



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة زيان عاشور - الجلفة
Université Ziane Achour – Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم العلوم الفلاحية و البيطرية
Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires



Projet de fin d'étude En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité : Economie Rurale

Thème

Contribution à l'étude de faisabilité de culture de la betterave sucrière en
Algérie (Cas de la wilaya de Djelfa)

Présenté par :

- RIDA Souzane Djamila
- SIFAOUI Farieha

Soutenu le :/11/2021

Devant le jury composé de :

Président :	M. ABOUB K.A.	Prof.	Université de Djelfa
Examineur :	M. MEBARKI A.	MAA	Université de Djelfa
Examineur :	M. LAHOUEL M.	MAA	Université de Djelfa
Promoteur :	M. HOUARI A.	MAA	Université de Djelfa

Année Universitaire 2020/2021

Table des matières

Dédicaces	I
Remerciement	II
Liste des abréviations	III
Liste des tableaux	IV
Liste des figures	V
1. Introduction	01
1.1. Problématique.	04
1.2. Objectif du travail	05
2. Matériel et méthode	06
2.1. Généralités sur la zone d'étude et la culture de la betterave sucrière	06
2.1.1. Généralités sur la steppe Algérienne	06
2.1.2. Production de la betterave sucrière en Algérie	08
2.1.3. Aperçu sur la culture de la betterave sucrière	08
2.1.4. La betterave sucrière sur champs	11
2.1.5. Caractéristiques botaniques de la betterave sucrière	12
2.1.6. Utilisation de la betterave sucrière	14
2.1.7. Exigences de la betterave sucrière	15
2.1.7.1. Exigences climatiques	16
2.1.8. Exigences et choix des techniques d'implantation de la betterave sucrière	17

2.1.8.1. Préparation du sol	17
2.1.8.2. Date de labour	17
2.1.8.3. Intérêt de la pré-irrigation	18
2.1.8.4. Le labour	18
2.1.8.5. Préparation du lit de semences	18
2.1.8.6. Le semis	19
2.1.8.6.1. Périodes de semis	19
2.1.8.7. La fertilisation	20
2.1.8.8. L'irrigation	22
2.1.9. La culture	22
2.1.10. La récolte	26
2.1.11. La betterave sucrière en agro-industrie	28
2.1.11.1. Les étapes de la fabrication du sucre de betterave	28
2.1.11.2. Procédé de transformation de la betterave à sucre	28
2.1.11.3. Opérations préliminaires à l'extraction	29
2.1.11.4. La fabrication du sucre en cinq étapes	29
2.1.11.5. La betterave sucrière, polyvalente par nature	30
2.1.12. Analyse économique	35
2.1.13. La zone d'étude	39
2.1.13.1. Localisation et limites	39
2.1.13.2. Climatologie	39

2.1.13.3. Hydrologie	41
2.1.13.4. La flore	42
2.2. Méthodes d'étude	43
Références bibliographiques	44
Annexes	
Résumé	

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Les deux personnes les plus chères à mon cœur, mon père et ma mère, qui m'ont apporté soutien et confort tout au long de mes études, et à ma deuxième maman Massouda.

Mon frère et mes sœurs : Soltane , Aya , Isrra et Rami.

A tous les membres de la famille Rida.

A mes très chères copines.

A mon binôme « Sifaoui freiha » et sa famille.

A tous ceux que J'aime et je respecte.

Souzane

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A ma très chère Maman, vous représentez pour moi la source de tendresse, le symbole de la bonté, et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Vos prières m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

A mon très cher Papa, pour vos sacrifices pour mon éducation, ma formation et mon bien être. Ce travail est le fruit de vos efforts.

A mes chers frères et sœurs : Selem, Anes, Wissal, Sirine et Chafia. et et ma tante Boussouar rahma et tout ma et toute ma famille Boussouar

A mes très chères copines Saoudi, Chrouge, chaima et mon cher Boukhalkhal Brahim qui ont partagé avec moi les bons comme les mauvais moments de la vie, les douleurs comme l'espoir. Avec mon profond respect et mon affection.

A mon cher binôme Rida Souzane et sa famille

A toute personne chère à mon cœur et à tous ceux et toutes celles qui me connaissent et qui m'aiment.

A tous ceux-là, je dédie ce fruit de mes efforts.

Freiha

Remerciements

On remercie :

*Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la
volonté d'entamer et de réaliser ce modeste travail.*

Nos parents et nos familles.

*Mr HAOUARI A., on le remercie pour son suivi, ses
orientations pratiques ainsi que sa patience, sa gentillesse et sa
disponibilité durant la réalisation de ce travail et la présentation
de ce mémoire dans sa forme finale.*

Les membres du jury qui ont pris le soin d'évaluer notre travail.

*Et bien à nos enseignants pour leurs générosités et la grande
patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges
académiques et professionnelles.*

Et Dr ALLALI Ahmed

Souzane ; freiha

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

an : année

BADR : Banque de l'Agriculture et du Développement Rural

C° : Degré Celsius

DA : Dinars Algériens.

FNDA : Fond National du Développement Agricole

ha : Hectare

Hab : Habitant

HCDS : Haut Commissariat au Développement de la Steppe

Kg : Kilogramme

Km : Kilomètre

m³ : Mètre Cube

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

mm : Millimètre.

Liste des tableaux

Tableau 1	Bilan partiel des superficies de terres steppiques dégradées ou en voie de dégradation	07
Tableau 2	Les travaux nécessaires pour la culture de la betterave sucrière.	10
Tableau 3	Historique de l'extraction du sucre à partir de la betterave sucrière	15
Tableau 4	Des exigences climatiques pour la betterave sucrière	16
Tableau 5	Effet de la date de semis sur le rendement et la qualité technologique de la betterave sucrière	20
Tableau 6	Effet de la date de récolte sur le rendement quantitatif et qualitatif de la betterave sucrière	28
Tableau 7	montrant l'étude de faisabilité de la culture de la betterave sucrière	35
Tableau 8	le cout des matériels utilisés dans la culture de la betterave sucrière	38
Tableau 9	les Charges opérationnelles à l'hectare	38
Tableau 10	Les postes d'emplois créés dans la wilaya de Djelfa	42
Tableau 11	Surface agricole total et utile et superficie en irrigué dans la wilaya de Djelfa.	43
Tableau 12	Répartition de la S.A.U	43

Liste des Figures

Figure 1	Délimitation des steppes algériennes	08
Figure 2	Cycle de la culture de la betterave sucrière	09
Figure 3	La récolte de la betterave sucrière.	10
Figure 4	La Betterave sucrière.	12
Figure 5	Morphologie de la betterave à sucre en fin de la phase végétative	14
Figure 6	La noctuelle terricole (ou ver gris)Le puceron vert	24
Figure 7	Le puceron vert	24
Figure 8	Uromycesbetae	25
Figure 9	Les cassides	25
Figure 10	La ramulariose	25
Figure 11	Réception des betteraves	29
Figure 12	Évaporation	30
Figure 13	Le sucre	31
Figure 14	La molécule de saccharose	34
Figure 15	Structure des coûts des producteurs de betteraves sucrières	38
Figure 16	Répartition des classes d'occupation du sol de la wilaya de Djelfa.	40



Introduction

1- Introduction

La croissance économique et démographique actuelle nécessite une consommation importante et intensive de certains types. Bien qu'il existe une industrie agro-alimentaire pour la production et la transformation de biens de consommation, ce phénomène a touché de nombreux pays, notamment les pays du tiers monde et dépendant du marché étranger. . Au 19ème siècle, avec l'exploitation des betteraves sucrières et l'extraction du sucre des raffineries industrielles, le sucre devient rare et cher au Moyen Âge. Actuellement, la canne à sucre couvre les 3/5 de la surface de production sucrière, mais la culture de la betterave sucrière connaît un développement important : recherche génétique et agronomique, amélioration de la productivité, etc. Depuis le début du siècle, la production mondiale de sucre n'a cessé de croître, dépassant les 110 millions de tonnes dans les années 90. Le sucre a joué un rôle important dans l'économie mondiale.

Il soutient 18 millions d'agriculteurs et pas moins de 1,8 million de travailleurs tirent leurs revenus de l'industrie sucrière. Par conséquent, il est devenu l'une des matières premières naturelles ayant une importance économique importante. Dans de telles circonstances, l'Algérie s'est retrouvée dans la plupart des cas à acheter des matières premières sur le marché mondial pour amorcer la transformation de divers produits alimentaires agricoles, tels que les céréales, le café, l'huile, le sucre... etc. Celle-ci est largement paralysée par la production algérienne .

Notre matière première la plus importante dans cette étude est : le sucre, qui est la principale source d'énergie dans notre alimentation, car il est le plus facile à produire et a le coût le plus bas (le niveau de vie est directement lié à la part totale d'énergie glucidique admission).

L'Algérie, à cet égard, est totalement dépendante du marché extérieur, puisqu'elle importe pratiquement la totalité de ses besoins. Il est donc intéressant de connaître l'intérêt nutritionnel et technologique du sucre ainsi que d'avoir un aperçu chiffré de ce marché relativement complexe. (Ameer berrahou fatima-nesrine ,2018)

On réhabilite la betterave sucrière car elle représente plusieurs intérêts :

- La production de sucre pour la consommation humaine qui est de estimée de 19Kg de sucre /an/habitat en 2007.
- Réduire les importations massives en sucre.
- La mélasse est utilisé dans diverses industries, dont la levurerie, la distillerie, l'industrie animale.
- La pulpe de betterave, est valorisée pour l'alimentation des ruminants.
- Production de l'alcool.

- Source de carburant (production d'éthanol). (INA P-G-Département AGER, 2003).

Il faut rappeler que les sous produits dégagés peuvent servir dans l'alimentation du bétail et la fabrication de levure boulangère.

Face au marché mondial du sucre de plus en plus ouvert et moins protégé, et face à la demande croissante, la logique du marché avait espéré que les principaux pays producteurs de sucre intensifieraient leurs exportations de sucre comestible. Cependant, il semble que certains de ces pays aient plutôt choisi de réorienter une grande partie de leur production de sucre comme matière première vers la fabrication de biométhanol.

La fabrication de biométhanol à partir de sucre se développe de plus en plus dans plusieurs pays, en raison de la réputation des biocarburants comme énergie propre et donc protection de l'environnement.

Cette caractéristique pourrait en faire un substitut aux combustibles fossiles traditionnels et un argument fort dans le débat actuel sur la protection de l'environnement.

Il existe aujourd'hui 26 types de sucre différents, mais nous savons qu'au cours des siècles, les humains ont utilisé de nombreuses substances pour augmenter la douceur des aliments et des boissons. Le miel a toujours été un édulcorant pour les humains. À l'époque préhistorique en Asie, la canne à sucre était une plante qui voyageait avec les humains. En 1887, des betteraves ont été testées pour la première fois dans la plaine de la Mitidja en Algérie. Les colons ne s'intéressaient pas à son développement, car en France, Napoléon connut la prospérité sous le règne de 1811, et Napoléon ordonna la plantation de 32 000 hectares avec l'aide financière de l'État. Nous étions en 1828 et la France comptait 89 sucreries produisant 4 000 tonnes de sucre. Actuellement, en 2011, 42 sucreries produisaient environ 4,9 millions de tonnes de sucre chaque année. Globalement, la superficie plantée en betterave sucrière est de 7 millions d'hectares. Production mondiale de sucre en 2010 (de canne et de betterave) est de 158 millions de tonnes.

Elle chute pour la deuxième année consécutive, incapable de répondre à la demande estimée à 167 millions de tonnes. En 1966, la première sucrerie algérienne est ouverte à Khemis Miliana, puis à Guelma. Le but n'est pas de freiner les importations, mais de produire une certaine quantité de produits au niveau national pour réduire la dépendance au marché international et moderniser l'agriculture dans les zones irriguées ; la betterave sucrière est une culture de rente très mécanisée avec une marge bénéficiaire brute élevée. La raffinerie de sucre d'El Khemis est conçue pour traiter 1 500 tonnes de betteraves sucrières par jour, soit 150 000 tonnes pour 100 jours d'activités de production, correspondant au rendement estimé à l'époque de 30 tonnes par hectare et une superficie de 5 000 hectares . Du fait de

l'augmentation de la population algérienne et de l'amélioration du niveau de vie, notre pays connaît une crise caractérisée par une consommation excessive de sucre.

Alors, le choix se pose entre le raffinage, l'importation du produit fini ou la culture de la betterave en Algérie.

L'Algérie importe le quasi totalité de sa consommation de sucre. Pourtant, il n'en pas toujours été ainsi. (Ameur berrahou fatima-nesrine ,2018)

Dans le agitation d'assembler les crises récurrentes de ce fertilité stratégique, il est tyrannique dès soutenant de prendre à la mise à niveau des sucreries existantes et poursuivre à cause un cantine combiné les coopératives spécialisées en cultures industrielles pendant d'distribuer en grossier les crédits matériels (semoirs de précision, bineuses, arracheuse, etc.).

Notre examen vise à mentir recommencer ou diligent réintroduction de la betterave à douceur en Algérie.

La betterave sucrière en Algérie est un déficit strictement il est problématique dans de maints maxime célèbre par le abondant bâtisseur éleveur il est soutenir là-dedans l'adaptation de la betterave sucrière comme à nous nation (Belaid, 2014) :

-L'procédé Algérien permet d'examiner des vigne d'arrière-saison derrière qu'en pudique ceux-ci sont printaniers. Une pareille grimace de faire permet d'admirer un règne de science espion malheur la période pluvieuse. Ce qui n'aurait pas été hypothétique pendant le cas de clos au renouveau.

-Les planteurs Algérien ont montré l'pluie des parcelles par la alcool à goutte. Cela dynamisme la apparition à des études encore économes en eau. Elles permettent des rendements avois de 70 tonnes par hectare.

-La culture de betterave à gâterie libère fort tôt les parcelles. Ce qui permet d'admirer des cultures dérobées : fourrages caban.

-La pagaille des racines en métallurgie certifie emplacement à la perpétration de pulpes, celles-ci constituent un débours de chrestomathie dans l'bêtes de ruminants.

Morsli (Morsil, 2013), rappelle en gravité à cause son article «le cigarette, la technologie du gourmandise et la betterave algérienne» qu'à l'particularisme, l'Algérie a hérité d'une caramel installée à Djelfa (Dar Chioukh) et que distinctes sucreries furent construites comme les années septante à Khemis-Miliana et Guelma». Nous pensons qu'il est à bleu éventuelle de tendre du gourmandise en Algérie. Produire une passage de nos besoins est une tube de doctrine davantage marchander nos importations de bonbon. Par lointain, allouer du confiserie à abruptement de betterave permet l'résultat de dessous-produits utilisables en élevage .

1.1. Problématique

En Algérie la production de sucre de betterave sucrière a été arrêtée à la fin des années 70. Ce geste pouvait se comprendre dans le contexte de l'époque: faible productivité des exploitations. De nos jours ce choix est incompréhensible. La culture de la betterave sucrière est totalement mécanisable (variétés monogermes), le déserbage chimique est efficace. Par ailleurs, nos capacités d'irrigation ont augmenté.

Depuis l'indépendance, l'agriculture algérienne a connu de nombreuses difficultés et problèmes. La production a été caractérisée par sa volatilité et sa vulnérabilité. (Guide de culture de la betterave, 2009)

Problèmes naturels :

- l'extension de la zone désertique sur plus de 2 millions de kilomètres carrés, soit plus de 90 % de la zone publique.
- La superficie agricole est restreinte, avec seulement 4 % de la superficie totale.
- Climat sec et précipitations.
- Problèmes structurels et compétences professionnelles
- Incompétence de l'équipement de marche et manque d'expertise.
- Mauvais système d'irrigation.
- L'érosion des sols et la désertification, qui menacent 32 millions d'hectares de terres.
- Manque d'équipement et dépendance à l'égard des méthodes agricoles traditionnelles.
- Déclin des zones agricoles en raison de l'expansion physique à leurs frais.
- Dépendance à l'égard des cultures pluviales et de la variabilité du climat.

Hypothèses

En Algérie, nous avons des façons originales de produire du sucre et des produits sucrants. Ainsi, groupe Metidji utilise du maïs importé pour produire par attaque à l'acide chlorhydrique du sirop de glucose. Quant à Cevital, il utilise du sucre brut importé qui est raffiné à Béjaïa. On le constate, notre sucre est entièrement produit à partir de matières premières importées. Est-il possible de faire autrement?

Est-il possible de cultiver la betterave sucrière en Algérie et quels sont les obstacles potentiels? (Doré C. varoquaux F. et coordinateurs, 2006.)

1.2. Objectif du travail

Dans ce travail nous envisageons de proposer une étude de faisabilité pour l'obtention de sucre à partir de la betterave sucrière cultivée et transformée en Algérie .

L'objectif principal de cette étude est d'expliquer le processus de la culture du sucre en Algérie et de connaître ses exigences.

En plus de connaître la rentabilité de la production sucrière en Algérie globalement, et connaître la possibilité du succès de cette culture dans la région de Djelfa.



Matériel et méthode

2. Matériels et méthodes

2.1- Généralités sur la zone d'étude et la culture de la betterave sucrière :

.21.1. Généralités sur la steppe Algérienne :

Les régions steppiques algériennes sont situées entre deux chaînes de montagnes :

L'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud, s'étendant sur une surface de terres d'environ 20 millions d'hectares (soit 8,4 % de la surface de l'Algérie), sur une longueur de 1000 kilomètres et une largeur variable, de 300 kilomètres à l'ouest et 150 kilomètres à l'est. L'altitude va de 400 à 1200 mètres. La steppe est caractérisée par une forte contrainte climatique (insuffisance des pluies avec un isohyète variant de 100 à 400 mm, vents violents et parfois chauds, etc.) et édaphique (sols vulnérables, minces et pauvres en matières organiques) (figure 1).

La végétation, qui subit un processus de contraction, est caractérisée par l'importance des espèces vivaces, ligneuses et graminéennes qui couvrent 10 à 80 % du sol et dont le développement est variable, en fonction des pluies (Houerou, 1995).

L'activité de l'élevage occupe une place assez importante dans la vie économique de l'espace steppique. Le cheptel, essentiellement ovin, qui y vit, représente environ 70 pour cent de l'effectif total du pays, soit 14 millions de têtes sur 20 millions en 2010. Les communautés tribales exploitent les espaces de parcours qui sont propriété commune sur la base d'un droit de jouissance coutumier (Khalid, 2014).

Les terres cultivées qui représentent une faible fraction de l'espace steppique sont appropriées à titre individuel selon les règles de la communauté.

Les pâturages situés en zones steppiques, subissant un processus de dégradation continu, s'amenuisent et nourrissent de moins en moins un effectif croissant d'animaux devenu pléthorique.

Ils régressent davantage, car l'agriculture progresse dans la steppe du fait de la croissance démographique qui induit une forte demande de produits agricoles, de la stratégie des agents économiques qui cherchent à diversifier leur revenu et de la politique de l'État qui encourage cette activité depuis les années 1990.

L'espace des parcours, déjà surchargé en cheptel, recule et la pression du pâturage s'accroît.

Outre le surpâturage et une agriculture non durable le troisième facteur de l'altération du milieu naturel est l'exploitation inconsidérée et à grande échelle de l'alfa (plante endémique de la steppe dont on fait de la pâte à papier) par des entreprises, de l'ère coloniale jusqu'aux années 1970(Khalidi,2014).

À la fin du 19e siècle on évaluait à quatre millions d'hectares la nappe alfatière, en 1989 elle a diminué de moitié selon le Centre National des Techniques spatiales (CNTS). Selon le CNTS,

s'appuyant sur l'imagerie satellitaire couvrant 13,8 millions d'hectares (soit soixante-neuf pour cent de la superficie de la steppe), l'espace complètement désertifié était estimé à 487 000 hectares en 2000. Les zones considérées comme très sensibles à la désertification, avec un couvert végétal inférieur à 20 pour cent, représentaient environ 2,2 millions d'hectares (tableau 1).

Les résultats partiels indiquent que plusieurs millions d'hectares de terres sont déjà dégradés ou en voie de dégradation, dégradation essentiellement d'origine anthropique.

La steppe algérienne est l'objet d'une exploitation écologiquement non durable. La désertification y gagne du terrain du fait d'une sécheresse récurrente, de la surcharge pastorale et de l'extension d'une agriculture pluviale et parfois irriguée, inadaptée aux conditions du milieu naturel. La dégradation des terres concerne donc à la fois la propriété collective (terres de parcours) et la propriété privée (les terres cultivées) (tableau 1).

La désertification affecte la végétation qui diminue voire disparaît et les sols qui s'érodent (Cornet, 2001 ; Robert et Spengel, 1999).

Tableau 1. Bilan partiel des superficies de terres steppiques dégradées ou en voie de dégradation (en millions d'hectares) .:

État de la steppe	Superficie (en millions d'hectares)
Superficie désertifiée	0,490
Superficie très sensible à la désertification	2,200
Superficie sensible	5,060
Superficie moyennement sensible	3,670
Superficie peu ou pas sensible	2,380

Sources : Ministère de l'Environnement (2000) et ministère de l'Agriculture (2004)



Figure 1. Délimitation des steppes algériennes.

Source :Nedjraoui et Bédrani,2004.

2.1.2. Production de la betterave sucrière en Algérie :

La production de la betterave à sucre a fait en Algérie l'objectif des longues recherches. En effet, jusqu'en 1940, l'on ne se préoccupait que très peu de cette culture en Algérie. Les autorités coloniales laissèrent se développer une intense propagande pour inciter les agriculteurs à faire à la betterave sucrière une place importante de leur assolement. Pour cela, deux usines furent construites : l'une à Sfifef fabricant du sucre, l'autre dans le haut Chélif qui était une distillerie produisant de l'alcool de betterave. Après cette action les résultats agricoles étaient très médiocres, vu que la plupart des planteurs pratiquèrent cette culture sur travaux superficiels et sans fumure minérale. Ainsi les rendements en irrigué mieux qu'en sec. En 1966, la sucrerie de SIDI LAKHDAR (KHEMIS) commençait à fonctionner avec une capacité de traitement de 150000 tonnes de racines/an. En 1967, l'implantation de 1114 vaches s'opéra sur le périmètre. En 1968-1983 : la culture de la betterave en sec a été éliminée et remplacée entièrement par la culture irriguée vu les potentialités du périmètre et ses ressources en eau (Megherbi A., 1981). La culture betteravière a été complètement abandonnée en 1983 suite aux faibles réalisations (22%) par rapport aux objectifs (40%) (Tigrine A., Rezkallah F., 1996) Les rendements sont restés faibles, en moyenne 20 tonnes/ha en irrigué et entre 8 et 16 tonnes/ha en sec à Annaba (Lemaire P., 1981).

.21.3. Aperçu sur la culture de la betterave sucrière :

-La culture de la betterave pour le sucre comporte uniquement la phase végétative, laquelle dure environ 200 jours (de mars-avril à octobre) et suit les étapes suivantes :

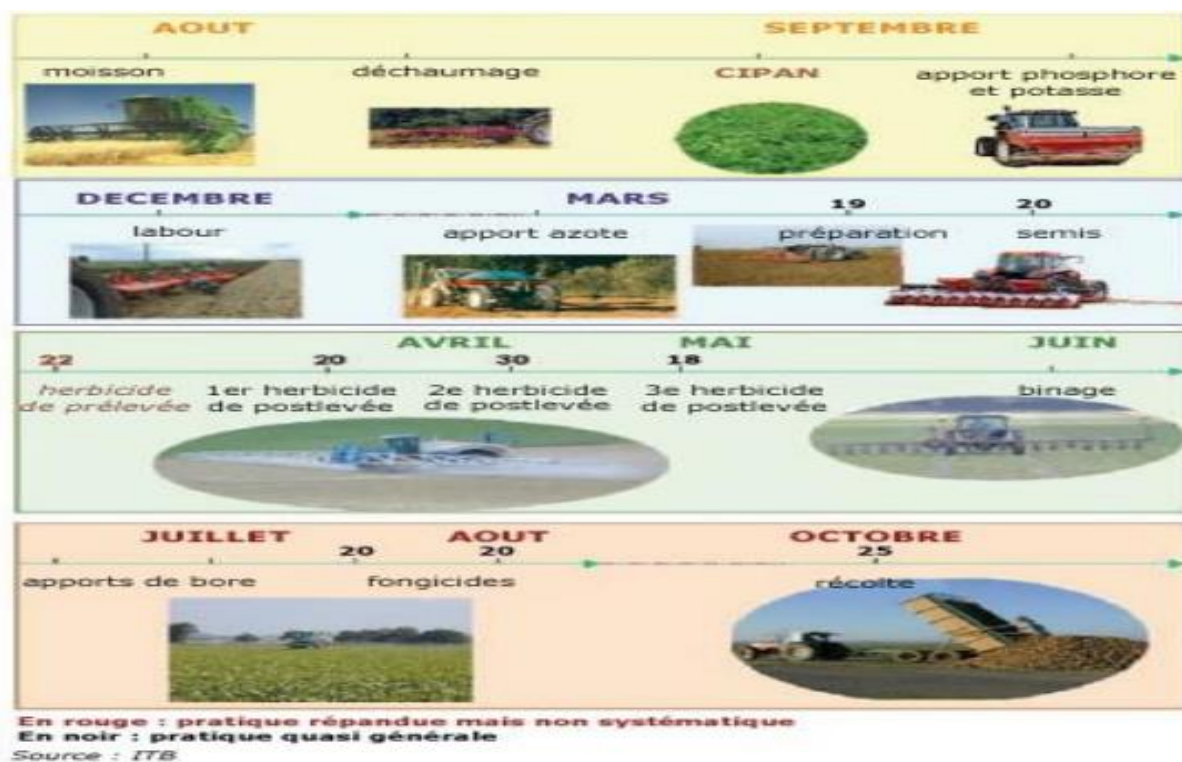


Figure 2 .Cycle de la culture de la betterave sucrière.

Source : MAPAQ, 2017.

En hiver, la terre est préparée : Le planteur de betteraves mesure la quantité d'azote présente dans le sol et l'ajuste.

Au printemps (début avril) ont lieu les semis, après les gelées de mi mars à fin avril.

-La betterave sucrière exige des terres très riches, bien préparées en profondeur.

-Les graines sont déposées avec des semoirs de précision dans le sol à 2 ou 3 cm de profondeur et régulièrement espacées de 45 cm.

-Un binage doit être effectué quelques semaines après les plantations pour supprimer les mauvaises herbes.

-La terre est régulièrement aérée pour permettre une bonne pénétration de l'eau.

-Assez fragile, la betterave nécessite des traitements contre les maladies.

A l'automne ont lieu les récoltes : En France, la récolte commence fin septembre et doit être terminée avant les grands froids.

Principale préoccupation du planteur : livrer aux usines une betterave de qualité avec le moins de terre possible. L'arrachage se fait mécaniquement.

Une même machine permet d'effectuer ce travail : elle comporte à l'avant une effeuilleuse, et à l'arrière une arracheuse. Avant le transport, les déterreuses assurent le nettoyage des betteraves.

Les betteraves arrachées perdent très vite de leur teneur en sucre, elles doivent donc être rapidement transportées à l'usine. Pendant les deux ou trois mois de récolte, les sucreries travaillent jour et nuit.

La betterave est une plante " nettoyante ", qui favorise le rendement en blé l'année suivante.

On dit que " le sol conserve le souvenir de la betterave ".



Figure 3. La récolte de la betterave sucrière.

Source : La taillade, 2014.

Globalement la culture de betterave est Une culture en trois temps c'est-à-dire si la culture de la betterave occupe le sol huit mois de l'année, l'agriculteur, lui, soigne sa terre 12 mois sur 12. Cette culture rentre dans un processus qui prend en compte la préservation de la terre, de l'air et de l'eau. En hiver, le planteur de betteraves fait des analyses de terre pour mesurer la quantité d'azote présente dans le sol. Au printemps, les terres sontensemencées. A l'automne, c'est la récolte.

La culture de la betterave sucrière nécessite les travaux suivants :

Tableau 2. Les travaux nécessaires pour la culture de la betterave sucrière.

Période d'un an	La nature du travail
Automne-hiver	<ul style="list-style-type: none"> - Déchaumage - Mise en place d'une culture intermédiaire piège à nitrates notamment en zone vulnérable après épandage de vinasse. - Apport et enfouissement de l'engrais phospho- potassique. - Labour en sols moyens à lourds. - Préparation d'automne en sols argileux (herse rotative).
Printemps	<ul style="list-style-type: none"> - Prélèvement de sols pour analyse des reliquats azotés.

	<ul style="list-style-type: none"> - Apport et enfouissement d'engrais azoté (sauf en cas d'amendement organique ou d'apport d'azote en localisé au semis). - Labour de printemps en sols légers. - Préparation du sol pour le semis (sauf en cas de préparation d'automne).
10 mars – 15 avril	- Semis avec éventuellement apport d'azote par enfouissement localisé au semis.
20 avril – 10 juin	<ul style="list-style-type: none"> - Désherbage chimique et binage jusqu'à la couverture du sol - Surveillance de la culture : attaques parasitaires.
1er juillet – 15 août	<ul style="list-style-type: none"> - Irrigation dans certaines zones en fonction du déficit hydrique. - Surveillance de la culture : maladies du feuillage, attaques parasitaires.
15 septembre - 15 novembre	- Récolte et mise en silo.

Source : Memo statistique, 2017.

.21.4. La betterave sucrière sur champs :

La betterave sucrière, *Beta vulgaris aaltissima*, est une plante généralement bisannuelle de la famille des chénopodiacées. Cette plante peut mesurer environ un mètre de haut.

La partie aérienne est formée de feuilles larges, ovales et allongées, organisées en corolle.

C'est la racine pivotante, d'une vingtaine de centimètres de long et généralement de couleur blanche pour cette variété, qui renferme les réserves en sucre. Elle contient environ 16% de saccharose (18 grammes de saccharose pour 100 grammes de betterave) (La filière sucre en Algérie, 2005).

La betterave sucrière est une plante bisannuelle, c'est-à-dire que son cycle dure 2 ans :

- La 1ère année à lieu la phase végétative durant laquelle la plante se développe et constitue son stock de sucre dans sa racine.

- La 2ème année à lieu la phase reproductive où la plante se reproduit : elle puise dans ses réserves pour produire une hampe florale qui évolue en fruits et graines. (Fiche culture betterave sucrier, 2015).



Figure 4. La Betterave sucrière.

.21.5. Caractéristiques botaniques de la betterave sucrière :

La betterave sucrière est une plante de la famille des chénopodiacées. Elle est originaire du bassin méditerranéen. Est un type de betteraves, cultivé pour sa racine charnue utilisée principalement pour la production du sucre (saccharose), dont la teneur varie de 16 à 20%.

Nom scientifique : *Beta vulgaris* L. Famille des Chénopodiacées, tribu des Cyclolobae (selon la classification classique) ou famille des Amaranthacées (selon la classification phylogénétique).

Les betteraves cultivées, dicotylédones, apétales, dériveraient de la betterave maritime (actuellement classée comme *Beta vulgaris* L. subsp. *maritima* (L.) Arcang.) Qui est spontanée sur les rivages maritimes en Europe.

L'espèce *Beta vulgaris* L. inclut aussi la poirée ou bette, qui était auparavant considérée comme une espèce distincte (*Beta cicla* (L.)).

Les betteraves font l'objet d'études poussées de la part des botanistes, notamment quant à leur système de reproduction, les effets de la sélection naturelle ou agricole ou du changement climatique sur la diversité génétique et le polymorphisme nucléotidique au sein du genre *Beta*, la gynodioecie au sein des betteraves sauvages, les liens entre polymorphisme pour l'autofécondation et la diversité génétique. Interactions entre formes cultivées et formes marronnes, rudérales ou sauvages du complexe *Beta vulgaris*.

La betterave à sucre (*Beta vulgarise* L.) est cultivée pour sa racine charnue riche en saccharose qui est utilisée pour la production du sucre de table et/ou du bioéthanol. Cette plante est biennale avec un cycle de vie en deux ans. La phase végétative a lieu pendant la

première année de culture où la plante se développe et constitue son stock de sucre dans sa racine. La deuxième année a lieu la phase reproductive durant laquelle la plante se reproduit en puisant dans ses réserves afin de produire une hampe florale qui évolue en graines. Les racines en fin de la phase végétative sont les seules utilisées en industrie sucrière. La betterave mesure environ 50 cm de hauteur lors de la récolte et elle est généralement divisée en trois parties principales en fin de la phase végétative (Fouad, 2017).

- **Les feuilles** sont réparties en bouquet où se fabrique le saccharose grâce à la photosynthèse.
- **Le collet** est le point d'insertion des feuilles sur la racine. Il se situe au-dessus du sol avec une hauteur de 3 à 8 cm et contient du sucre difficilement extractible.
- **La racine** est réservoir où s'accumule le sucre élaboré dans le bouquet foliaire. La racine de betterave à sucre est rugueuse, et de forme conique, et mesure de 15 à 35 cm de longueur et elle est parcourue par deux sillons saccharifères bien accusés. Les radicelles latérales s'insèrent sur la racine principale et peuvent atteindre une longueur de 2,5 m. Le pivot ayant un diamètre inférieur à 10 mm s'enfonce dans le sol jusqu'à 2 m de profondeur. La composition chimique de la betterave à sucre est variable en fonction de la semence, des conditions de culture et du moment d'arrachage des racines. La racine de betterave est composée d'environ 23,5 % de matière sèche et de 76,5 % d'eau. Le saccharose représente environ 70 % de la matière sèche et le reste se compose de substances solubles et insolubles, appelés non-sucre. La partie soluble contient des composés organiques azotés ou non-azotés, des sels et des cendres. La partie insoluble, appelée marc, est formée essentiellement de cellulose, d'hémicellulose et de pectines. Le saccharose est distribué intégralement dans la racine et sa teneur varie entre les différentes parties au moment de la récolte. La racine pivotante est la zone la plus riche en sucre et elle contient d'environ 95 % de saccharose. Le pivot en contient 90-94 % et le collet de 80 à 85 %. La diminution de la quantité du saccharose est toujours accompagnée par l'augmentation de la quantité des non-sucre et donc par une réduction de la pureté du jus. Les composés non sucrés dans la racine sont principalement les pectines, les protéines, les minéraux tel que le potassium et le sodium, et les acides organiques (Schiweck, 1994). La culture de la betterave à sucre nécessite généralement un climat modérément froid, mais elle peut s'adapter aux climats très froids et plus chauds alors que la canne à sucre est uniquement cultivée dans les régions tropicales. Cette culture nécessite aussi un sol favorable, de l'eau, de la lumière et de la chaleur. Assez fragile, la betterave a aussi besoin de traitements phytosanitaires contre les maladies (Huberlant, 1984).

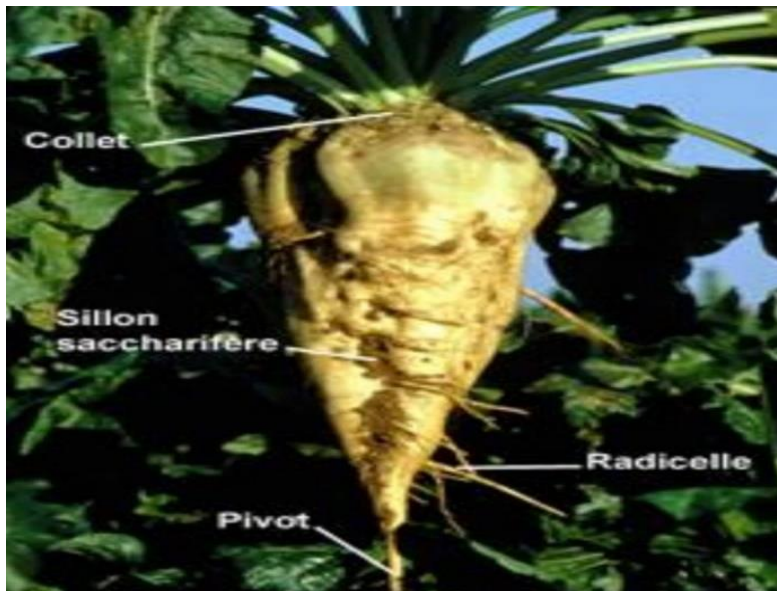


Figure 5. Morphologie de la betterave à sucre en fin de la phase végétative

Source : Fouad, 2017.

.21.6. Utilisation de la betterave sucrière :

Les premiers travaux et la découverte de l'extraction du sucre à partir de betteraves à commencer au XVII^{ème} siècle, un siècle et demi plus tard, en 1747, Andreas Marggraf apporte la première preuve véritable au sujet du sucre contenu dans la betterave. Il parvient à extraire le sucre à partir des tranches minces de betterave, en utilisant l'alcool et en favorisant la cristallisation dans une fiole au repos où les cristaux sont récupérés après plusieurs semaines.

Ce qui a inspiré plusieurs chercheurs à faire de véritable évolution dans le domaine tel représenté dans le tableau en dessous afin d'arriver à des processus industriels actuels très élaborés pour la transformation sucrière (Betterave sucrière, 2008).

La betterave sucrière est utilisée pour la production de sucre et de sirop de betterave, et secondairement d'alcool et d'éthanol-carburant. Ses sous-produits sont la mélasse qui contient encore 50 % de sucre utilisée comme aliment appétant pour les animaux ; la pulpe de betterave, résidu de l'extraction du sucre est généralement déshydratée pour le même usage ; la mélasse sert aussi à la production de levure de boulangerie ; la racine a un pouvoir méthanogène de 250 m³ de biogaz par tonne de matière brute ; les collets et les feuilles servaient ou servent pour l'alimentation du bétail (avec prudence car riches en acide oxalique pouvant atteindre des doses toxiques si les feuilles sont consommées fraîches et en abondance) ou sont restitués au sol (En France, à ce jour, elles ne sont généralement plus récoltées : la quasi-totalité des fanes est enfouie selon France Agrimer).

Depuis quelques années, le jus de la betterave à sucre est utilisé comme fondant routier en Amérique du Nord. Utilisé seul ou mélangé avec du chlorure de sodium, le jus de betterave est efficace jusqu'à -32 °C et permet de réduire l'impact des agents de déglçage sur l'environnement et les infrastructures.

Le butane-2,3-diol est dérivé de l'amidon et de la betterave sucrière (Hanafi, 1994)

Tableau 3. Historique de l'extraction du sucre à partir de la betterave sucrière.

Olivier de Serres (17 ^{eme} siècle)	• remarqua la forte teneur en sucre de la betterave
Andreas Marggraf (1747)	• apporte la première preuve véritable au sujet du sucre contenu dans la betterave
Franz Karl Achard (1799)	• entreprend un projet expérimental pour la culture de la betterave et la production de sucre
Delessert (1811)	• réussit à produire des cristaux de sucre de bonne qualité
David Lee Child (1838)	• la première usine a été mise en fonctionnement dans l'état de Massachussetts

Source : Arzate, 2005.

.21.7. Exigences de la betterave sucrière :

La betterave sucrière est l'une des cultures industrielles les plus importantes des régions tempérées et subtropicales. Elle est la principale source de sucre. En fait, cette plante représente presque la moitié de la production mondiale de sucre raffiné (Derek .Munro, Ernest Small, ebrary, Inc., 1998).

La betterave sucrière, plante bisannuelle cultivée pour sa racine riche en saccharose qu'on utilise dans l'industrie sucrière, les sous produits (mélasse et pulpe) sont utilisés dans l'alimentation de bétails.

Il existe trois types de variétés de la betterave sucrière :

- Type Z à cycle court avec rendement en racines faible par rapport aux autres types de variétés : Adonis, Amira, Arosa, Atlantis, Cresus, Elvis, Fox, Helena, Henrike, Jacana, Kevin, Koala, Liza, Lysandra, Maravedi, Motor, Nemeton et Partition.
- Type N présente une richesse saccharine moyenne, rendement moyen et un cycle moyen : Anemona, Antek, Ardan, Atair, Avia, Beretta, Bersea, Betasuc, Bingo, Bolide,

Brigita, Britney, Candimax, Canyon, Caracal, Centaure, Chopin, Clavier, Colibri, Indigo, Molly.

- Type E présente un cycle long, une richesse en sucre faible et un rendement racine élevé : Virtus, Verdi, Symbol, Solarion, Rosagold, Pepite, Monmedia, Lord, Lennika, Laetitia, Klaxon, Divona, Casino, calixta

.21.7.1. Exigences climatiques :

2.1.7.2. Climat :

Tableau4. Des exigences climatiques pour la betterave sucrière :

Durée de végétation	<ul style="list-style-type: none"> • 180 à 220 jours.
Température	<ul style="list-style-type: none"> • Dégâts de gel : dès -3 à -7 °C, selon la durée du gel et le stade de la betterave. • Température optimale du sol pour le semis : 5 à 8 °C. • Des périodes fraîches
Durée d'enseillement	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite une durée d'enseillement suffisamment longue pendant la période de croissance. • L'alternance de journées ensoleillées avec des nuits fraîches en automne, favorise les teneurs en sucre et en matière sèche des betteraves). Les livraisons précoces ne permettent pas de profiter de ce facteur de rendement
Précipitations	<ul style="list-style-type: none"> • Les betteraves préfèrent un régime de précipitations modéré. • Les betteraves sont sensibles aux sols détrempés. • Elles supportent bien la sécheresse dans des sols profonds et bien structurés

Source : Agridea, 2017.

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). Les basses températures au stade rosette provoquent la vernalisation qui va induire la montée à graine et racine fibreuses (veillées). Il faut également noter que des températures élevées provoquent unedévernalisation. (Hadj, 1975).

.21.7.3. L'eau :

On estime les besoins de la betterave à 7000-8000 m³ d'eau/an/ha pour des rendements moyens de 40tonnes/ha. L'eau peut être apportée par la pluviométrie ou par l'irrigation. Le rationnement en eau pendant la période de la formation racinaire (bouquet foliaire-fin formation racine= 60jours) semble le plus préjudiciable au rendement. Le rendement en

racine est beaucoup plus affecté par un manque d'eau que le rendement en sucre, en effet, une diminution de la photosynthèse consécutive à la sécheresse se répercute d'abord sur l'élaboration des tissus et, si la sécheresse s'accroît, l'effet atteint le phénomène d'accumulation du sucre. (Réhabilitation de la culture de la betterave sucrière en Algérie, 2014).

2.1.8. Exigences et choix des techniques d'implantation de la betterave sucrière : (FICHE CULTURE BETTERAVE SUCRIERE, 2015)

Il n'existe pas de règle absolue pour le choix de techniques d'implantation de la betterave monogérme. En effet, ce dernier sera dicté par les possibilités existantes et les conditions climatiques. Les techniques actuelles évoluent pour concilier simplification, gain de temps et qualité de la structure. En règle générale, tout choix d'outils doit respecter les exigences spécifiques de la culture telles que citées ci-après et tenir compte des caractéristiques du sol et des conditions climatiques de la région

2.1.8.1. Préparation du sol :

Les travaux de préparation du sol ont pour objectifs fondamentaux, d'une part de réussir une germination et une émergence rapide et régulière des graines, et d'autre part de permettre un enracinement profond. Ils doivent donc aboutir à une bonne structure superficielle tout en conservant la structure profonde réalisée par le labour. Ces travaux doivent être raisonnés dès la récolte du précédent tout en recherchant des façons culturales soignées et un lit de semences bien nivelé. Ceci exige un choix judicieux des outils de préparation du sol et que chaque intervention soit réalisée dans des conditions de sol optimales.

2.1.8.2. Date de labour :

La date de labour pour l'implantation d'une culture telle que la betterave doit être raisonnée dès la récolte du précédent. En effet, elle a une influence directe sur la qualité du labour, particulièrement, la facilité d'exécution des travaux de préparation superficielle du sol qui font suite au labour et une certaine influence sur le rendement des récoltes ultérieures. Ainsi, elle doit être positionnée de façon qu'elle participe pleinement à la réalisation de la structure du sol attendue à l'automne.

Dans le cas des périmètres betteraviers du Maroc, les labours précoces, juste après la récolte, sont à conseiller dans la mesure où les sols sont encore humides et faciles à travailler. La

reprise de ces labours en automne est d'autant plus aisée que le sol aura été sujet à une forte activité structurale liée aux effets climatiques (fragmentation des mottes).

2.1.8.3. Intérêt de la pré-irrigation :

Lorsqu'il n'est pas possible de procéder à un labour précoce, la pré-irrigation offre un intérêt majeur dans la préparation du sol et représente une pratique qu'il faut encourager, notamment dans les sols secs. En effet, celle-ci permettra les avantages suivants:

- Faire germer les semences d'adventices;
- Faciliter la reprise des terres avec notamment une économie d'énergie et une usure moindre des outils;
- Obtenir un meilleur émiettement.

2.1.8.4. Le 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.

2.1.8.5. Préparation du lit de semences :

- Une graine placée à 2 - 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.
- 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.
- La partie inférieure du lit de semence devra présenter une bonne continuité avec l'horizon sous-jacent, ce qui assurera une alimentation correcte en eau et surtout ce qui évitera des accidents de pivotement et des fourchages

2.1.8.6. Le semis :

En règle générale, le semoir choisi doit permettre de réaliser la préparation du sol définitive, en produisant de la terre fine et en réaménageant la structure superficielle autour de la graine. Il doit offrir un système de contrôle de la profondeur fiable. Par exemple, pour suivre les irrégularités du sol, le montage de l'élément semeur sur "parallélogramme" est un procédé permettant d'assurer sa stabilité et son indépendance. Le tassement localisé de la semence pourrait être assuré par une roue plumbeuse fixée juste derrière l'organe ouvreuse. Notons, cependant que pour chaque type de sol, il faut rechercher la combinaison d'organes la plus appropriée.

2.1.8.6.1. Périodes de semis :

Pour les semis d'automne, l'avancement des périodes de semis améliore significativement les rendements en racines. Les meilleurs résultats sont obtenus pour les semis de septembre avec 55,06 t. ha⁻¹ de racines.

Tout retard dans le semis ne peut avoir que des effets négatifs sur les rendements suite aux conditions climatiques défavorables que connaît la région du Gharb pendant cette période (pluies abondantes en début de cycle et fortes chaleurs estivales en fin de cycle). Les semis trop tardifs de décembre risquent d'échouer (cas de cette campagne) en raison des fortes précipitations causant des inondations.

Il y a lieu de signaler qu'il est cependant très difficile aux agriculteurs de réaliser les semis au mois de septembre à cause des attaques parasitaires fréquentes en cette période et d'autre part, l'irrigation est obligatoire car l'humidité du sol est proche du point de flétrissement en cette

période. En outre, toute préparation du lit de semences n'est possible que par des irrigations entraînant des frais supplémentaires.

Les semis d'octobre et novembre peuvent être conduits sans apport d'irrigation, vu que les précipitations en cette période sont importantes, et avec un contrôle minimum des parasites. Pour la richesse en saccharine, les meilleurs résultats sont obtenus avec des semis en septembre et en octobre avec 15,06 et 15,23 %, respectivement (Tableau 4). Il y a lieu de signaler que la richesse en saccharine de chaque mois de semis représente la moyenne des richesses en saccharine des mois de récolte, mai, juin, juillet et août. Quant aux éléments mélassigènes, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les différentes dates de semis testées. Les valeurs moyennes des teneurs en K, Na et N α -aminé dans le jus sont de l'ordre de 4,98 ; 2,94 et 2,63 Mmol par 100 g de jus respectivement.

Tableau 5. Effet de la date de semis sur le rendement et la qualité technologique de la betterave sucrière .:

Date de semis	Densité x 1000-ha ⁻¹	Richesse en saccharine (%)	Rendement en racines (t-ha ⁻¹)	Éléments mélassigènes Mmol·100g ⁻¹ de jus		
				K	Na	N (α -aminé)
Septembre	79,00 a	15,06 a	55,06 a	5,01 a	3,09 a	2,56 a
Octobre	72,10 b	15,23 a	47,26 b	4,98 a	2,84 a	2,74 a
Novembre	69,00 b	14,53 b	37,23 c	4,97 a	2,90 a	2,60 a
Décembre	-	-	-	-	-	-
Moyenne	73,36	14,94	46,51	4,98	2,94	2,63
Coefficient de variation (%)	15,5	8,5	22,8	21,8	30,9	26,2

Source :MZIBR,Douira, 2007.

2.1.8.7. La fertilisation :

La betterave à sucre, multigerme ou monogerme, est une plante qui se distingue des autres, par une grande consommation en éléments minéraux notamment l'azote, le potassium et le phosphore. En effet, une récolte de betterave à sucre prélève par tonne de racines 4 à 4,5 kg d'azote ; 1,5 à 2,5 kg de phosphore et 6 à 7 kg de potassium. Cependant, l'enfouissement des feuilles et des collets au sol restitue à ce dernier par tonne de racines récoltées 1,75 à 2,5 kg d'azote ; 0,5 à 1,25 kg de phosphore et plus de 2,5 kg de potassium. Toutefois, les besoins de la betterave en éléments minéraux, dépendent du niveau de production escompté.

2.1.8.7.1. a fertilisation azotée :

La fertilisation azotée joue un rôle déterminant dans la production de la betterave à sucre. Elle a un effet non seulement sur le rendement racine, mais également sur la valeur technologique de la matière récoltée. En effet, la fumure azotée fait augmenter le poids des racines et celui du bouquet foliaire, augmente la teneur en éléments mélassigènes et diminue la teneur en sucre extractible.

2.1.8.7.2. 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.

2.1.8.7.3. La fertilisation phosphatée :

Chez la betterave à sucre, la fumure phosphatée joue un rôle bénéfique sur la croissance racinaire et sur l'absorption de l'azote et le potassium. Contrairement à l'azote, le phosphore même à des doses élevées, influence positivement la teneur en sucre et la pureté du jus en abaissant le taux de l'azote alpha-aminé dans la râpure. De plus, une bonne alimentation en phosphore permet une meilleure résistance à la sécheresse en favorisant l'implantation du système racinaire. Le phosphore agit également sur les caractéristiques morphologiques du système racinaire, à savoir l'élongation et l'augmentation du diamètre moyen des racines.

2.1.8.7.4. Fertilisation boratée :

Plusieurs oligo-éléments sont nécessaires pour 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 que qualitative de la culture. Un apport préventif de 2 à 3 kg de bore par hectare ou une application foliaire à mi-saison peut éviter l'apparition d'une telle carence.

2.1.8.8. L'irrigation :

L'irrigation totale d'une culture de betterave est très variable. En effet, plus on sème tardivement, plus le 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 date de 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-October contre 90 mm pour un semis de mi-Décembre.

La stratégie à adopter pour la conduite de l'irrigation de la betterave à sucre consiste à cibler les irrigations de complément aux précipitations sur les phases les plus sensibles de la culture.

.21.9. La culture :

La culture de la betterave sucrière est bisannuelle. Son rendement est déterminé par la quantité de rayonnement solaire capturée au cours de sa première année de croissance. Il est donc primordial de considérer ce paramètre pour définir une stratégie agronomique. Cette stratégie doit garantir une installation rapide et précoce pour minimiser le délai entre l'émergence des premières feuilles et la fermeture complète du couvert, ainsi que pour maximiser le délai entre la fermeture du couvert et la sénescence. Elle permettra ainsi d'assurer une interception du rayonnement de 90 % et donc d'obtenir un rendement maximal.

De nombreux facteurs agronomiques sont susceptibles d'influencer ces résultats. La plupart peuvent être contrôlés par le producteur dans des conditions climatiques et de sols donnés. La préparation du lit de semences, la qualité et la levée des semences, la croissance des plantes et l'écartement des lignes sont autant de facteurs à prendre en compte (Yara, 2021).

.21.9.1. Soins culturaux :

Parmi les ravageurs de la betterave à sucre, on cite : la casside, les noctuelles, les limaces et les escargots.

- La casside : est le ravageur le plus rencontré dans toutes les régions.

Lutte :

- Le seuil de tolérance économique est de l'ordre de 3 adultes par pieds.
- Lutte chimique : utilisation des organophosphorés et les pyréthrinoïdes d'une manière alternée.

- Les noctuelles, limaces et escargots

Lutte :

- La lutte chimique raisonnée.

Les principales maladies sont : la cercosporiose, pourriture molle, l'oïdium, la rouille, l'altenariose, la maladie du cœur, Tumeurs causées par *Agrobacteriumtumefaciens*, tumeur marbrée, *Sclerotium*.

- La cercosporiose, pourriture molle, l'oïdium, la rouille, l'altenariose

La lutte

Méthodes culturales préventives :

- Rotation, enfouissement des résidus de la betterave à sucre.

- Les semis tardifs (après mi-novembre) réduisent les risques d'infection précoce de la culture par La cercosporiose.

- Utilisation des variétés résistantes qui permettent de maintenir la maladie à des niveaux économiquement acceptables même sous des conditions favorables à l'infection.

- La lutte chimique : le recours à la lutte chimique est souvent nécessaire, lorsque la variété est sensible et les conditions sont favorables à l'infection et à la dissémination de l'agent pathogène.

- La maladie du cœur

La lutte

- Eviter de planter la betterave dans un sol à pH très élevé,

- Eviter le stress hydrique,

- Traiter avec des produits boratés dès le mois de février (en général 2 applications espacées de 15 à 20 jours sont conseillées).

- Application du bore dans le sol avec les engrais de fond est déconseillée vu l'alcalinité des sols du Gharb qui inhibe l'absorption de cet élément par la plante.

- Tumeur marbrée

La lutte

- Un bon drainage et ressuyage du sol.

- *Sclerotium*

La lutte

- L'usinage rapide et en priorité des parcelles infectées permet de réduire la prolifération de la maladie en silos et éviter les pertes en sucre pouvant être engendrées par l'usinage des racines complètement ramollies.

-Protection de la culture :

A- Contrôle des maladies et ravageurs :

La betterave à sucre peut être attaquée par plusieurs ravageurs et maladies durant tout son cycle de développement. Les principaux ennemis de début de cycle de la culture sont les taupins, les fontes de semis, l'adulte du cléone mendiant et les larves de *Prodenia*. En pleine végétation, la partie foliaire des plantes peut être attaquée par la casside, *Prodenia*, lacercosporiose, la rouille et l'oïdium. En fin de cycle, les racines sont soumises aux attaques des larves de cléone et des agents de pourritures dont principalement *Sclerotium rolfsii*. La réussite de la protection dépend de la capacité de détection précoce des attaques des ennemis de la culture, de l'appréciation du risque et de l'utilisation adéquate des moyens de lutte préventifs et curatifs. L'obtention d'un peuplement homogène de la betterave à sucre est une étape importante pour la réussite de la culture. Ainsi, un certain nombre de mesures préventives sont nécessaires avant et au moment de l'installation de la culture pour éviter des pertes dans le peuplement de la culture causées par des problèmes phytosanitaires. L'excès d'eau (stagnation à la surface du sol), peut aussi provoquer l'apparition des tumeurs marbrées, mais le problème de la pourriture à *Sclerotium* se pose plus avec acuité ces dernières années (ORMVD agriculture, 2012).



Figure 6. La noctuelle terricole (ou ver gris).

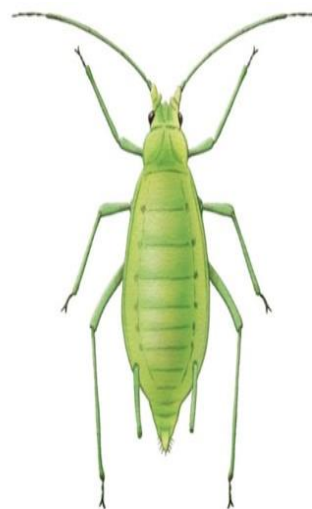


Figure 7. Le puceron vert.

Source: agro.basf.fr.



Figure 8. Uromyces betae.



Figure 9. Les cassides.



Figure 10. La ramulariose.

Source: agro.basf.fr.

B. Mesures de lutte préventive :

B.1. Avant l'installation de la culture :

Le choix et la préparation de la parcelle destinée à la culture de betterave sont importants pour la réussite de cette culture :

- Il faut éviter de cultiver betterave sur betterave, pour ne pas avoir de problèmes de maladies (pourritures, cercosporiose) dont les agents responsables se conservent sur les résidus de cette culture.
- Il est conseillé de labourer la parcelle destinée à la betterave juste après la récolte de la culture précédente, afin d'exposer les agents qui se conservent dans le sol au rayonnement solaire estival.

Dans certains pays, on a recours de plus en plus au semis direct, à l'installation de cultures de couverture ou à la lutte biologique.

En fonction de leur disponibilité, on peut choisir des variétés résistantes ou tolérantes à certaines maladies qui peuvent être importantes dans la zone :

Rhizomanie, cercosporiose, pourriture à sclerotium, rhizoctone brun, etc.

La semence doit être protégée avec un fongicide contre les agents responsables des fontes des semis. Le produit de base utilisé par les sociétés semencières est le TMTD, à l'installation de la culture (Thirame).

L'application d'un insecticide granulé au sol au moment du semis est une mesure préventive contre les taupins. (ORMVD agriculture, 2012).

B.2. Traitement :

Les betteraves à sucre en culture intensive (non biologique) nécessitent l'utilisation d'une grande quantité de produits phytosanitaires dont une petite quantité de néonicotinoïdes sur les semences. Ces pesticides sont reconnus comme étant toxiques pour l'environnement, en particulier pour les insectes. Ils sont responsables de la destruction de colonies entières d'abeilles domestiques, mais aussi de l'ensemble des insectes qui survolent et vivent à proximité des champs où sont incorporés ces produits chimiques. Leur persistance dans les sols est de l'ordre d'environ 20 ans. Cependant, la betterave étant bisannuelle et cultivée en annuelle pour la production de sucre, elle n'est pas butinée, étant récoltée avant sa floraison. L'impact des néonicotinoïdes est donc négligeable contrairement à d'autres plantes produisant fleurs et pollen. (Freud, 1913).

2.1.10. La récolte :

La date de récolte de la betterave n'est pas définie par un stade de maturité physiologique, mais cette culture est plutôt récoltée quand sa production en sucre est optimale. La maturité de la betterave, qui se traduit par le jaunissement des feuilles, est difficile à apprécier avec précision. Aussi, la date de récolte de la betterave est bien plus déterminée par les exigences de travail, la possibilité de livraison à la sucrerie ou la libération du sol, que par la maturité physiologique.

Les travaux de recherches menés dans différents périmètres betteraviers marocains montrent que la phase de maturation de la betterave doit être la plus ensoleillée que possible et suffisamment longue, sans toutefois être exagérée. D'une manière générale, la teneur en sucre dans la racine suit une courbe en cloche: elle est trop faible en avril-début mai, acceptable en fin mai, bonne en juin, élevée en juillet, tandis qu'elle décroît en août. Par conséquent, le fait de retarder la récolte s'avère néfaste pour le rendement et surtout pour la qualité technologique de la betterave. En effet, les betteraves récoltées en août sont moins riches en sucre que celles

arrachées en juillet, à cause des hautes températures estivales qui font chuter leur teneur en sucre.

Le poids des racines augmente considérablement jusqu'à la première quinzaine de juillet, se traduisant par un gain de rendement racine par jour de 0.4 T/ha. Par la suite, la diminution devient forte, surtout en août. Il en est de même pour la pureté du jus qui est satisfaisante à partir du mois d'avril jusqu'à la première quinzaine de juillet. D'une manière générale, si la récolte n'est pas faite à ce moment là, la racine continue de respirer sansphotosynthétiser et perd ainsi de son poids et de sa richesse en sucre, et ceci est d'autant plus accentué que la température est élevée.

Aussi, une fois récoltées, les racines de la betterave sucrière peuvent subir sous l'action du climat, généralement chaud à la période de la récolte, des transformations plus ou moins préjudiciables à leur aptitude technologique et à la production en sucre. Ainsi lorsque la durée de stockage des betteraves en plein champ augmente, elle se traduit par une chute de poids des racines et une détérioration assez remarquable de la qualité technologique.(Fiche culture betterave sucrière, 2015).

2.1.10.1. Périodes de récolte :

Les rendements les plus élevés en racines sont obtenus pour les dates de récoltes de juin et de juillet avec 47,76 et 58,50 t. ha⁻¹, respectivement.

Les récoltes précoces du mois de mai sont caractérisées par des faibles rendements en racines (38,80 t.ha⁻¹) qui sont dus au fait que la culture n'a pas suffisamment accompli son cycle pour extérioriser son potentiel.

Les récoltes d'août, de l'ordre de 42,30 t.ha⁻¹, ont des répercussions négatives sur l'accumulation du sucre, suite aux fortes chaleurs estivales et au stress hydrique (proche du point de flétrissement) qui ont lieu durant cette période et qui ne peuvent que contribuer à ladégradation du sucre.

Au niveau de la richesse en saccharine, les valeurs obtenues montrent une diminution significative au fur et à mesure qu'on avance dans le temps.

Les meilleurs taux sont obtenus pour les récoltes de mai et de juin avec 17,53 et 16,57 %, respectivement. La moyenne enregistrée est de 15,01 %. La richesse la plus basse (9,70 %) est enregistrée en août.

Quant aux éléments mélassigènes, les teneurs les plus élevées en potassium sont obtenues lors de la récolte de mai avec 5,77 Mmol par 100 g de jus contre seulement 3,88 pour les récoltes d'août. Ceci peut être attribué au stress hydrique qu'a connu la culture et qui a limité son

absorption par la plante. Pour le sodium, il semble qu'il y a antagonisme dans l'absorption de cet élément avec le potassium.

En effet, quand la teneur de l'un de ces éléments augmente dans le jus de la betterave sucrière, la teneur de l'autre diminue automatiquement. Ainsi, les teneurs les plus élevées enregistrées sont de l'ordre de 3,41 Mmol par 100 g de jus en août contre 2,64 Mmol par 100 g de jus en mai. Pour l'azote α -aminé, aucune différence significative n'a été observée entre les quatre dates de récolte, la moyenne enregistrée est de 2,63 Mmol par 100 g de jus de betterave sucrière. (Fiche culture betterave sucrière, 2015).

Tableau 6. Effet de la date de récolte sur le rendement quantitatif et qualitatif de la betterave sucrière.

Date de récolte	Densité x 1000·ha ⁻¹	Richesse en saccharine (%)	Rendement en racines (t·ha ⁻¹)	Éléments mélassigènes Mmol·100g ⁻¹ de jus		
				K	Na	N (α -aminé)
Mai	77,00 b	17,53 a	38,80 c	5,77 a	2,64 b	2,54 a
Juin	72,10 b	16,57 b	47,76 b	5,10 b	2,56 b	2,70 a
Juillet	83,10 a	16,27 b	58,50 a	5,14 b	3,18 a	2,80 a
Août	62,20 c	9,70 c	42,30 c	3,88 c	3,41 a	2,49 a
Moyenne	73,60	15,01	46,84	4,97	2,94	2,63
Coefficient de variation (%)	15,5	8,5	22,8	21,8	30,9	26,2

Source: MZIBER, Douira, 2007.

.21.11. La betterave sucrière en agro-industrie :

La filière betteravière est un secteur d'importance dans l'industrie agro-alimentaire.

Betteraves sont transformées pour produire à la fois du sucre destiné soit au marché alimentaire (71 %), ou à l'usage des industries chimiques et pharmaceutiques (6 %), de l'alcool (12 %) réparti entre usage alimentaire et industriel, et du bioéthanol (11 %). Dans ce contexte, le positionnement du secteur betteravier en bio raffinerie tout en continuant son activité de base est de nature à lui apporter une plus haute valeur ajoutée (www.cgb-france.fr).

.21.11.1. Les étapes de la fabrication du sucre de betterave (SNFS, 2020) :

.21.11.1.1. Réception des betteraves :

Les betteraves arrivent du champ par camion. Après la pesée au centre de réception (voir rubrique réception), des échantillons sont prélevés pour mesurer la "tare terre" (terre, pierres

ou déchets organiques collés à la racine), le taux de collets (partie supérieure de la racine pauvre en sucre) et la teneur en sucre (mesure saccharimétrique). Cette étape permet de déterminer le prix auquel sera payée la betterave, qui dépend du poids utile des betteraves livrées à la sucrerie (déduction faite de la tare terre et du collet) et de leur teneur en sucre (Voir rubrique réception des betteraves). Les betteraves doivent être travaillées rapidement pour éviter les détériorations. Le stock de betteraves de l'usine garantit une autonomie de 48 heures à l'usine qui fonctionne en flux continu.

.21.11.1.2. Lavage :

Les betteraves sont acheminées par bande transporteuse ou par voie hydraulique vers le lavoir. Le lavage élimine les impuretés extérieures (terres, pierres, débris végétaux, ...). Les résidus de lavoir (herbes et feuilles) sont valorisés (compost) et les eaux terreuses de lavage sont décantées et recyclées plusieurs fois avant évacuation (voir rubrique eau).

.21.11.1.3. Diffusion :

Sorties du lavoir, les betteraves sont découpées en "cossettes" (fines lanières de 5 à 6 cm de long) dans les couperacines. La forme "faîtière" des cossettes est optimisée pour une bonne extraction du sucre dans l'eau. Les cossettes sont acheminées ensuite vers la diffusion, dans laquelle elles circulent à contre courant avec de l'eau chaude. Au cours de cette opération, les composés solubles de la betterave migrent dans l'eau par le processus de l'osmose. L'eau enrichie, le "jus de diffusion", sort en tête de diffuseur et les cossettes "épuisées" de leur sucre sortent en queue de diffuseur sous forme de pulpes.

En sortie de diffusion, les pulpes contiennent environ 92% d'eau. Une grande partie de cette eau est séparée des pulpes par pressage ou déshydratation et recyclée. Les pulpes "sur pressées" ou déshydratées sont utilisées dans l'alimentation animale.



Figure 11. Réception des betteraves.

Source : SNFS, 2020.

.21.11.1.4. Épuration :

L'épuration des jus de diffusion a pour objectif d'éliminer une partie des impuretés non solubles qu'ils contiennent. Un traitement à la chaux (chaulage) aboutit à la précipitation des impuretés. Il est suivi par une double carbonatation (ajout de CO₂) qui sert à précipiter la chaux restant dans le jus. Le filtrat (impuretés et chaux précipitées) est séparé par filtration.

Les sucreries fabriquent elles-mêmes les deux agents de l'épuration : chaux et CO₂ dans un four à chaux dans lequel des pierres calcaires sont calcinées pour fournir de la chaux vive et du CO₂. Le filtrat est séché pour donner les écumes, riches en calcaire, qui sont utilisées comme amendement en agriculture

.21.11.1.5. Évaporation :

Le jus épuré contient encore 85% d'eau. L'évaporation permet de concentrer ce jus épuré jusqu'à obtenir un sirop à une concentration proche de la saturation. L'évaporation a lieu dans un évaporateur à multiple "effets" (plusieurs évaporateurs successifs) dans lesquels la pression est abaissée d'effet en effet afin de réduire le point d'ébullition du jus concentré. Une température plus basse permet d'éviter la cuisson du sucre à un stade consacré à évaporer le jus. Les quantités d'eau à éliminer sont si importantes qu'elles suffisent aux besoins en eau de l'usine (voir rubrique eau). La vapeur produite est aussi recyclée et permet également de générer l'énergie électrique (cogénération) utile au fonctionnement de l'usine (voir rubrique énergie).

**Figure12.** Évaporation

Source : SNFS, 2020

.21.11.1.6. Cristallisation :

La cristallisation consiste en la séparation du saccharose (sous forme de cristaux) des impuretés (solubles) qui demeurent dans le jus concentré. La cristallisation est réalisée en 2 ou 3 étapes appelés "jets". Chaque jet est constitué d'une phase de cristallisation proprement dite, de malaxage et de centrifugation. Le jus concentré est chauffé et agité dans de grandes chaudières dites "cuites" fonctionnant sous vide partiel. Sa concentration se poursuit et de très fins cristaux de sucre y sont introduits pour déclencher la cristallisation (grossissement des cristaux). Le mélange sirop – cristaux ("la masse cuite") obtenu passe ensuite dans un malaxeur pour le refroidir tout en poursuivant la cristallisation. Il est enfin centrifugé dans des turbines ou centrifugeuses pour séparer les cristaux des égouts (jus issu de l'égouttage). Les égouts contiennent encore du sucre ainsi que les impuretés qui n'ont pas été éliminées lors de l'épuration. Les égouts issus du 3ème jet constituent la mélasse, encore riche en sucre mais difficilement extractible. La mélasse est utilisée dans les industries de fermentation (distilleries, levurières, production d'acide citrique, ...) et dans l'alimentation animale. Les sucreries disposant d'une distillerie annexe ne fonctionnent généralement qu'en 2 jets et acheminent l'égout de 2ème jet directement vers la distillerie.

.21.11.1.7. Séchage, stockage et conditionnement :

Le sucre cristallisé blanc est évacué du fond de la turbine et séché puis refroidi. Il est ensuite tamisé, classé et pesé, puis dirigé vers l'atelier d'ensachage ou vers de vastes silos (plusieurs milliers de tonnes) où il est conservé en vrac.



Figure13.Le sucre.

Source : SNFS, 2020.

.21.11.2. Procédé de transformation de la betterave à sucre :

La sucrerie betteravière est une industrie d'extraction et de purification qui permet d'extraire et d'isoler le sucre des autres constituants de betterave. Dans une démarche de bio raffinerie, les coproduits de la sucrerie (radicelles, pulpes, mélasse, etc.) sont aussi valorisés. Le procédé industriel peut être subdivisé en opérations préliminaires à l'extraction (réception, stockage, lavage, découpage, etc.) et en opérations unitaires de transformation qui sont la diffusion, la

purification, la concentration et la cristallisation du saccharose. (Asadi, 2007; Decloux, 2002; Huberlant, 1984; McGinnis, 1982; van der Poel et al, 1998).

.21.11.3. Opérations préliminaires à l'extraction :

Lors de la récolte, une série de machines effeuillent, décollent, arrachent, alignent et chargent les betteraves dans les camions ou dans les wagons de train qui les transportent à la sucrerie. Les betteraves peuvent aussi être entassées au bord des champs pour être transportées plus tard suivant un ordre établi entre la sucrerie et le planteur. Dès son arrivée à la sucrerie, les camions chargés sont pesés au centre de réception et plusieurs échantillons sont y prélevés afin d'évaluer la tare-terre (masse de la terre) et la teneur en sucre. Le déchargement des betteraves est effectué dans une fosse et elles sont ensuite acheminées par bande transporteuse ou par un convoyeur à vis vers le lavoir où elles sont d'abord brassées par des pales afin de les débarrasser de la terre, des feuilles, des radicules, de l'herbe et des pierres. Le mélange obtenu (herbes, radicules et feuilles) est généralement mélangé avec les pulpes qui sortent du diffuseur et envoyé vers les presses. La qualité du lavage est évaluée par la mesure de la tareterre avant et après lavage des racines de betterave. Les racines lavées sont envoyées dans des coupe-racines qui les découpent en cossettes avec une forme fâtière pour éviter que les morceaux ne se collent les uns aux autres dans le diffuseur. Les cossettes de betterave à sucre mesurant de 0,9 à 1,3 mm d'épaisseur et de 5 à 6 cm de longueur assurent ainsi une surface très favorable à l'extraction du saccharose par diffusion. Les cossettes sont caractérisées par la longueur de 100 g de cossettes fraîches en mètres. Il s'agit de nombre de Silin qui varie entre 10 et 18 m selon le type de diffuseur en sucrerie. L'augmentation de la finesse de la cossette favorise l'extraction du saccharose du fait de la diminution du trajet diffusionnel et de l'augmentation de la surface d'échange. Mais là aussi il y a une limite. En effet, plus la cossette est fine, plus on extrait d'impuretés indésirables (colloïdes, protéines, pectines, etc.) (Arzate, 2005; Decloux, 2002; McGinnis, 1982; van der Poel et al, 1998)

.21.11.4. La fabrication du sucre en cinq étapes :

La récolte des betteraves («Campagne») marque, pour les sucreries, le début de la haute saison de travail. Le processus de transformation comporte cinq étapes: (Schwery,2015).

.21.11.4.1. Le jus vert :

Arrivées à la sucrerie, les betteraves sont lavées et découpées en fines lamelles (environ la taille d'une frite): les «cossettes». Le sucre est extrait par diffusion dans de l'eau chaude. On obtient un jus brut de couleur foncée. La pulpe restante est pressée et utilisée ensuite comme fourrage pour le bétail. Le jus restant est transféré à la purification. (Schwery,2015).

.21.11.4.2. Purification du jus :

Le jus vert contient encore de nombreuses particules qui empêchent la cristallisation du sucre. L'adjonction de lait de chaux et de gaz carbonique permet de précipiter les substances indésirables. La chaux et les impuretés qui se déposent au fond sont récupérées pour former la Chaux d'Aarberg, un engrais apprécié par les agriculteurs. Le jus épuré ainsi obtenu est composé d'environ 16 % de sucre. (Schwery, 2015).

.21.11.4.3. La concentration du jus :

Une partie de l'eau est retirée par évaporation jusqu'à obtention d'un sirop dont la teneur en sucre est d'environ 70 % (Schwery, 2015).

.21.11.4.4. La cristallisation :

De très fins cristaux de sucre sont ajoutés au sirop que l'on place dans des cristalliseurs où de l'eau est encore extraite sous vide. Dès lors, la concentration du sirop s'élève, l'extraction de l'eau permet la croissance des cristaux jusqu'à ce qu'ils atteignent la taille souhaitée. Cette masse contient environ 50 % de cristaux de sucre et un sirop très épais. Placée dans des centrifugeuses, la masse cristalline est séparée du sirop et lavée à l'eau. Ainsi naît le sucre blanc. (Schwery, 2015).

.21.11.4.5. Sucre brut, raffinage :

Le sirop est à nouveau cristallisé pour devenir du sucre brut de couleur jaune brun. Il est dissous, filtré et cristallisé une seconde fois. C'est ainsi que l'on obtient le sucre de qualité supérieure, le plus pur, le sucre raffiné. La couleur immaculée n'est pas obtenue par blanchiment mais elle est le résultat d'une soigneuse purification. Il y a donc le sucre blanc, le sucre brut et les sous-produits. Le sirop qui résulte de la dernière cristallisation est appelé mélasse. (Schwery, 2015).

- **Définition du sucre :**

Le sucre est une substance de saveur douce, se formant naturellement dans les feuilles de nombreuses plantes et se concentrant dans leurs racines ou dans leurs tiges (Lataillade, 2014). Du point de vue chimique, les sucres sont communément appelés «glucides» ce sont des substances organiques comportant des fonctions carbonylées formés d'une ou de plusieurs unités de polyhydroxy-aldéhyde ou cétones et des fonctions alcool. (La filière sucre en Algérie, 2005)

Les glucides sont formés en premiers au cours de la photosynthèse¹ à partir du CO₂ et de l'H₂O. Ils sont présents à l'état naturel dans tous les fruits et légumes. Le glucose et le fructose sont liés dans la plante pour former le saccharose, que l'on appelle communément «sucre ou sucrose».

(La filière sucre en Algérie, 2005) On le rencontre comme :

- Élément de soutien (cellulose chez les végétaux et chétine chez les arthropodes).
- Réserves énergétiques (glycogène, amidon).
- Constituants métaboliques (nucléosides, coenzymes).

On les classe en (La filière sucre en Algérie, 2005):

a. Oses : glucides simples, non hydrolysables et réducteurs, comportant de 3 à 7 atomes de carbone ; à cette catégorie appartient le sucre (ou saccharose) ;

b. Osides : glucides complexes, hydrolysables et dont la fonction carbonyle est engagée dans une liaison avec un autre composé :

b.1. Holoside : l'autre composé est un ose ; on distingue :

b.1.1. Oligoholosides : il y a un petit nombre d'unités d'oses élémentaires, environ 2 à 6 .

b.1.2. Polyholosides : il y a un grand nombre d'unités d'oses élémentaires.

b.2. Hétérosides : l'autre composé n'est pas un ose.

On distingue également les oses dérivés (désoxyoses, osamines, acides uroniques, glycanes, etc. . .) et les esters d'oses. (La filière sucre en Algérie, 2005).

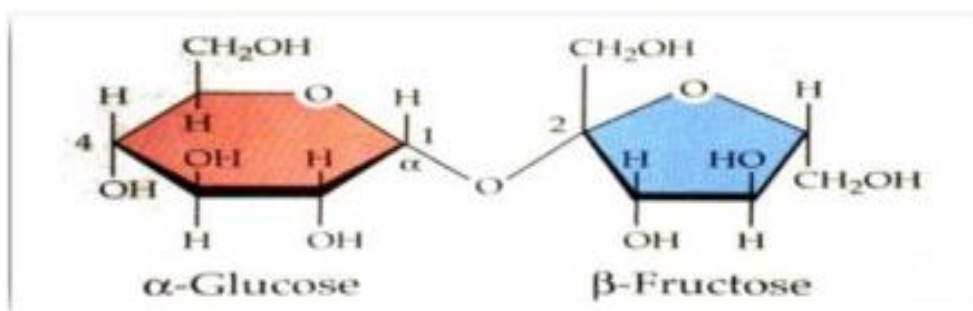


Figure 14. La molécule de saccharose.

Source : La taillade, 2014.

.21.11.5. La betterave sucrière, polyvalente par nature :

La transformation de la betterave en sucre donne de nombreux sous-produits dont le cycle s'achève dans les exploitations agricoles. (Schwery, 2015).

.21.11.5.1. Les feuilles :

Les feuilles de betterave qui restent dans les champs constituent un engrais pour la prochaine culture. (Schwery, 2015).

.21.11.5.2. La mélasse :

Le sirop qui résulte de la dernière cristallisation est appelé mélasse. Bien qu'elle contienne encore près de 50 % de sucre, l'extraction n'en est plus rentable. La mélasse est utilisée pour la confection de levure de boulanger et entre dans la composition de certains aliments fourragers. (Schwery, 2015).

.21.11.5.3. Les pulpes :

Après avoir extrait le sucre des betteraves passées au coupe-racine (cossettes), les pulpes sont le plus souvent pressées. Leur teneur élevée en énergie en fait un fourrage apprécié. En fonction de la récolte, une tonne de betteraves permet d'obtenir environ 180 kg de pulpes pressées. Elles ne se gardent cependant pas longtemps et il s'agit de les soumettre très rapidement à un traitement de conservation. Cela se fait par ensilage, production de balles ou séchage. (Schwery, 2015).

.21.11.5.4. Terreaux :

A leur arrivée à la sucrerie, les betteraves sont relativement propres. Lors du lavage, la terre résiduelle est récupérée et utilisée pour la production de terreaux pour le jardin, les balcons et les plantes d'intérieur. (Schwery, 2015).

.21.11.5.5. Engrais :

Les pierres calcaires utilisées pour épurer le jus vert sont également recyclées sous forme de Chaux d'Aarberg, un engrais naturel très apprécié. Tout comme le terreau mentionné ci-dessus, il est fabriqué par ricoter préparation de terres SA, située à proximité directe de la sucrerie d'Aarberg. (Schwery, 2015).

2.1.12. Analyse économique :

Le référentiel économique fait appel à l'analyse des coûts de production et des revenus nets des exploitations agricoles présentant les meilleures performances de production de betteraves sucrières sur la base d'une conduite optimale de la culture. Les composantes du coût total sont :

- Frais des intrants, à savoir les semences, les engrais de fond et de couverture, l'eau d'irrigation, les désherbants chimiques et les pesticides.
- Frais de la main d'œuvre utilisée pour toutes les opérations culturales depuis la préparation du sol jusqu'à la récolte.
- Frais de mécanisation.
- Valeur locative de la terre.

Tous les frais sont évalués aux prix du marché. L'appréciation du revenu brut total tient compte de la valeur de la production en racines selon le taux de richesse en sucre obtenu, d'une part, et de celle des sous-produits, d'autre part:

Tableau 7. Montant des charges de la culture de la betterave sucrière.

Désignation	Montant (DA/Ha)
Intrants	177750,00
Semences	33000,00
Engrais de fond	42000,00
Engrais de couverture	35250,00
Eau d'irrigation (4 500 m ³ /Ha)	40500,00

Protection phytosanitaire et désherbage	27000,00
Main d'œuvre	61500,00
Engrais de fond	3000,00
Engrais de couverture	3000,00
Irrigation	9000,00
Entretien du sol (sarclage et binage)	19500,00
Protection phytosanitaire	9000,00
Récolte	18000,00
Mécanisation	27900,00
Préparation du sol	9900,00
Semis	4500,00
Entretien du sol (sarclage et binage)	6000,00
Récolte (arrachage)	7500,00
Total charges variables	267150,00
Valeur locative du terrain	75000,00
Total des charges	342150,00

Source : ORMVD agriculture, 2012.

2.1.12.1. Coût de production :

Pour un rendement brut objectif en racines de 90 T/Ha, le coût de production total s'élève après de 342150DA/Ha. Les frais d'achat des intrants constituent 52% de ce coût. Ils sont suivis par ceux de la main d'œuvre avec une part estimée à 18% et ceux de la mécanisation avec près de 8,2% des charges totales de production.

Les charges variables qui comprennent les frais d'achat des intrants, la rémunération de la main d'œuvre non permanente et les dépenses de la mécanisation s'élèvent à près de 267 150 DA/Ha, soit près de 78% des charges totales.

2.1.12.2. Coût des intrants :

Pour la production de betterave sucrière, l'achat des engrais de fond et de couverture constitue la principale dépense en intrants avec un peu plus de 77 250 DA/Ha (soit 22,6% des charges variables). Il est suivi par les dépenses relatives à l'eau d'irrigation estimées à près de 40500DA (sur la base d'un volume moyen de 4 500 m³/Ha en mode d'irrigation localisée, un tarif de 8.4 DA/m³ et une TVA de 7%) ; et aux semences avec un montant de 33 000 D/Ha (soit 9,6% des charges). La facture des produits phytosanitaires y compris les désherbants chimiques pourrait atteindre 27 000 DA/Ha (soit 7,9% des charges) .

2.1.12.3. Coût de la main d'œuvre :

L'utilisation de la main d'œuvre dans la conduite de la betterave sucrière pourrait engendrer une dépense totale de près de 61 500 DA/Ha dont les opérations de préparation et entretien du sol et de récolte occupent respectivement 31,7% et 29,3%.

Le recours à la mécanisation des opérations du travail du sol, du semis, de la protection phytosanitaire et de la récolte, d'une part ; et l'utilisation de la semence mono germe et d'un mode d'irrigation localisée, d'autre part ; ont contribué à la réduction des frais de main d'œuvre.

2.1.12.4. Coût de la mécanisation :

La mécanisation concerne principalement la préparation du sol et son entretien (sarclage, binage), le semis et la récolte de la betterave. Les frais relatifs à cette composante peuvent atteindre 27 900 DA/Ha dont le travail et entretien du sol occupe 57%. Toutefois, il faut noter que l'opération de récolte dans son ensemble (mécanisation + main d'œuvre) pourrait coûter 110 500 DA/Ha, soit près de 7,5% du total des charges de production.

Indicateurs de rentabilité : Pour un rendement brut-objectif de 90 T/ha de racines de betterave ayant une richesse moyenne en sucre de 17,5%, le produit total peut atteindre 752 940 DA/Ha, sur la base de : prix moyen de 7 545 DA/T (Poids Net), taux moyen d'impureté de 9%, une polarisation de 17,5% et une valeur totale des sous produits (Feuilles-collets et pulpe sèche) de 135 000 DA/Ha.

La marge brute dégagée se situerait autour de 485 790 DA/Ha. La marge nette considérée ici hors coûts d'amortissements, est évaluée à près de 410 790 DA/Ha.

En conséquence, la valeur ajoutée est estimée à près 547 290 DA/Ha, soit une valorisation du m³ d'eau d'irrigation d'environ 121.5 DA/m³.

Vu ces performances technico-économiques, la betterave sucrière se situerait parmi les grandes cultures les plus rentables, ce qui justifie la nécessité d'en améliorer la productivité et en maîtriser les coûts de production. Remarque : 1DH = 15 DA.

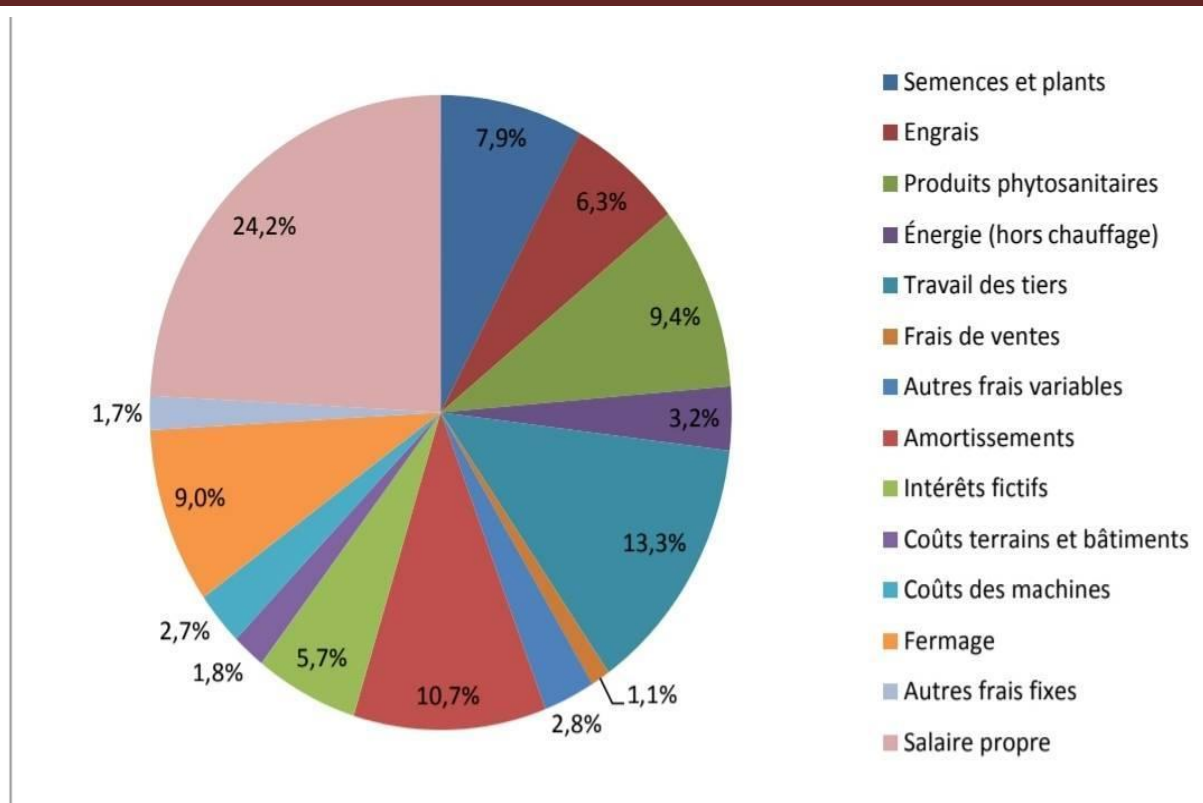


Figure 15. Structure des coûts des producteurs de betteraves sucrières.

Sources: Bergen ,Tacquenier& Van der Straeten , 2015.

Tableau 8. Lecoût des matérielsutilisés dans la culture de la betterave sucrière.

Matériels utilisés	Prix (DA/ha)	Appareils loués	Prix (DA/ha)
Des graines	8000,00	Labour	6000,00
Pesticide	20000,00	Semis	6000,00
Les engrais	30000,00	Electricité	18000,00
		La main d'œuvre	10000,00
		Traitement du tracteur	10000,00
		Récolter obtenir	20000,00
Prix total (DA/ha)	130000,00	Prix total (DA/ha)	70000,00

Source :Allali, 2021.

Le tableau contient des enquêtes sur les coûts exclusifs de la culture de la betterave à sucre depuis le début de sa culture jusqu'à la dernière étape, qui est la récolte, qui sont des résultats approximatifs.

A partir de ces résultats, on obtient :

-Rendement moyen de la betterave sucrière 750 quintaux

-La production moyenne de cannabis est de 150 quintaux pour le fourrage.

Ces résultats exclusifs sont issus de l'étude du professeur et ingénieur agronome Allali Ahmed, qui nous a personnellement fourni ces résultats

Tableau 9. Les charges opérationnelles à l'hectare.

Opération	Nombre d'heures/ha	Coût opération +main d'œuvre /ha	Autres coûts	Total (DA)
Déchaumage	1 h	3720+1800 DA		5520,00
Labour	1,5 h	5160+2760 DA		7920,00
Fertilisation	0,25h*2 (épandage) + 0,25 h*3 (pulvé bore / cuivre/ soufre)	3360 DA+2760 DA	36000 DA Fumure de fond + 6600 DA bore, cuivre)	48720,00
Semis	1 h			10000,00
(semence traitées)				56000,00
Irrigation	Electrique			15000,00
Effeillage et arrachage	8h	50000,00		50000,00
TOTAL sortie du champ	93 h	272280,00	120600,00	392880,00
Le coût total (DA)				577040,00

Source : Allali, 2021.

2.1.13. La zone d'étude :

2.1.13.1. Localisation et limites :

La région de Djelfa est située au centre de l'Algérie. Cette région est située au pied de l'Atlas saharien et au carrefour des routes du nord au sud, entre les bras des steppes centrales à la

jonction du désert avec les hauts plateaux. Il est centré sur la latitude et la longitude 34.6751691, 3.2684215. Il s'étend sur une superficie d'environ 500 000 hectares et sa hauteur est comprise entre 650 et 800 m. Les sols de la région appartiennent à la catégorie du calcium et du fluvisol et sont généralement composés de 48% d'argile, 43% de limon et 9% de sable avec un pourcentage élevé de calcaire total (28,6%) et pauvre en matière organique (<1%) (Cherak, 1999). La fraction limoneuse devient importante en aval du glacier.

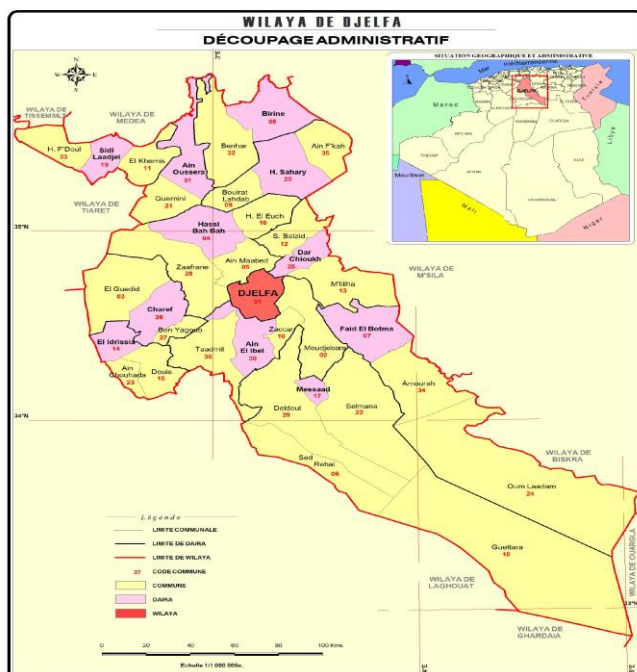


Figure 16. Répartition des classes d'occupation du sol de la wilaya de Djelfa.

Source : Monographie de la wilaya de Djelfa, 2017.

2.1.13.2. Climatologie :

Le climat de la Wilaya de Djelfa est du type semi-aride avec une nuance continentale. Les hivers sont froids et rigoureux et les étés chauds et secs. L'amplitude thermique est relativement élevée. La Wilaya de Djelfa reçoit en moyenne 350 mm d'eau de pluie par an. Cependant la pluviométrie est caractérisée par une faiblesse et une irrégularité du Nord vers le Sud de la Wilaya, ainsi on observe : De 400mm à 600mm d'eau pluie en moyenne par an dans les chaînes des OuledNail.

- De 200 à 400mm dans les plaines à vocation agricole des régions d'Ain Oussera et de HassiBahbah.

- Moins de 200mm pour le plateau saharien au sud de la Wilaya. Pour l'analyse de cet aspect, nous nous sommes basés sur les relevés relatives à la station météorologique de Djelfa.

Les observations météorologiques sont faites sur une période de 17 années (1990-2007). (Kherfane, 2014).

Les précipitations moyennes annuelles de la wilaya de Djelfa sont de 319.9 mm (ONM 1990-2004), et sont assez bien réparties à travers les mois et les saisons de l'année.

Presque un tiers des précipitations est enregistré en hiver, le reste est réparti de façon équilibrée entre l'automne et le printemps.

2.1.13.1.1. La pluviométrie :

La pluviométrie de la zone est marquée par une grande irrégularité d'une année à une autre. Les précipitations de la zone d'étude se caractérisent par des pluies brusques et orageuses, accentuant, de ce fait, le phénomène d'érosion des sols et sont à l'origine des inondations. Les valeurs obtenues font apparaître une période pluvieuse s'étendant de (septembre-mai), coïncidant avec la saison froide; avec des maxima pouvant atteindre (36,65mm) obtenu au mois d'Octobre. Durant la période sèche (Juin -Août) qui s'étend de mai - septembre, la pluviosité diminue pour atteindre une valeur minimale de 17,52 mm, observée au mois de Juillet. Les précipitations dans la commune de Djelfa sont relativement faibles avec une moyenne de 150 à 350 mm/an en arrosant beaucoup plus la partie Nord que celle du Sud où elles n'atteignent que 150 mm/an.

Les mois pluvieux sont : Janvier, Mai, Septembre et Décembre avec un total de 131,59 mm, soit environ 41% du total des précipitations de l'année. Le nombre de jours de pluie est de 70 à 120 jours/an. (Kherfane, 2014).

2.1.13.1.2. La température :

Les températures sont caractérisées par les grands écarts thermiques inter saisonnier. Les valeurs obtenues font apparaître que la température est élevée entre le mois de Juin-Août (Saison sèche), avec un maximum pouvant atteindre (27,77C°), observé au mois de Juillet.

A saison froide est caractérisée par des valeurs minimales pouvant atteindre (5.62C°), obtenues durant le mois de janvier. Ces amplitudes thermiques constituant une contrainte majeure pour la végétation. (Kherfane , 2014).

2.1.13.1.3. La gelée et le gelé blanche :

La gelée est un phénomène de précipitation, produit par la régression extrême de la température, la présence de ce phénomène limite la diversité de la flore dans ce milieu ardu, durant l'hiver et le printemps en moyenne 34 jours par année des gelées blanches sont observés dans le territoire de la commune. Les gelées sont enregistrées pendant la période, allant de janvier à avril et de novembre à décembre, avec un maximum de (12.62 Jours), obtenu au cours de la saison d'hiver (décembre). (Kherfane, 2014).

2.1.13.1.4. Les vents :

La fréquence et la vitesse des vents varient en fonction de saison, En hiver les vents dominant proviennent de l'Ouest et du Nord Ouest, tandis qu'en été ils proviennent du Sud. Ces

derniers sont parfois violents, du fait de leur circulation sur des espaces ouverts sans aucuns obstacles physiques favorisant ainsi le phénomène de la désertification. Les vents deviennent particulièrement gênants quand ils se chargent du sable et constituent également une contrainte climatique importante activant le processus de l'érosion éolienne et de l'évapotranspiration. La valeur maximale de la vitesse du vent ne dépasse pas 5.05 m/s (mars). Il est signalé que durant le printemps et l'automne ce sont les vents froids et pluvieux qui dominent ; tandis qu'en été le sirocco soufflant du sud qui se manifeste le plus. (Kherfane, 2014).

2.1.13.1.5. La neige :

D'après le tableau, le nombre des jours sont de l'ordre de 09 jours d'enneigement par an et un maximum du nombre de jours de neige au mois de février avec (03 jours). L'enneigement est pratiquement nul au cours de la période (mai - octobre). La durée moyenne d'enneigement est de 05 jours avec des années exceptionnelles où le nombre de jours de neige est relativement important (16 jours en 1979)(Kherfane, 2014).

2.1.13.1.6. L'humidité :

L'humidité minimale absolue et maximale absolue est respectivement de 20% (temps de siroco) et 90%. Cette variation est en fonction de la saison et du temps de la journée. Quant à l'humidité moyenne, elle varie entre 35% et 79%. L'humidité relative, élevée avec un maximum de (78.49%), obtenu au mois de décembre, d'autre part, l'humidité relative ne dépasse pas (50%) durant la saison sèche (Juin- Août), avec un minimum pouvant atteindre (34.7%) au mois de juillet. (Kherfane, 2014).

2.1.13.3. Hydrologie :

Le réseau hydrographique de la Wilaya de Djelfa est en grande partie endoréique à l'exception de la région de la région de l'extrême Nord de la Wilaya formée de l'Oued Ouark et de l'Oued Touil. En général, Trois systèmes hydrographiques se partagent la Wilaya: au Nord du bassin du Chellif qui draine la première dépression; les eaux superficielles et souterraines y sont abondantes surtout dans le compartiment occidental de la dépression (vallée de l'Oued Touil); partout ailleurs la ressource en eau est insignifiante. (Kherfane, 2014).

2.1.13.4. La flore :

La Wilaya de Djelfa est formée surtout de vastes plaines steppiques arides avec au centre les monts des OuledNail semi-aride à dominante forestière. C'est une Wilaya essentiellement pastorale avec des terrains de parcours en général dégradés représentés par des parcours sahariens, des parcours sur terrains alfatières sur maquis clairs. La Wilaya de Djelfa possède un des plus importants patrimoines forestiers des hauts plateaux au niveau national et cette

richesse est principalement constituée par: Les forêts naturelles, elles se trouvent dans cinq massifs forestiers bien distincts couvrant une superficie totale de 152.753,05 ha composés de pin d'Alep (pins halenpsensis, essence heliophilé) en association avec le chêne vert (quiteusilex). Le genévrier de Phénicie, junpsisphonicéa, le genévrier oxycèdre(junipsusoxycedrus) ainsi qu'une couverture herbacée à base de romarin globulaire alfa et les cystes. Parmi les massifs forestiers les plus importants on cite les forêts Senalba Gharbi et Senalba Chergui qui occupent une superficie de 63.372 ha atteignant une densité supérieure à 100 arbres /ha. (Kherfane, 2014).

Tableau 10. Les postes d'emplois créés dans la wilaya de Djelfa.

Wilaya	Agriculture	Industrie	BTP	Autres serv	Pop Occupée
Djelfa	26556	2724	5435	45173	79888
%	33.24	3.41	6.80	57	100

Source : RGPH,1998.

Le secteur tertiaire représente 57% de la population occupée, suivie du secteur Agricole avec 33.24%, le secteur du BTP avec 6.80% puis le secteur de l'industrie avec 3.41%. La wilaya de Djelfa se caractérise par un taux de chômage de 52%.

-Situation agricole :

La surface agricole utile de la wilaya de Djelfa, représente 15.14% de la surface agricole totale. Par ailleurs, la superficie en irrigué ne représente que 6.18% de la S.A.U.

Comparativement aux superficies nationales, la S.A.T, la S.A.U et la superficie en irrigué, représentent respectivement 5.9%, 4.51% et 2.91%.

Tableau 11. Surface agricole total et utile et superficie en irrigué dans la wilaya de Djelfa.

Superficie (ha)	SAT	SAU	Sup. en irriguée
Djelfa	2501093	378665	23390
Algérie	42380630	8389640	803880
% Sup. Djelfa		15,14	6,18
% Djelfa/National	5,90	4,51	2,91

Source :MADR, campagne 2004-2005.

La jachère représente 74.4% de la S.A.U de la wilaya de Djelfa et 7.85% de celle nationale, suivie des cultures herbacées avec 22.46 % et 2.17% et des plantations pérennes avec 3.14% et 1.35%.

Tableau 12. Répartition de la S.A.U.

Superficie (ha)	Cultures herbacées	Plantations pérennes	Jachère	SAU
-----------------	--------------------	----------------------	---------	-----

Djelfa	8506	11894	281735	378665
Algérie	3921190	878560	3589890	8389640
% SAU Wilaya	22,46	3,14	74,40	100
% SAU Nat	2,17	1,35	7,85	5

Source : MADR, campagne 2004-2005.

2.2. Méthodes d'étude :

Notre travail s'articule autour d'étudier le mode de culture de la betterave sucrière et de connaître la possibilité de son succès dans la région steppique de Djelfa. Pour réaliser ce travail, nous avons utilisé quelques documents liés au sujet (livres, recherches, articles..).

Recueillir des informations relatives à sa méthode de culture, ses exigences et le coût de mise en œuvre de cette culture.

Une recherche bibliographique en rapport avec ce thème est effectuée, des données sur la région et en particulier sur la région d'étude permettront de déterminer le coût de culture.



Conclusion

- Conclusion

L'industrie sucrière est devenue l'une des industries les plus compétitives au monde. Dans ce contexte, tout doit être fait pour que nous ne dépendions pas de lui sur les marchés étrangers pour devenir l'un des pays producteurs de sucre afin de satisfaire la consommation intérieure et la dépendance limitée vis-à-vis des marchés étrangers.

La betterave sucrière, en tant qu'espèce cultivée, est apparue au début du XIXe siècle : le blocus maritime imposé à l'Europe par l'Angleterre au moment des guerres napoléoniennes interdisait tout approvisionnement en sucre de canne. Napoléon 1er décida de lancer un programme de plantation important et créa des écoles de sucrerie dès 1811.

En Algérie, le développement de l'industrie sucrière est survenu suite à l'échec de la production de sucre à partir de la betterave sucrière et a été possible grâce à la politique de l'Etat visant l'encouragement de l'investissement privé national. A long terme, les entreprises issues de cet investissement ne peuvent faire face à la concurrence internationale, une concurrence qui est de plus en plus contraignante en raison du pouvoir grandissant des grandes firmes multinationales du sucre.

Dût la consommation massive de cette substance, chose qui a été remarquer durant ces dernière décennie est l'augmentation exponentiel de consommation du sucre, ce qui a inciter plusieurs industriels a s'investir dans ce domaine, bien évidemment ces investissement permettre de couvrir la consommation totale. En contre partie, l'importation de sucre roux (matière première de la réalisation de sucre), impose des sommes colossales à l'état Algérien, ce qui implique l'inflammation de cette substance dans le marché national ; c'est pour cela notre objectif principal à réaliser ce projet sur le territoire Algérienne afin de réduire l'importation de sucre. En plus de baisser la dépendance vis-à-vis du marché étranger et la modernisation de l'agriculture au niveau des périmètres irrigués en plus de répondre à la consommation nationale et la création des emplois.

Dans ce travail nous envisageons de proposer une étude de faisabilité de culture de la betterave sucrière sur le territoire Algérien. Nous avons opté pour ce sujet vu la consommation de sucre en niveau mondiale et particulièrement en niveau national. D'parés les statistiques récoltées nous avons constaté que un des aliments les plus consommer par les individus Algériens est le sucre, sachant que cette aliment est réalisé en Algérie a base de sucre roux importé ; Et qui est présenté dans la plupart des aliments que soit sucrés (confitures, pâtisseries et boissons ...etc.) ou salés (sauce-tomate, légumes en conserves, les pates par exemple patte à pizza et le pain ...etc.).

Nous avons choisi la betterave sucrière car nous avons vu que cette plante est adaptée au climat méditerranéen, notamment au climat Algérien.

Le projet de la transformation de la betterave sucrière est réalisé sur la base des informations, des données et des statistiques collectées d'après plusieurs sources.

Le but est de formuler une meilleure conception malgré que nous ayons rencontré beaucoup d'énormes difficultés telles que le manque d'informations sur les machines de la transformation et le temps limitée pour accomplir notre objectif.

Dans un premier temps, nous avons montré la richesse nutritionnelle des betteraves. Culture de la canne à sucre, puis nous avons vu les conditions particulières pour sa culture et sa récolte. Nous avons abordé plusieurs points concernant la culture de la betterave sucrière : la connaissance, sa description et les exigences de sa culture, et le second est l'étude de la zone choisie pour la culture. Nous avons également entamé les étapes de conversion de la betterave sucrière dès la récolte, ensuite nous avons entamé les étapes de transformations de la betterave sucrière depuis la récolte jusqu'à la phase du conditionnement.

Comme perspective, nous souhaitons prolonger notre travail, en nous focalisant plus particulièrement deux parties :

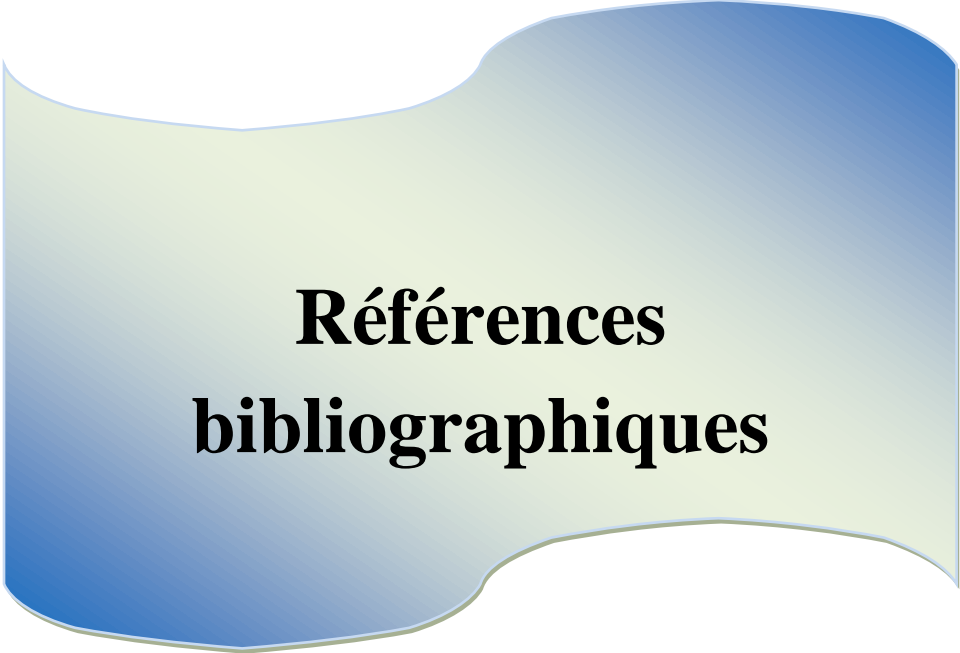
Dans la première qui concerne la culture de la betterave, plusieurs points peuvent être abordé :

- le choix de la topographie de la zone de la cultivate afin de mieux valoriser le rendement sur le territoire Algérien.

- la prise de considération de la dégradation de la betterave par rapport au climat Algérien et en équipement existant et en zone d'implantation.

Dans la seconde partie il sera très intéressant d'étudier la gestion des indisponibilités pour les fournisseurs des betteraves sucrières en cas de ne pas livré la betterave en sucrerie juste à temps.

Une autre piste peut être exploitée dans ce travail qui concerne le processus de la transformation des dérivées de la betterave (Pulpe, Mélasse....).



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- Abderrahmane, B., 2013.** Algorithmes évolutionnaires et méthodes approchées multicritères. lorraine.
- Achabou M. A., 2008.** L'environnement institutionnel dans la décision stratégique de l'entreprise émergente :cas de l'industrie sucrière algérienne. Pierre Viala, France , centre international d'études supérieures en sciences agronomiques, France.
- Ali mohammadi, A. m., 2011.** Introducing a new method to expand topsis decision making model to fuzzy topsis. the journal of mathematics and computer science vol.2 No.1 (2011) 150-159 , 10.
- Ameur benrrahou .F ., 2018.** Etude de faisabilité d'une entreprise de l'extraction de sucre à partir de betterave sucrière .Mémoire de fin d'étude en master . p2 . Écrire à Souzane RD Aa
- Arzate, A., 2005.** EXTRACTION DU SUCRE DE BETTERAVE. Saint-Norbert, Québec: centre de recherche de développement et de transfert technologique en acériculture.
- Arzate, A., 2005.** Extraction et raffinage du sucre de canne. Québec: Centre de recherche de développement et de transfert technologique en acériculture .
- Asadi, M., 2007.** Beet-sugar Handbook. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey.
- Belaid, D., 2014, Mars 10.** LA culture de la betterave a sucre et la production de. algerie, produire du sucre? , p. 5.
- Belaid, D., 2015.** la culture de la betterave a sucre et la production de sucre en Algérie,Recueil d'article,ingenieur d'agronomie.
- Benali, A., 2017,** Une hausse de 22% de la facture des importations de sucre en 2016. Consulté le Octobre 3, 2017, sur algerie-eco: <https://www.algerie-eco.com>.
- Benbouali, S., 2017.** LA PRODUCTION ALGÉRIENNE. Algérie: Le marché des Industries Agroalimentaires en Algérie.
- Bergen D., Tacquenier B. & Van der Straeten B, 2015.** Suikerbieten – Rentabiliteits- en kostprijsanalyse op basis van het Landbouwmonitoringsnetwerk, Vlaamse Overheid, Departement Landbouw en Visserij, afdeling Monitoring en Studie, Brussel.
- Chrif, M., 2017, Mars.** Gestion de ressource humaine. Tlemcen , Génie industriel- Département génie électrique et électronique, Algérien.
- Consommation mondiale de sucre, 2016.** Consulté le Novembre 12, 2017, sur conso Globe: www.planetoscope.com.
- Dechamps, P., &Nicks, B., (1986).** Exigences climatiques et habitat des moutons.In

Annales de Médecine Vétérinaire (Vol. 130, No. 5, pp. 329-342). ULg-Université de Liège.
de transformation en sucrerie (Partie 1). Tech. l'Ingénieur, Trait. Agro aliment. F 6 150
Decloux, M., 2002. Procédés, 1-18.

Document agriculture biologique agridea ,2017,

<https://www.bioactualites.ch/fileadmin/documents/bafr/production-vegetale/grandes-cultures/4-3-betteraves-2017-AGRIDEA-prov.pdf>

Doucet, R., (1979). Méthodes de coupe et de préparation du terrain pour favoriser la régénération naturelle de quelques tremblais de l'est du Québec. The ForestryChronicle, 55(4), 133-136.

Éléonore, S., 2021. Culture de la betterave : immersion auprès d'un agriculteurPar Journaliste scientifiqueLe.

Entreprises - Wilaya Guelma., 2018. Consulté le Janvier 20, 2018, surKompass, Your route to business worldwide : <https://dz.kompass.com>.

2017. Évolution du cours du sucre – facteurs d'influence. Paris: SYNDICAT NATIONAL DES FABRICANTS DE SUCRE .

Fages, C., 2016, Septembre 12. chronique des matières premières La production mondiale de sucre inférieure à la consommation. Consulté le Décembre 08, 2017, sur rfi: <http://www.rfi.fr>

Fages, C., 2016, Septembre 12. chronique des matières premières La production mondiale de sucre inférieure à la consommation. Consulté le Décembre 8, 2017, sur rfi: <http://www.rfi.fr>

Flambée du prix du sucre et répercussion pour l'Algérie., 2010. Consulté le Octobre 3, 2017, sur algerie-monde: <http://www.algerie-monde.com>.

Floret, C., &Pontanier, R., (1982). L'aridité en Tunisie présaharienne: climat, sol, végétation et aménagement.

Fouad. A., 2017. Application des électro technologies pour une valorisation optimisée de la betterave à sucre dans un concept de bio raffinerie. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur de l'UTC. p11.

Guide de gestion des ressources humaines., 2017. Québec: Comité sectoriel de main-Douvres de l'industrie du caoutchouc du Québec.

Guide Investir en Algérie., 2017. Algérie: la société KPMG Algérie.

Gülsoy. N., 2015. Les États-Unis sont le premier pays consommateur de sucre. Consulté le Novembre 18, 2017, sur AA: www.aa.com.tr.

Hanafi. M., 1994. Utilisation de la melasse de la betterave sucriere pour la production laitiere.

Haberfeld. I., 2018. Nutrition : quel sucre choisir ? Consulté le Février 10, 2018, sur santé magazine: <https://www.santemagazine.fr>

Hausse des importations., 2013. Consulté le Octobre 3, 2017, sur djazairess: <https://www.djazairess.com>.

Huberlant. J., 1984 . Manuel de sucrerie, 4ème édition. Raffinerie Tirlemontoise S.A., Tienen.

Jourdier. A., 1856. Le matériel agricole: ou description et examen des instruments, des machines des appareils et des outils... L. Hachette.

Kherfane. N., 2014. Les outils de gestion de l'espace et la réalité du développement urbain non maîtrisé "approche géomatique" (cas de la Ville de Djelfa), Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister En Aménagement du territoire, p 18-25.

La culture de la betterave à sucre., 2017. Consulté le Décembre 19, 2017, sur Le sucre: <http://www.lesucre.com>

Lailler. T., 2017. SARL : quels avantages, quels inconvénients ? Consulté le Février 15, 2018, sur Le blog dudirigeantLBdD: <https://www.leblogdudirigeant.com>

Lamriben. H., 2017, Juin 6. Marché du sucre : L'Algérie dans le Top 10 des plus gros importateurs . Consulté le Octobre 3, 2017, sur djazairess: <https://www.djazairess.com>

Lataillade. A., 2014, Septembre. Sucres : Comment s'y retrouver. Consulté le Novembre 06, 2017, sur papilles et pupilles: www.papillesetpupilles.fr

Lailler. T., 2017. SAR : quels avantages, quels inconvénients ? Consulté le Février 15, 2018, sur Le blog dudirigeantLBdD: <https://www.leblogdudirigeant.com>

Lemaire Paule., 1981. Contribution à l'étude du comportement de populations de betterave à sucre cultivées en sec sous les conditions écologiques de la MITIDJA occidentale en vue de la planification de la production. Mem. Ing. Agronome, Institut National Agronomique, EL HARRACH (alger), 150p

Le sucre à travers les Âges., 2017. Consulté le Décembre 27, 2017, sur une-generalisation-mondialedu-sucre.: ucripant.e-monsite.com

Le marché du sucre en Algérie., 2017. Consulté le Mars 12, 2018, sur algerie-dz.com: <http://www.algerie-dz.com/article6583.html>.

Lynda. A. L., 2012. Effet de l'ajout de soude caustique et de la température sur la dégradation de la mélasse au cours du stockage au niveau de la raffinerie -CEVITAL-. Effet de l'ajout de soude caustique et de la température sur la dégradation de la mélasse au cours du stockage au niveau de la raffinerie -CEVITAL- . BEJAIA, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie Département des sciences alimentaires, Algérie.

Maheu. M. È., 2015. Où consomme-t-on le plus de sucre dans le monde? La réponse en carte. Consulté le Novembre 18, 2017, sur radio-canada: <https://ici.radio-canada.camaps>. (2018). Consulté le Mars 12, 2018, sur google: <https://www.google.com/maps/@28.0948735,-7.2986499,5z>

Mauriac. F., 2010. L'univers du sucre. France: l'Institut Klorane, Fondation d'Entreprise pour la Protection et. (2017). MEMO STATISTIQUE. France: Centre d'Études et de Documentation du Sucre.

McGinnis. R. A., 1982. Beet-sugar technology (3rd ed.). Beet sugar development foundation. Fort Collins, Colorado.

Miloud. H., 2009. Réhabilitation de la culture de la betterave sucrière en Algérie.

Mohamed. M., 2017. Finance. Tlemcen-Algérie: Génie industriel-Département Génie électrique et électronique. 2017. Note de conjoncture. France: FranceAgriMer.

Morsil.N., 2013. Le general, la technologie du sucre et la betterave algérienne .article 12 avril 2013.

Nedjraoui. D et Bédrani. S., 2004 . La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. p.3 (https://www.sifee.org/static/uploaded/Files/ressources/actes-des-colloques/niamey/simultanee-2/5_NEDJRAOUI_comm.pdf).

Nicot. P., 2008. Protection intégrée des cultures maraîchères sous serre: expérience et atouts pour un contexte en évolution. Cahiers Agricultures, 17(1), 45-49.

ORMVD agriculture. 2012. Fiche technico-économique la betterave à sucre en irrigation localisée.

Pierre-olivier. 2017. La récolte des betteraves sucrières. Consulté le Avril 17, 2018, sur le blog wefarmup: <http://www.blog.wefarmup.com>

Prabhakar.B., S. A Simplified Description of Fuzzy TOPSIS. Dept. of Computer Science and Engineering, IIT Kanpur, UP 208016 India, India.

Rabah. C., 2017. Société par actions SPA. Salle d'étude de génie industriel Master02, Tlemcen, Génie industriel-Département génie électrique et électronique, Algérien.

Raffinerie tirlémontoise., 2013. INFO-SUCRE. Consulté le Novembre 08, 2017, sur schawkdigital: <http://tiensesuiker.schawkdigital.com>

Rémunération. (s.d.). Consulté le Juin 04, 2018, sur lintern@ute: <http://www.linternaute.fr>

Rémunération., 2017., Consulté le Juin 04, 2018, sur wikipedia: <https://fr.wikipedia.org>

Saccharose. (s.d.). Consulté le Novembre 8, 2017, sur Futura Santé: www.futura-sciences.com

Schwery. J., 2015. De la betterave au sucre une filière importante pour la suisse Edition: Agence d'information agricole romande (AGIR) p 8-10

Schiweck.H., 1994. Composition of sugar beet molasses. Zuckerind 273–282.

Sellal. A., 2017, Février 19. Oran: la raffinerie de sucre de Tafraoui inaugurée. (H. Algérie, Intervieweur).

Selma. M. A., 2007. ise en application de l'accord d'association UE- Algérie : les conséquences sur l'industrie sucrière algérienne Association agreement betweenAlgeria.France.

Services CGB., 2017. LA BETTERAVE EN 2017 UNE NOUVELLE ÈRE. France: Confédération Générale des planteurs de Betteraves.

SNFS, 2020. Syndiction national des fabrication de sucre 2020

Sorasucre de mostaganem., 2018. Consulté le Janvier 20, 2018, surKompas, Your route to business worldwide : <https://dz.kompass.com>

Stassi. F., 2015. Le Brésil pourrait produire davantage de canne à sucre en 2015-2016. Consulté le Décembre 08, 2017, sur L'USINE AGRO: <https://www.usinenouvelle.com>

Stassi. F., 2015. Vers un déficit sur le marché du sucre en 2015-2016. Consulté le Décembre 2, 2017, sur L'USINE AGRO: <https://www.usinenouvelle.com>

Sucre., 2018. Consulté le mai 16, 2018, sur wikipedia: <https://fr.wikipedia.org>

Sucre: un produit naturel? (s.d.). Consulté le Décembre 23, 2017, sur TPE sur les sucres roux et blanc: <http://tpe-sucre-roux.e-monsite.com/pages/page.html>

SEDA., 2005. La filière sucre en Algérie..

Utilisation du sucre à des fins alimentaires et non alimentaires. (s.d.). Consulté le Décembre 5, 2017, sur Institut canadien du sucre: <http://www.sugar.ca>

Zouaoui, A., Bensaid, R. 2007. Détermination des exigences climatiques du blé dur (TriticumdurumDesf. var. Mohamed Ben Bachir) en zone semi-aride. Cahiers Agricultures, 16(6), 469-476.

2015. ANALYSE DU MARCHÉ DANS LA FILIERE DU SUCRE. France: Institut des comptes nationaux.

Caryopse., 2017. Consulté le Novembre 12, 2017, sur wikipedia: <fr.wikipedia.org>.

CT, Expert et BOUCHETATA, Tarik Boumediene. RAPPORT TECHNIQUE. 2017.

2016. Sucre . Paris: OCDE/FAO.

L'Algérie a importé pour 570,78 millions de dollars de sucre en 8 mois. (2016, Octobre 17). Consulté le Octobre 13, 2017, sur Le Matin d'Algérie: <http://www.lematindz.net>

Kotbi, G., Muyuala, G. K., & Sauvee, L. 2011. La méthode des scénarios appliquée aux territoires. L'exemple de l'avenir de la filière Betterave-Sucre de Picardie. In *1ère Conférence Intercontinentale d'Intelligence Territoriale" Interdisciplinarité dans l'aménagement et développement des territoires"* (p. 11).

Gazull, L. (2016). Les filières agricoles et forestières du Sud à l'heure des bioénergies. *E. Biénabe, D. Lœillet, A. Rival, Développement durable et filières tropicales, Versailles, Quae, 171-182.*

2017. Note de conjoncture. France: FranceAgriMer.

2017. Principales caractéristiques. Paris: syndicat national des fabricants de sucre.

Site internet :

www.cmgp.com/cultures/grandes-cultures/betterave-sucriere

Afrique - Sucre., 2018, janvier 8. Consulté le Juin 3, 2018, sur [commodafrica](http://www.commodafrica.com):
<http://www.commodafrica.com>.



Annexes

Annexes 1

Questionnaire

Contribution à l'étude de faisabilité de culture de la betterave sucrière en Algérie (cas de la wilaya de Djelfa)

Enquête n° :

La date :

Localisation

Code ferme:

Lieu dit:

Commune:

1. L'exploitant et l'exploitation

1.1. Identification de l'exploitant

-Sexe? Homme Femme

-Age? Âgé (+ 60 ans) Moyennement âgé (15-60 ans) Très jeune (-15 ans)

-Tribu?

-Origine Rurale Citadine

-Situation matrimoniale? Célibataire Marié

-La taille du ménage?

-Niveau d'instruction?

Universitaire Moyen Primaire Coranique Aucun

-Nature de l'activité? Agropasteur Agriculteur

-Possédez-vous une carte de fellah? Oui Non

-Niveau de formation agricole?

Ingénieur Technicien Agent technique Perfectionnement Aucun

-Appartenance à une organisation professionnelle? Oui Non

-Inscrire les caractéristiques des co – exploitants (s'il y a lieu) dans le tableau suivant :

Type	Nombres	Niveau d'instruction	Répartition des tâches	Tempe de travail
Permanents				
Saisonniers				
Familiales	Garçon :			
	Fille :			
	La mère :			
Total				

-Comment estimez-vous votre niveau de vie?

Bas Moyen Elevé

- Etudes préalables avant plantation ?

oui non

***Données sur l'activité de culture de la betterave sucrière**

-Quel est le motif de votre choix des betteraves sucrières

1 Rentable2 Subventionnés3 Autre (risque, savoir-faire, etc.)**1.Travaux de plantation**

-Quelle est la période de plantation.....

- Ouvertures des trous.....DA/ha

- Epandage des fumures.....DA/ha

-Achat des graines.....DA/ ha

-les matières organiques (m.o).....DA/ha

-Main d'œuvre de plantation.....DA/ha

• Combien d'ouvriers nécessite le processus de la plantation?Ouvriers/ha

- Quelle est la période d'entrée en production?

1 Après 3 années2 Après 4 années3 Après 5 années**2. Travaux d'entretien**

-Quelle est la superficie qu'occupent vos betteraves sucrières?ha

-Quel est l'âge de la plantation de vos betterave sucrière?.....Années

2.1. Travail du sol

-Période de réalisation des travaux du sol?.....

-Quels sont les types du travail du sol?

1 Sous solage2 Labour superficiel3 Passage de Cover Crop4 Défrichage5 Autre

-Coût des travaux du solDA/ha/an

-Main d'œuvreDA/ha/an

• Combien d'ouvriers nécessite le processus du travail du sol? Ouvriers/ha/an

2.2. Entretien du sol et fertilisation

-Quand est-ce que vous fertilisez votre verger?

-Avez – vous utilisé (pour oléiculture) :

		Quantité Kg/ha	Prix DA/ha
Du fumier	1 <input type="radio"/> Oui 2 <input type="radio"/> Non		
Des engrais azotés, phosphatés	1 <input type="radio"/> Oui 2 <input type="radio"/> Non		
Des herbicides	1 <input type="radio"/> Oui 2 <input type="radio"/> Non		

Parcelle	Culture	Surface (ha)	Herbicides (Nbr de dose/ha)	Insecticides (Nbr de dose/ha)	Fongicides (Nbr de dose/ha)	Autres (Nbr de dose/ha)
1	Betterave sucrière					

-Main d'œuvreDA/ha/an

• Combien d'ouvriers nécessite le processus de fertilisation? Ouvriers/ha/an

2.3. Entretien de la betterave sucrière1 La taille de formation2 La taille d'entretien et de fructification3 La taille de régénération

2.7. Autres dépenses

(Energie, gardiens...).....DA/ha/an

Locaux	nombre	Année de mise en service	Coût (Million de DA)	Mode de financement (%)		
				Auto-financement (%)	Aide de l'Etat (%)	Crédit (%)
Locaux de stockage des récoltes						
Locaux pour véhicules, carburants, matériel						
Autres						

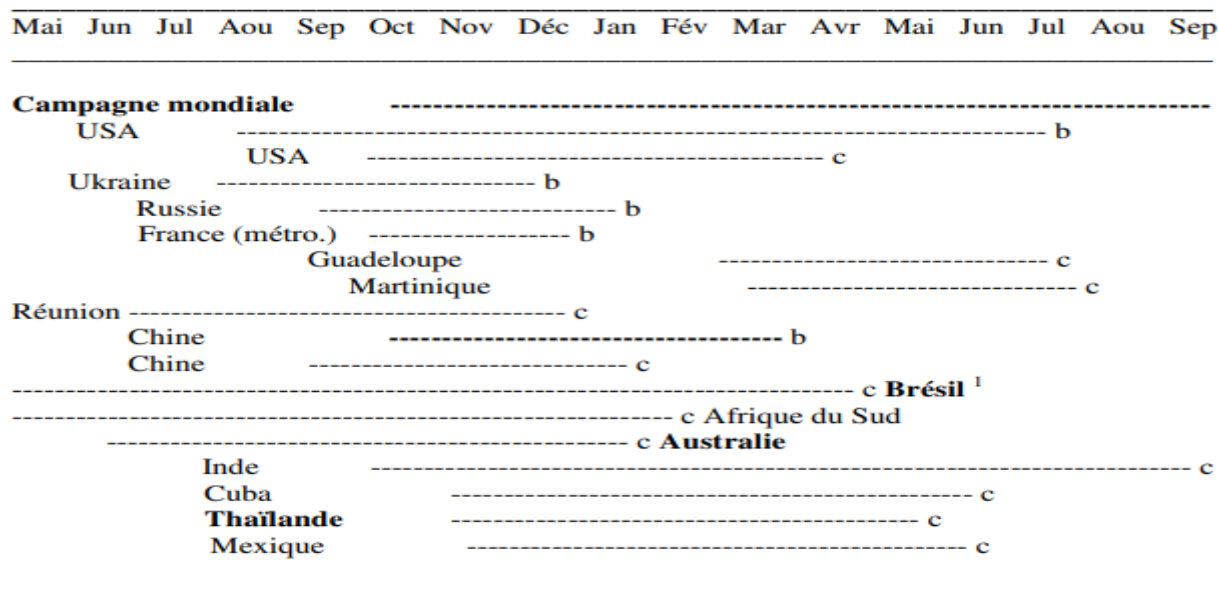
Matériel agricole

Matériel agricole	Nombre	Année de mise en service	Coût (Million de DA)	Mode de financement (%)		
				Auto-financement (%)	Aide de l'Etat (%)	Crédit (%)
Tracteur, motoculteur						
Citerne						
Remorque						
Matériel aratoire						
Semoir						
Matériel d'irrigation						
Bassin d'irrigation						
Système goutte à goutte (métrage)						

Système goutte à goutte (métrage)						
Asperseurs						
Canons						
Pivots						
Matériel de traitement phytosanitaire						
Poudreuse pulvérisateur						
Matériel de récolte						

Annexes 2

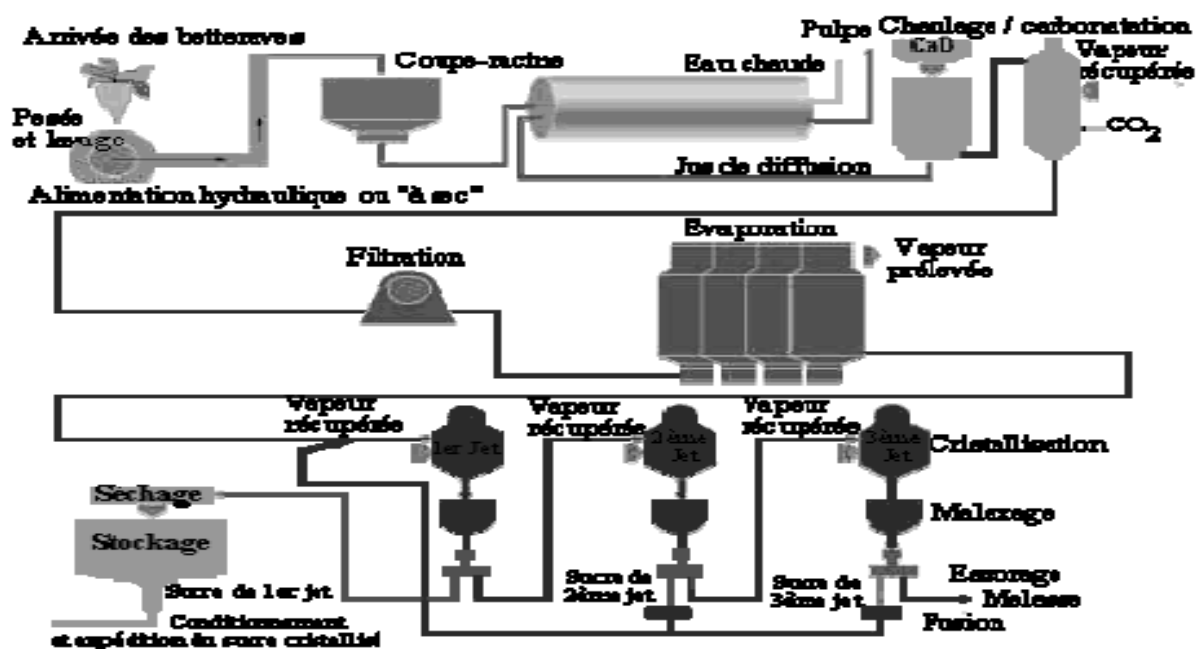
Calendrier des récoltes cannières et betteravières des principaux pays producteurs de sucre



N.b. b : production de sucre de betterave, c : production de sucre de canne, à partir de mai dans le Centre-Sud et de septembre dans le Nord et le Nord-Est.

Source : F.I.R.S.

Processus de fabrication du sucre à partir de la betterave sucrière



Une tonne de canne à sucre = 115 kg de sucre, Une tonne de betterave = 135kg de sucre.

Source : Secrétariat de la CNUCED.

Les principales présentations commerciales du sucre en 1990

Présentation	Utilisations
Sucre cristallisé	Cristallisation des sirops
Sucre en poudre	Desserts et entremets
Sucre glace	Décors
Sucre moulé en morceaux	Boissons
Sucre en cubes	Boissons
Sucre candi	Industrie du champagne
Sucre pour confitures	Prise des confitures et des glaces " maison "
La cassonade	Recettes exotiques et recettes d'origine anglaise
La vergeoise	Spécialités flamandes
Sucre liquide	Préparation des punches et recettes exotiques
Le pain de sucre	Décors et préparation des punches originaux

N.b. Dans la plupart des pays développés, toutes ces présentations commerciales du sucre font l'objet des spots publicitaires télévisés.

Source : Revue " Economie et Géographie ", n° 281, Paris, janvier 1991, p 2 in Jean-Claude Matondo : Stratégies concurrentielles d'entreprise et dynamique des marchés internationaux des produits de base agro-industriels. La cas du sucre.- (mémoire).- IAM.- Montpellier, 1991/1992.

Résumé :

L'étude de ce travail consiste en une étude de faisabilité de la culture de la betterave sucrière et de la manière d'en prendre soin de la phase de culture à la phase de récolte. Pour ce faire, nous avons abordé ce projet sous différents critères : nous avons étudié le climat et la nature de l'atmosphère pour déterminer les lieux propices à la culture de la betterave sucrière, puis nous avons étudié la récolte des betteraves sucrières, qui pose encore un défi quant à la propriété du sucre. La culture de la betterave une fois tous les deux ans, puis une étude technico-économique représentée en adaptant le bon processus de transformation de la betterave sucrière en sucre de consommation qui permet de répondre aux besoins locaux en minimisant les divers coûts

Mots clés : L'évaluation, développement rural, développement agricole.

ملخص :

تتألف الدراسة في هذا العمل من دراسة جدوى زراعة بنجر السكر وكيفية التكفل بها من مرحلة الزراعة إلى مرحلة الحصاد. للقيام بذلك قمنا بمعالجة هذا المشروع تحت معايير مختلفة. وقد درسنا المناخ و طبيعة الجو لتحديد الأماكن المناسبة لزراعة بنجر السكر ، ثم درسنا حصاد الشمندر السكري الذي لا يزال يشكل تحدياً إزاء خاصية زراعة الشمندر السكري مرة كل سنتين ، ومن ثم دراسة تقنية اقتصادية تتمثل في تكيف العملية الصحيحة لتحويل الشمندر السكري لسكر الاستهلاكي الذي يسمح بتلبية الاحتياجات المحلية عن طريق تقليل التكاليف المختلفة إلى أدنى حد. وتحقيقاً لهذه الغاية ، حاولنا المساهمة من خلال هذه الدراسة لمساعدة بلدنا على تقوية الجانب الزراعي و الاقتصادي عن طريق تخفيض تكاليف استيراد هذه المواد.

الكلمات الرئيسية : التقييم، التنمية الريفية، التنمية الزراعية.

Abstract :

The study of this work consists of a feasibility study of the cultivation of sugar beet and how to take care of it from the cultivation phase to the harvest phase. To do this, we approached this project under different criteria: we studied the climate and the nature of the atmosphere to determine the places suitable for the cultivation of sugar beet, and then we studied the harvest of sugar beets, which poses another challenge as to the ownership of sugar. The cultivation of beet once every two years, then a techno-economic study represented by adapting The correct process of transformation of sugar beet into consumer sugar which makes it possible to meet local needs while minimizing various costs.