British Sugar beet Review vol 61, No3.
32. Mäck G., Hoffmann C. M. 2006. Organ-specific adaptation to low precipitation in solute concentration of sugar beet (Beta vulgaris L.). European Journal of Agronomy, 25(3), 270-279.
33. Matallah S. 2000. la production de la betterave à sucre en Algérie. Ed I.T.G.C. (Institut Technique des Grandes cultures).36p.
34. Megherbi A. 1981. Analyse du procès de production de la betterave à sucre et les problèmes de sa maitrise technique dans le périmètre irrigué du Haut Cheliff, thèse. Ing. INA. Alger.128p.
35. Olivier M. 1972. la politique agraire de l'Algérie, évolution et perspectives. Alger.
36. Pennington N., Baker C .W 1990. Sugar : A user's guide to sucrose.A .V. I. book USA.331p.
37. Rahmani A. 2022. la conduite technique de la culture de betterave sucrière (Beta vulgaris L.) dans la région de Biskra ; Thèse. Master. Agr. Univ. Biskra. 13p.
38. Renard H.1997. la germination des semences. Application au cas de la betterave. Hautes études betteravières et agricoles, 9(36).pp :7-11, 19.
39. Roggo Y.2003. Détermination de la qualité de la betterave sucrière par spectroscopie proche infrarouge et chimiométrie. Thèse. Doct. Univ. Lille.
40. Sester M., 2004- Modélisation de l'effet des système de culture sur les flux des genes entre culture transgénique et adventice apparentée cas de la betterave sucière Beta vulgaaris L. these doct.
41. Urbaniec K. 2004. The evolution of evaporator stations in the beet-sugar industry. Journal of food engineering, 61(4), 505-508.
42. Van der Poel P .W. , Schiweck H., Schwartz T. 1998 . Sugar technology. Beet and cane sugar manufacture. Verlag Dr. Albert Martens KG, Berlin, 1005p.
43. www .olivierfrey.com.
44. www.FAOSTAT.com

45. Zicari S., Zhang R., amp; Kaffka S. 2019. Sugar Beet. Integrated Processing. Technologies for Food and Agricultural By-Products, 331-351.

تقنيات زراعة الشمندر السكري -2006العلوي سي بن ناصر , 30. ص

Résumé

L'étude expérimentale ayant portée sur le comportement d'une variété de betterave sucrière (MOHICAN) dans la région de Biskra, qui a duré 202 jours, a donné des résultats très probants. Cette culture a exprimé un bon développement végétatif durant les stades phénologiques.

Par son adaptation aux conditions du milieu, sa production atteint 113 t/ha de racines et 72 t/ha de feuilles avec un taux de sucre de 22%, dépassant le niveau des normes internationales.

La culture de betterave sucrière dans les régions sahariennes a prouvé ses performances tant en production de masse qu'en taux de sucre. C'est une culture prometteuse qui à l'avenir générera de la richesse au pays et par conséquent réduira la facture d'importation.

Mots clé : Betterave sucrière, Taux sucre, variétés, Mohican

Abstract

The experimental study on the behavior of a variety of sugar beet (MOHICAN) in the region of Biskra, gave very convincing results. A crop cycle of 202 days; this crop showed good vegetative development during the phonological stages.

Through its adaptation to environmental conditions, its root production was 81 to 113 t/ha and 47 to 72 t/ha in green (leaves) for a sugar rate of 22%, far exceeding the level international standards.

Sugar beet cultivation in the Saharan regions has proven its performance both in mass production and in sugar levels. It is a promising crop that in the future will generate wealth in the country and therefore reduce the import bill.

Keywords: Sugar beet, sugar content, varieties, Mohican.

المخلص

نتائج أعطت الدراسة التجريبية على سلوك مجموعة متنوعة من بنجر السكر (MOHICAN) في منطقة بسكرة مقنعة للغاية. دورة المحاصيل 202 يوم؛ أظهر هذا المحصول تطورا نباتيا جيدا خلال المراحل الفينولوجية من خلال تكيفها مع الظروف البيئية، كان إنتاجها الجذري من 81 إلى 113 طن / هكتار و 47 إلى 72 طن / هكتار باللون الأخضر (الأوراق) بمعدل بريكس (السكر) بنسبة 22٪، وهو ما يتجاوز بكثير المعايير الدولية أثبتت زراعة بنجر السكر في مناطق الصحراء أداءها في كل من الإنتاج الضخم ومستويات السكر. إنه محصول واعد سيولد ثروة في المستقبل في البلاد وبالتالي يقلل من فاتورة الاستيراد الكلمات المفتاحية: الشمندر السكري نسبة السكر اصناف موهيكان