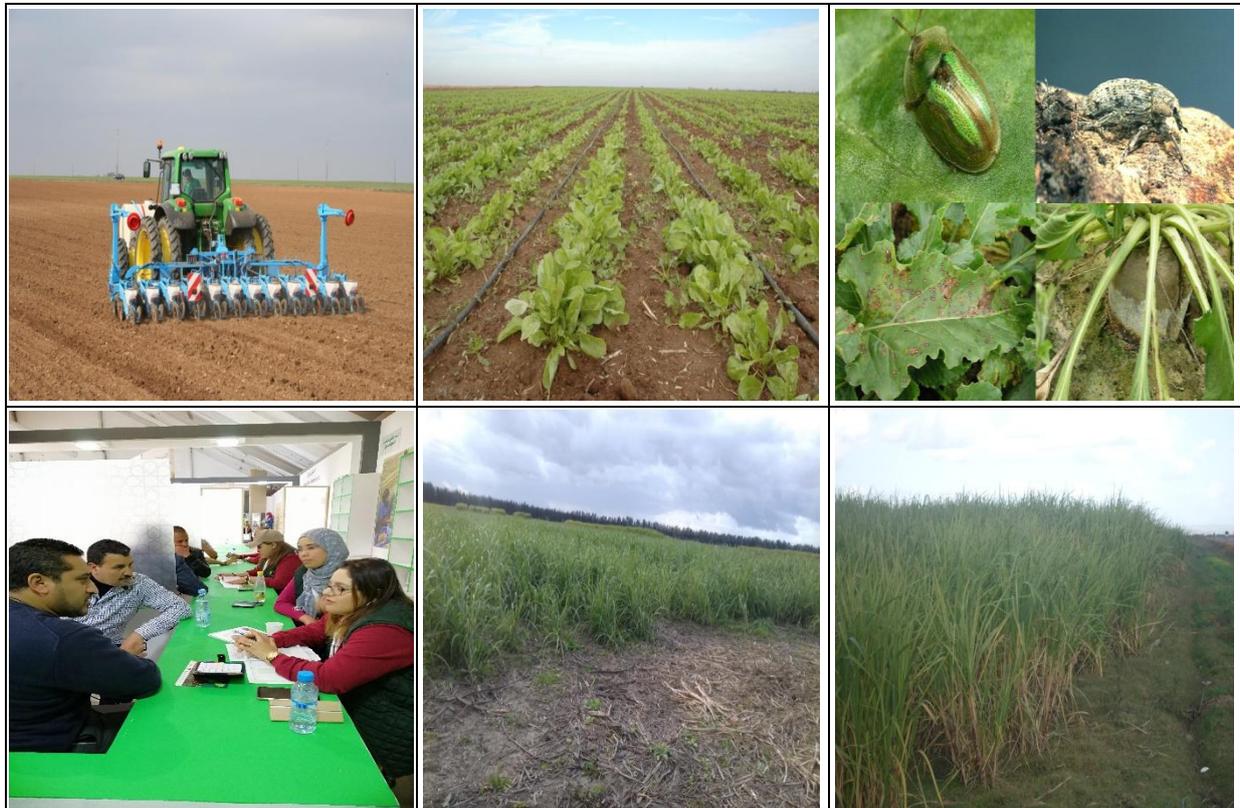


Marché N°31/2015/ONCA

ELABORATION DES REFERENTIELS TECHNIQUES ET TECHNICO-ECONOMIQUES

PHASE 3 : ELABORATION DES REFERENTIELS TECHNIQUES ET TECHNICO- ECONOMIQUES SPECIFIQUE A LA FILIERE

CAS DE LA FILIERE DES CULTURES SUCRIERES



Livrable :

Guide pratique pour les conseillers agricoles

Version définitive 425-N1077-18b

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
LISTE DES ABREVIATIONS	3
PREAMBULE	4
1- IMPORTANCE DES CULTURES SUCRIERES AU MAROC	5
2- EXIGENCE EDAPHO-CLIMATIQUES DE LA BETTERAVE A SUCRE	7
3- STADES PHENOLOGIQUES REPERES DE LA BETTERAVE A SUCRE	8
4- TECHNIQUES DE CONDUITE DE LA BETTERAVE A SUCRE	11
4.1. ITINERAIRE TECHNIQUE DE LA BETTERAVE A SUCRE	11
4.1.1. TRAVAIL DU SOL ET PREPARATION DU LIT DE SEMENCES	11
4.1.2. INSTALLATION DE LA CULTURE	16
4.1.2.1. DATE DE SEMIS	16
4.1.2.2. LA DOSE DE SEMIS	17
4.1.2.3. OUTILS UTILISES ET TYPES DE SEMIS	18
4.1.2.4. LES VARIETES DE BETTERAVE SUCRIERE	20
4.1.3. IRRIGATION	22
4.1.4. FERTILISATION DE LA BETTERAVE A SUCRE	29
4.1.4.1. LA FERTILISATION AZOTEE	29
4.1.4.2. LA FERTILISATION PHOSPHATEE	31
4.1.4.3. LA FERTILISATION POTASSIQUE	32
4.1.4.4. FERTILISATION BORATEE	33
4.1.4.5. LES SIGNES DE CARENCE POUR D'AUTRES OLIGO-ELEMENTS	34
4.1.5. DEMARIAGE ET ECLAIRCISSAGE DE LA BETTERAVE A SUCRE	37
4.1.6. GESTION DES MAUVAISES HERBES	38
4.1.7. MALADIES ET RAVAGEURS DE LA BETTERAVE A SUCRE	47
4.1.8. LA RECOLTE DE LA BETTERAVE A SUCRE	68
ANNEXES	70
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (BETTERAVE A SUCRE)	75
5. TECHNIQUES DE CONDUITE DE LA CANNE A SUCRE	78
5.1. LES STADES DE DEVELOPPEMENT DE LA CANNE A SUCRE & LE RAISONNEMENT DE L'ITINERAIRE TECHNIQUE	78
5.2. PREPARATION DU SOL	80
5.3. DENSITE ET PROFONDEUR DE PLANTATION	82
5.4. MATERIEL VEGETAL	83
5.5. MODE DE PLANTATION DE LA CANNE A SUCRE	84
5.6. DATE DE PLANTATION DE LA CANNE A SUCRE	84
5.7. FERTILISATION DE LA CANNE A SUCRE	85
5.8. IRRIGATION DE LA CANNE A SUCRE	92
5.9. LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES DE LA CANNE A SUCRE	95
5.10. MALADIES DE LA CANNE A SUCRE	100
5.11. RAVAGEURS DE LA CANNE A SUCRE	103
5.12. EFFET DU GEL SUR LA CANNE A SUCRE	103
5.13. RECOLTE DE LA CANNE A SUCRE	105
5.14. UTILISATION DES SOUS-PRODUITS DE LA CANNE A SUCRE	107
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (CANNE A SUCRE)	110

LISTE DES ABREVIATIONS

APS	Association professionnelle sucrière
BBCH	Echelle destinée à identifier les stades de développement phénologique d'une plante. Le sigle BBCH est l'abréviation pour Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt et CHemische Industrie.
DAR	Délai avant récolte
°C	Degré Celsius
CC/hl	Centimètre cube par hectolitre
cm	Centimètre
CNUCED	Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement
COSUMAR	Compagnie Sucrière Marocaine de Raffinage
DERD	Direction de l'Enseignement, de la Recherche et du Développement
Dh	Dirham
ET₀	Evapotranspiration de référence
ETM	Evapotranspiration maximale
FIMASUCRE	Fédération Marocaine Interprofessionnelle du Sucre
g/l	Gramme par litre
Ha	Hectare
INRA	Institut Nationale de la Recherche Agronomique
J	Jours
Kc	Coefficient cultural
Kg/ha	Kilogramme par hectare
l/ha	Litre par hectare
LMR	Limite maximale des résidus
MADREF	Ministère de la l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts
MAPM	Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime
m³	Mètre cube
mm	Millimètre
ONCA	Office National du Conseil Agricole
ONSSA	Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires
ORMVA	Office Régional de Mise en Valeur Agricole
ORMVAG	Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb
Q/ha	Quintal par ha
Qx	Quintaux
U/ha	Unité par hectare

PREAMBULE

L'Office National du Conseil Agricole a confié à NOVEC, le Marché N° 31/2015/ONCA pour l'établissement de l'étude relative à l'élaboration des référentiels techniques et technico-économiques.

Selon les termes de références, les prestations à réaliser dans le cadre de la présente étude se présentent comme suit :

- **Phase 1** : Elaboration de la note méthodologique ;
- **Phase 2** : Caractérisation des principales filières ;
- **Phase 3** : Elaboration d'un référentiel technique et technico-économique spécifique à la filière accompagné de guides pratiques par filière pour les conseillers agricoles, de guide pratiques par filière pour les agriculteurs et fiches techniques par filière, par région et par zone homogène ;
- **Phase 4** : Voies d'amélioration et mesures d'accompagnement.

Le présent rapport est relatif à **la phase 3 : Elaboration d'un guide pratique de la betterave à sucre pour les conseillers agricoles.**

Les parties qui seront traitées dans ce document se présentent comme suit :

- **La partie 1** : Importance économique de la culture ;
- **La partie 2** : Exigences édapho-climatiques de la culture ;
- **La partie 3** : Stades de développement/cycle de la culture ;
- **La partie 4** : Techniques de conduites de la betterave à sucre.

1- Importance des cultures sucrières au Maroc

La filière sucrière occupe une place stratégique dans l'économie nationale. Elle contribue à la création d'emplois dans les domaines agricole (10 millions de journées de travail saisonnier) et industriel (plus de 3000 journées de travail permanents) et à l'émergence de pôles de développement régionaux, en plus de sa contribution à l'amélioration des revenus des agriculteurs et au développement de l'élevage laitier.

Sur le plan agricole, les cultures sucrières sont pratiquées par plus de 80.000 agriculteurs au niveau des périmètres irrigués des Doukkala, Tadla, Gharb, Loukkos et Moulouya. Elles occupent une superficie globale de 77.000 hectares, dont 60.000 pour la betterave sucrière et 17.700 ha pour la canne à sucre pour la campagne 2015-2016¹.

En termes de récolte, le rendement de la betterave et la canne à sucre s'est amélioré de façon significative par rapport à la campagne précédente, passant de 63,6 t/ha à 72,9 t/ha pour la betterave à sucre et de 63 t/ha à 65,8 t/ha pour la canne à sucre, soit une hausse de 14,6% et 4,6% respectivement.

Selon les statistiques du site officiel du MAPM, la superficie, la production et le rendement pour la campagne agricole 2014-2015 selon les zones de production sont comme suit (Tableau 1):

Tableau 1: Statistiques des cultures sucrières pour la campagne agricole 2014-2015.

Zone d'action	Superficie (1000 ha)	Production (1000 Qx)	Rendement (Q/ha)
Zone Offices			
Office Doukkala	18,13	12 949,90	714,48
Office Gharb	20,13	9 435,43	542,55
Office Loukkos	6,13	3 105,72	510,37
Office Moulouya	6,05	3 790,76	640,87
Office Tadla	11,83	7 922,04	669,54
Total	62,27	37 203,85	
Zone DPA			
DPA Beni-Mellal	3,21	2 115,30	660
DPA Safi	1,48	1 083,10	734
DPA Tanger-Asilah	0,10	40	400
Total	4,79	3 238,40	

Source : MAPM, DSS, 2015

Il est à signaler que la betterave à sucre est la plus cultivée au niveau de ces zones comme le montre les tableaux ci-dessous :

¹ www.Cosumar.co.ma, rapport d'activité 2016.

Tableau 2: Statistiques relatives à la culture de la betterave à sucre (2014-2015).

Zone d'action	Superficie (1000 ha)	Production (1000 Qx)	Rendement (Q/ha)
Zones Offices			
Office Doukkala	18,13	12 949,90	508,29
Office Gharb	13,93	6 468,98	542,55
Office Loukkos	3,70	1 641,26	444,27
Office Moulouya	6,05	3 790,76	640,87
Office Tadla	11,83	7 922,04	669,54
Total	53,64	32 772,94	
Zones DPAs			
DPA Beni-Mellal	3,21	2 115,30	660
DPA Safi	1,48	1 083,10	734
DPA Tanger-Assilah	0,10	40	400
Total	4,79	3 238,40	

Source : MAPM, DSS, 2015

Tableau 3: Statistiques relatives à la culture de la canne à sucre (2014-2015)

Zone d'action	Superficie (1000 ha)	Production (1000 Qx)	Rendement (Q/ha)
Office Gharb	6,20	2 966,45	636,03
Office Loukkos	2,43	1 464,46	612,49
Total	8,63	4 430,91	

Source : MAPM, DSS, 2015

Il est à signaler que le groupe Cosumar a enregistré un niveau record dans la production de sucre blanc à l'issue de la campagne sucrière 2015-2016. En effet, ce sont 607.000 tonnes de sucre blanc qui ont été produites. Soit, une hausse de la production nationale de 98.500 tonnes en comparaison avec la campagne 2014-2015 soit une hausse d'environ 16%.

Le taux de couverture des besoins nationaux en sucre s'élève à près de 50% pour l'année 2015-2016 contre 42% en 2014/2015².

² www.agrimaroc.ma

2- Exigence édapho-climatiques de la betterave à sucre

La betterave à sucre a besoin de 2400 à 2800 degrés jours pour accomplir son cycle. La germination demande environ 125 degré jour (Guide de l'agriculteur pour la production de la betterave sucrière, ONCA, 2016). Elle débute aux environs de 5°C et augmente à peu près linéairement jusqu'à 28°C et puis diminue. Les basses températures affectent la morphologie des feuilles et entraînent une diminution de la surface foliaire et du poids final. Les températures maximales les plus favorables à la croissance sont comprises entre 20°C et 28°C. Les températures élevées, par contre favorisent davantage la transpiration que la photosynthèse et entraînent par la suite la chute du poids (matière sèche totale) et la teneur en sucre. Au Maroc, les températures estivales élevées constituent le facteur le plus limitant du rendement de la betterave et imposent les dates limites de récolte. Par ailleurs et quand la betterave est au stade 6 feuilles, l'action d'une basse température (5°C) pendant au moins 30 jours peut induire une montée à graine. La plante ayant subi un effet vernalisation développe une hampe florale au lieu de développer la racine qui reste fibreuse et ne grossit pas, ce qui affecte le poids des pieds de betterave.

La betterave sucrière requiert une luminosité dont l'intensité est relativement élevée. Le poids et la quantité du sucre doublent quasiment lorsque la durée du jour passe de 8 à 10-14 heures/jour. Aussi, les intensités lumineuses élevées augmentent la surface foliaire et le rendement sucre.

Les sols favorables sont des sols à texture fine, homogène et sans cailloux, car des obstacles au niveau du profil entraînent le développement de betteraves fourchues.

Des sols sensibles au tassement présentent le même inconvénient. Un pourcentage de limon élevé peut entraîner un phénomène de battance entraînant une mauvaise germination ou une mortalité au démarrage. Le pouvoir de rétention en eau est spécialement important pour la culture en sec.

La betterave à sucre est très sensible au pH du sol et ne produira un rendement élevé que lorsqu'elle est cultivée dans un sol de pH neutre à élevé. Le pH dépend du type de sol et doit être compris entre 6,5 et 7,5.

Trois cas peuvent se présenter (Vandergeten et Roisin. 2004):

- ✓ Le pH est inférieur à la norme. Dans ce cas le sol est acide et nécessite un chaulage de redressement. L'application d'écume de sucrerie après la récolte de céréale et un apport de chaux avant semis de la betterave sont généralement conseillés;
- ✓ Le pH est neutre et compris entre les valeurs minimales et maximales du tableau. Un chaulage d'entretien est conseillé. Celui-ci correspond à une quantité de 1500 à 2000 kg de CaO par hectare pour une succession de cultures de 3 ans;
- ✓ Le pH est supérieur à la norme. Dans ce cas il est basique et il faut éviter tout apport de chaux.

Quand la culture est réalisée dans de bonnes conditions agronomiques et pour des rendements de 60 à 90 T/ha, la consommation en eau ne doit pas dépasser 9 à 10 mm pour une tonne de betterave

produite. Compte-tenu de ces chiffres, un rendement de 60T/ha nécessiterait entre 550 et 600 mm et pour 90T/ha, il faudra de 800 à 900 mm.

3- Stades phénologiques repères de la betterave à sucre

La phénologie est l'étude de l'apparition d'événements périodiques dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat. Chez les végétaux, les différentes étapes constituant ces événements sont par exemple le développement foliaire, la floraison et la fructification aboutissant à la maturation des fruits.

Pour la betterave à sucre l'échelle BBCH propose 9 stades principaux comme le montre les figures 1 et 2 ci-dessous.

➔ Période juvénile : identification des cotylédons puis du nombre de feuilles

➔ Stade 0 (BBCH 0) :
semis



Graine sèche, plantule non visible

➔ Stade 0.5 (BBCH 5) :
cotylédons en crosse



La racicule sort de la graine et la jeune pousse perce la surface du sol

➔ Stade 0.7 (BBCH 7) :
cotylédons accolés



Les cotylédons sont accolés

➔ Stade 0.8 (BBCH 8) :
cotylédons séparés, dressés



Les cotylédons sont dressés et se séparent

➔ Stade 1 (BBCH 10) :
cotylédons étalés



Les cotylédons sont étalés horizontalement

➔ Stade 1.5 (BBCH 11) :
2 feuilles vraies naissantes



La 1^{ère} paire de feuilles est visible. Leur longueur est > à 5 mm, mais < à la moitié de celle des cotylédons

➔ Stade 2 (BBCH 12) :
2 feuilles vraies



La 1^{ère} paire de feuilles (F1-F2) est étalée et a une longueur > à la moitié de la longueur des cotylédons

➔ Stade 3 (BBCH 13) :
4 feuilles vraies naissantes



La 2^{ème} paire de feuilles est visible (F3-F4). Leur longueur est > à 5 mm et < à celle de F1-F2.

➔ Stade 4 (BBCH 14) :
4 feuilles vraies



La 2^{ème} paire de feuilles (F3-F4) est étalée et a une longueur égale à F1-F2.

➔ Stade 5 (BBCH 15) :
6 feuilles vraies naissantes



La 3^{ème} paire de feuilles (F5-F6) est visible. Leur longueur est > à 5 mm et < à celle de F3-F4.

➔ Stade 6 (BBCH 16) :
6 feuilles vraies



La 3^{ème} paire de feuilles (F5-F6) est étalée et a une longueur égale à F3-F4.

➔ Stade 7 (BBCH 17) :
8 feuilles vraies naissantes



La 4^{ème} paire de feuilles (F7-F8) est visible. Leur longueur est > à 5 mm et < à celle de F5-F6.

Figure 1: Quelques stades phénologiques les plus importants de la betterave.
(Source : Institut Technique de la Betterave, France, 2015)



Figure 2: Quelques stades phénologiques les plus importants de la betterave (suite)
(Source : Institut Technique de la Betterave, France, 2015)

4- Techniques de conduite de la betterave à sucre

4.1. Itinéraire technique de la betterave à sucre

4.1.1. Travail du sol et préparation du lit de semences

Les travaux de la préparation du sol ont comme objectifs:

- ✓ De réussir la germination ;
- ✓ D'avoir une émergence rapide et régulière des graines ;
- ✓ De permettre un enracinement profond.

La culture de la betterave sucrière est exigeante vis-à-vis de la qualité de mise en terre, essentielle au cours de la phase semis-germination-émergence (ITBF, 2016). La mise en place rapide d'une population homogène est le premier objectif de la préparation du sol. Pour l'étape suivante de mise en place du système racinaire et de progression du pivot, la betterave a aussi des exigences spécifiques qui doivent être prises en compte pour assurer une croissance rapide. Cette étape est aussi celle qui conditionne la formation de racines régulières, non fourchues.

La betterave est très exigeante sur les conditions d'implantation. Idéalement le lit de semis doit être constitué de terre fine et de petites mottes sur une épaisseur approximative de 3 cm. Le lit de germination doit être bien rappuyé.

Les bonnes pratiques à suivre dans la préparation du sol pour réussir la culture de la betterave sont les suivantes :

✓ **Affiner sans déstructurer**

Le lit de semence doit favoriser le réchauffement, la circulation d'air, sans mottes qui pourraient faire obstacle aux plantules. Mais, l'excès d'affinement accroît le risque de battance notamment en sols limoneux.

✓ **Décompacter le sol**

Pour la betterave, un décompactage profond reste la règle générale. La profondeur, mesurée au niveau des pointes des dents de décompactation, sera généralement comprise entre 27 et 33 cm.

Les pertes en rendement en raison du compactage de la couche arable sont de 60% pour une Texture argileuse et de 50% pour une texture Texture moyenne / légère.

Il faut toujours éviter d'endommager la structure du sol, donc ne pas travailler les sols lorsqu'ils sont trop humides.

Importance du décompactage de sol

- ❖ Le décompactage ne doit pas nécessairement être entrepris de façon systématique ;
- ❖ Dans des sols qui ont une bonne capacité de restructuration naturelle ou dans des sols argileux sans zones compactes, le décompactage n'est pas indispensable ;
- ❖ La décision se prendra sur base de l'observation du profil du sol, et ceci chaque année. Il ne doit pas nécessairement se faire avant la culture de betterave. Il peut être effectué à un autre moment de la succession des cultures pour autant que le sol garde une bonne friabilité pour la betterave ;
- ❖ Une terre déjà très friable ne doit pas être décompactée sous peine de présenter des agrégats trop fins ;



Les lissages (même minimes), les zones compactes et les creux à différentes profondeurs induisent une déformation racinaire (fourchage) préjudiciable au rendement et à la tare terre (Vandergeten et Roisin. 2004).

Le phénomène des betteraves fourchues

- ❖ Les betteraves qui n'ont pas bien pivoté, soit suite à un excès d'eau et/ou à une mauvaise structure de sol, sont souvent fourchues, mais elles ont aussi tendance à grossir en largeur et à avoir un plus grand collet.
- ❖ Dans des terres insuffisamment décompactées la proportion des racines fourchues augmente ce qui peut fortement diminuer la production les années sèches et augmenter la tare terre en année humide



✓ Avoir une cohésion de l'horizon d'enracinement

Pour assurer l'installation du système racinaire et la progression rapide du pivot, l'horizon travaillé doit avoir une bonne cohésion.

Les défauts de structure dans la couche du sol comprise entre 10 et 20 cm sont les plus préjudiciables à la qualité d'enracinement et à la tare-terre.

✓ **Avoir une progression rapide et profonde du pivot**

En général, les structures observées au-delà de la profondeur du labour sont denses, mais l'état d'humidité qui se maintient en profondeur au printemps facilite la progression racinaire. C'est plus à la base de la couche travaillée que le pivot peut être ralenti ou divisé lorsqu'il rencontre des zones lissées ou des superpositions d'anciens lissages de labours. Sans pénaliser la productivité de la culture, ce type d'obstacle peut cependant favoriser la tare-terre ou la casse à l'arrachage.

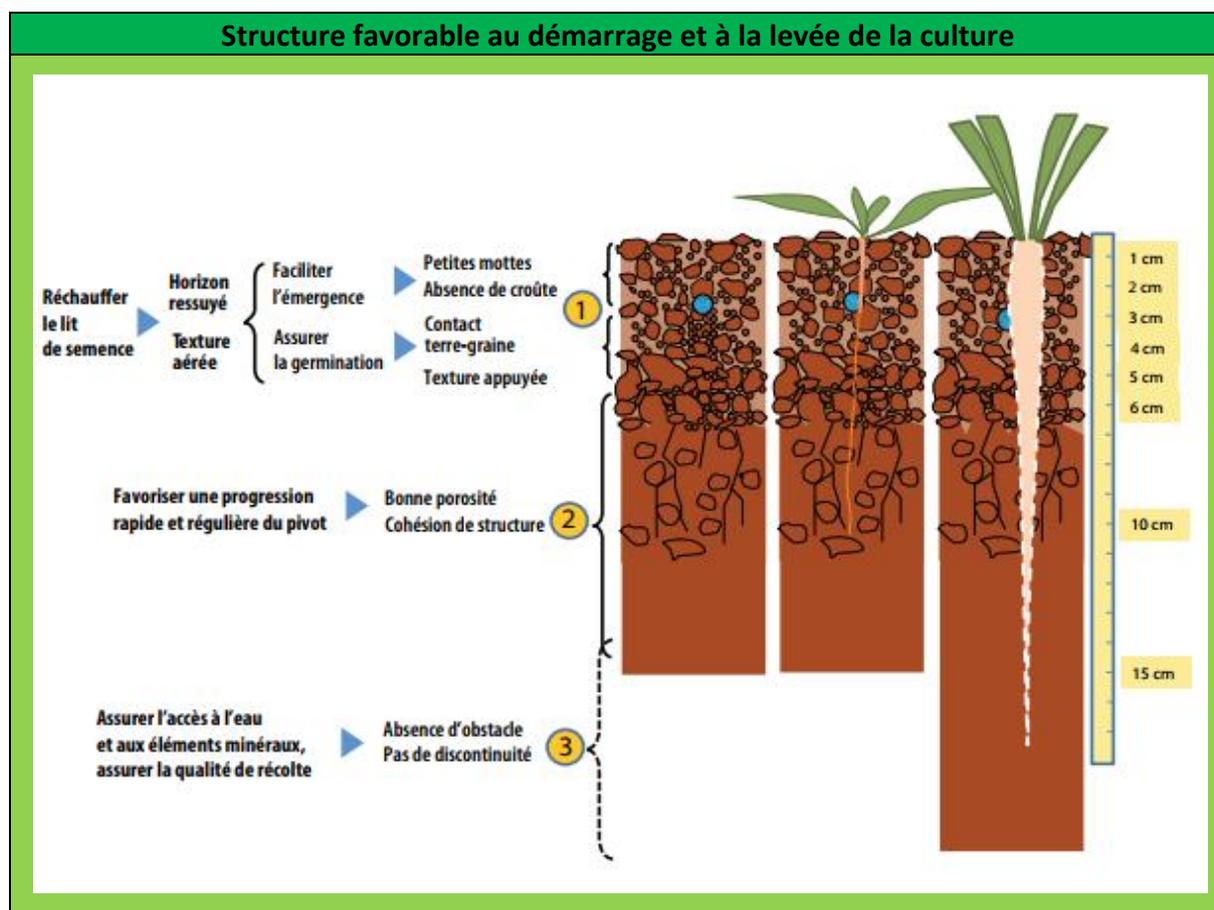


Figure 3: Structure favorable au démarrage et à la levée de la culture

Source: www.itbfr.org

Lors de la phase du diagnostic de la filière, nous avons pu constater que le travail du sol pour la betterave se fait d'abord par un labour profond généralement en été (juin/août) puis la préparation du lit de semence se fait par cover - croppage seul ou à l'aide du cover - crop et d'un outil à dent (herse ou rotavator) généralement entre septembre et début novembre.

La préparation du sol pour l'installation de la betterave pour les quatre régions de notre étude se fait des manières suivantes (Tableau 8):

Tableau 4: Travaux de la préparation du sol pour la betterave sucrière au niveau de la région de Rabat-Salé/Kénitra.

Région	Zone	Opération	Matériel utilisé	Période
Rabat-Salé/Kénitra	Souk Larbâa-Allal Tazi	Labour profond	Charrue à disques ou Charrues à socs	Juin/Juillet
		Préparation du lit de semence	Cover croppage croisé	Septembre
	Herse ou rotavator		Septembre	
	Belksiri	Labour profond	Charrue à disques généralement	Juin/Juillet
		Préparation du lit de semence	3 cover-croppages croisés	Début Septembre
			Herse ou rotavator	Septembre
	Sidi Slimane	Labour profond	Charrue à disques ou Charrues à socs	Juin/Juillet
		Préparation du lit de semence	Cover- croppage croisé	Août/septembre

Notons que d'autres agriculteurs laissent les chaumes sur place pour qu'ils soient broutés par leur bétail, ensuite ils irriguent la terre au mois d'août et procèdent à un labour profond à l'aide de la charrue à 3 disques suivi d'un cover-croppage croisé et une préparation du lit de semence à l'aide d'un outil à dent (herse par exemple).

Intérêt de la pré-irrigation
Avant le labour profond d'été, 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 de faire germer les semences d'adventices, de faciliter la reprise des terres avec notamment une économie d'énergie et une usure moindre des outils et l'obtention d'un meilleur émiettement (AGBANI et JENANE, 2000).

Tableau 5: Travaux de la préparation du sol pour la betterave sucrière au niveau de la région de Beni-Mellal/Khénifra.

Région	Zone	Opération	Matériel utilisé	Période
Beni-Mellal/Khénifra	Beni Moussa (Souk Sebt)	Labour profond	Charrue à 3 disques après pré-irrigation	Juin/août
		Préparation du lit de semence	Cover – Crop seul (3 à 5 passages) ou Cover – crop (2 à 3 passages) + rotavator	Septembre/novembre
	Kasbat Tadla	Labour profond	Charrue à 3 disques ou charrue à 3 disques + Chisel	Juin/août
		Préparation du lit de semence	Cover- crop (2 à 3 passages)	Septembre/novembre
			Herse ou rotavator	Septembre
	Beni Amir (Fkih Ben Saleh)	Labour profond	Charrue à disques ou Charrues à socs après pré-irrigation	Juin/Juillet
Préparation du lit de semence		Cover- crop (2 à 3 passages) + rotavator	Septembre/novembre	

Tableau 6: Travaux de la préparation du sol pour la betterave sucrière au niveau de la région de l'Oriental.

Région	Zone	Opération	Matériel utilisé	Période
Oriental	Triffa	Labour profond	Charrue à 3 disques (Charrue à socs réversibles très peu utilisée à cause du coût élevé)	Juin/août
		Préparation du lit de semence	Cover – Crop seul (3 à 4 passages) ou Cover – crop (2 passages) + herse ou Cover – crop (2 passages) + rotavator	Septembre/novembre
	Bouareg - Garet	Labour profond	Charrue à 3 disques (Charrue à socs réversibles très peu utilisée à cause du coût élevé)	Juin/août
		Préparation du lit de semence	Cover – Crop seul (3 à 4 passages) ou Cover – crop (2 passages) + herse ou Cover – crop (2 passages) + rotavator	Septembre/novembre

Tableau 7: Travaux de la préparation du sol pour la betterave sucrière au niveau de la région de Casablanca/Settat.

Région	Zone	Opération	Matériel utilisé	Période
Casablanca/Settat	Zemamra	Labour profond	Charrue à 3 disques ou charrues socs réversibles (après pré-irrigation)	Juin/août
		Préparation du lit de semences	Cover - crop (2 à 3 passages) + rotavator	Septembre/novembre
	Tnine Gharbia	Labour profond	Charrue à 3 disques ou charrues socs réversibles (après pré-irrigation)	Juin/août
		Préparation du lit de semences	Cover- crop (2 à 3 passages)	Septembre/novembre
			Cover - crop (2 à 3 passages) + rotavator	Septembre
	Sidi Bennour	Labour profond	Charrue à 3 disques ou charrues socs réversibles (après pré-irrigation)	Juin/août
		Préparation du lit de semences	Cover- crop (2 à 3 passages) + rotavator	Septembre/novembre

4.1.2. Installation de la culture

4.1.2.1. Date de semis

Les dates de semis de la betterave à sucre au Maroc (CHATI et *al.*, 1999), se répartissent comme suit : (i) Les semis d'octobre : 30 % ; (ii) Les semis de novembre : 43 % ; (iii) Les semis de décembre : 21 % ; (iv) Les semis de janvier et février : 6 %.

La synthèse des résultats des essais entrepris par l'INRA (LAHLOU et *al.*, 1984) a montré que :

- La précocité des semis et le retard des récoltes améliorent aussi bien le rendement en racine que le rendement en sucre. Cependant, les paramètres de qualité ont tendance à se dégrader à partir de juillet, et notamment pour les semis précoces où le cycle végétatif est relativement long de l'ordre de 270 jours. En effet, les pertes mélasses accusent une augmentation importante à la récolte de juillet par rapport à celle de juin, de même que la pureté marque une chute de 0,3 à 0,7 points entre les récoltes de juin et juillet.
- Le semis précoce d'octobre devient productif à partir du mois de mai avec une bonne qualité technologique (pureté de 88,9 %).
- Le semis de décembre est moins productif même si on prolonge le cycle jusqu'au juillet (210-220 jours).

Pour le périmètre de Tadla, la précocité des betteraves dépend en grande partie des températures hivernales. Si ces dernières sont basses, les teneurs en saccharose sont relativement faibles en début mai, même avec des semis précoces. Si elles sont élevées on obtient de bonnes teneurs en

saccharose dès avril (Collectif, 1973). Dans le cas des semis de septembre et d'octobre, il faut des soins particuliers (traitement insecticide localisé) pour protéger les jeunes plants contre les vers de noctuelles.

Pour la région de Sidi Bennour, les meilleures dates de semis sont celles de novembre et octobre à décembre (cas de Zemamra). Les semis de Janvier sont défavorables aussi bien en terme quantitatif que qualitatif (AGBANI et ZIZI, 1991).

Les résultats antérieurs en ce qui concerne les semis de janvier, la supériorité des semis d'octobre à Décembre à Sidi Bennour et d'octobre à novembre à Zemamra ont été corroborés par AGBANI et IAZIJI (1992).

La période optimale de semis varie selon les types de variétés : le type Z a permis d'avoir les niveaux de rendements les plus élevés au semis précoce (la dernière quinzaine de septembre et à la première décade d'octobre), le type N au semis de saison (les deux dernières décades d'octobre et la première décade de novembre) et tardif (après la première décade de novembre (ZAHRI, 2015).

Les dates de semis sont décidées par les Commissions Techniques Régionales

- Il faut noter que la date de semis est fixée par une commission technique régionale composée des représentants de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole, de la Wilaya, de l'usine, de la Chambre de l'Agriculture et de l'Association des Betteraviers.
- Cette commission se réunit chaque année en août/septembre. La date de semis étant décidée selon la disponibilité de l'eau pour les différents secteurs.
- Il faut signaler que compte tenu des capacités limitées des usines de traitement, il est obligatoire d'échelonner les semis et les récoltes et de bien choisir les types de variétés en conséquence (Z, N et E).
- La plupart des semis s'effectuent entre septembre et décembre pour profiter au maximum de la période pluvieuse et échelonner les récoltes de mai à juillet - août.

4.1.2.2. La dose de semis

La maîtrise de la densité de peuplement est primordiale pour la réussite de la betterave sucrière, car le peuplement est l'une des principales composantes du rendement en racines et en sucre extractible chez la culture.

Les meilleurs indices foliaires de 4 à 6.5, sont obtenus pour des peuplements variant entre 83.000 et 110.000 pieds/ha. Ces peuplements en couvrant le sol plus rapidement et le plus longtemps possible permettent à la plante de profiter au maximum du rayonnement solaire assurant ainsi une très bonne accumulation de la matière sèche. En outre, l'augmentation du taux de couverture du sol, procure ainsi au sol une très bonne humidité.

Les betteraves issues des peuplements qui se situent entre 67.000 et 110.000 pieds/ha ont la même longueur du pivot (25 à 30 cm). En effet, toute augmentation du degré de compétition entre les plantes, se traduit par une réduction significative de la longueur des pivots.

Pour les différents périmètres betteraviers du Maroc, la dose de semis est de 1,25 à 1,4 unités³ par ha tout en gardant une densité en pieds ne dépassant pas 120.000 pieds/ha. La quantité de semences utilisée dans le semis est de 4,5 à 5 kg par ha.

La distance entre les lignes de semis ou écartement le plus généralement utilisé est en moyenne de 50 cm. Il est stable depuis une vingtaine d'années. L'espacement recommandé entre graines sur la ligne de semis se situe autour de 16 à 18 cm. Certains agriculteurs adoptent un mode de semis en lignes jumelées espacées de 40 cm et un grand écartement de 60 cm. Cette dernière option est mieux adaptée au cas de l'irrigation localisée où chaque paire de "lignes jumelées" est irriguée par une rampe de goutteurs. Dans les deux cas de modes de semis, l'écartement entre les rampes de goutteurs est de 1 m.

4.1.2.3. Outils utilisés et types de semis

En règle générale, le semoir choisi doit permettre de réaliser la préparation définitive du sol, 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 le "parallélogramme" est un procédé permettant d'assurer sa stabilité et son indépendance. Le tassement localisé de la semence pourrait être assuré par une roue plombeuse fixée juste derrière l'organe ouvreur. Notons, cependant que pour chaque type de sol, il faut rechercher la combinaison d'organes la plus appropriée (AGBANI et JENANE, 2000).

On distingue deux types de semis :

✓ Le semis à plat

Les semoirs actuels sont équipés d'une très large gamme de systèmes d'enterrage. Les constructeurs de ce type de matériel proposent diverses combinaisons d'éléments composés de chasse-mottes, rouleaux, roues, herses, griffes, socs en étrave, et socs piocheurs.

³ Chaque unité contient 100.000 graines.

Les deux grandes catégories de semoirs monograines

- Deux grandes catégories de semoirs monograines sont offertes sur le marché, notamment:

- (i) Les semoirs équipés de distributeurs mécaniques exigent une qualité de présentation de la graine plus élevée que ceux à distributeurs pneumatiques. Par contre, ils sont généralement plus précis, surtout pour ceux d'entre eux qui possèdent des rotors animés d'une rotation rapide. On leur réserve l'utilisation des graines enrobées.
- (ii) Les semoirs pneumatiques, généralement choisis pour leur polyvalence, peuvent utiliser des graines plus irrégulières et permettent généralement de semer sans difficulté des graines nues. La vitesse d'avancement a également une influence sur la régularité du semis: Plus le distributeur est animé d'une rotation lente, plus une vitesse d'avancement



Figure 4 :Exemple d'un semoir monograin
Source: AGBANI et JENANE, 2000

élevée du semoir aura tendance à détériorer la régularité du semis. En général, on préconise une vitesse de travail variant entre 5 à 7 km/h selon le type de semoir et la qualité de la préparation du lit de semences.

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

- ✚ Assurer une levée rapide et homogène, rôle des organes de mise en terre, de plombage et de recouvrement;
 - ✚ Assurer une répartition régulière et précise des graines qui doivent, tant pour les nues que pour les enrobées, se prêter parfaitement à cette opération.
- ✓ **Le semis sur billons ou sur planches**

Pour répondre aux problèmes posés par l'irrigation gravitaire au niveau de certains périmètres irrigués, entre autres une conduite difficile de l'irrigation, un écoulement de l'eau hétérogène au niveau parcellaire, un transport du sol et des semences, et un risque de formation de croûtes de battance, des techniques de semis mécaniques sur billons ou sur planches "Association Semoir-Billonneur" a été développé dans le cadre d'une collaboration entre l'APPSG, l'ORMVAG, l'AMSP (Association Marocaine des Semences et Plants), la SUNABEL, l'IAV Hassan II et la Compagnie Marocaine Industrielle et Commerciale (COMICOM).

Association semoir-billonneur

- Cette machine permet de réaliser en un seul passage du tracteur la confection de billons ou de planches et l'opération de semis sans altérer le lit de semence en remontant ou rejetant des mottes ou de la terre sur les lignes de semis.
- De même, selon le type de culture envisagée, l'association du billonneur au semoir offre la possibilité de semer soit en lignes jumelées, soit en lignes simples.



Figure 5: Association semoir-billonneur
Source: AGBANI et JENANE, 2000

4.1.2.4. Les variétés de betterave sucrière

Le choix de la variété est fonction des situations notamment le type de sol, la date de semis, donc du potentiel de production et des parasites en présence ou des maladies du sol, comme la Rhizomanie et le Rhizoctone violet.

Pour faciliter ce choix, il a été mis en place une grille simplifiée de classification, soit une typologie fondamentale des variétés en fonction des rendements bruts et de leur richesse en sucre. Ainsi, il existe trois types fondamentaux :

- ✓ **Le type E** (de l'allemand Ertragreich, à rendement racinaire élevé), est rustique, a une végétation de longue durée, et donne des rendements élevés, mais des betteraves pauvres en sucre ;
- ✓ **Le type Z** (de l'allemand Zuckerreich, riche en sucre) est précoce, a une végétation plus faible et un rendement moins élevé, mais une richesse en sucre importante ;
- ✓ **Le type N** (de l'allemand Normalreich, moyennement riche en sucre), a des caractères intermédiaires entre les types E et Z.

Les variétés actuelles appartiennent à ces types ou à des types intermédiaires, voir plus accentués, d'où la classification suivante : EE, E, NE, N, NZ, Z, ZZ.

Elles peuvent encore appartenir à des types particuliers qui se croisent avec la typologie normale, par exemple le type RC = Résistant à la Cercosporiose ou TR = Tolérante à la Rhizomanie. On peut également par hybridation obtenir des doubles tolérances, telles les variétés tolérantes à la Rhizomanie et au Nématode.

Compte tenu des capacités limitées des usines de traitement, il est obligatoire d'échelonner les semis et les récoltes et de bien choisir les types de variétés en conséquence (Z, N et E).

La plupart des semis s'effectuent entre septembre et décembre pour profiter au maximum de la période pluvieuse et échelonner les récoltes d'avril-mai à juillet-août. Les durées de cycle sont d'environ 220 jours. L'irrigation localisée permet de satisfaire les conditions hydriques de démarrage

sachant que les températures sont favorables (Température >7°C environ).

Il faut signaler que les semences de la betterave sont mises à la disposition des agriculteurs par l'usine. Ces semences sont monogermes et les agriculteurs n'ont aucune connaissance préalable des variétés⁴ qu'ils utilisent.

Le tableau ci-après récapitule les différentes données relatives au semis de la betterave à sucre par zone homogène :

Tableau 8: Données pour le semis de la betterave à sucre dans les différentes zones homogènes.

Région	Zone	Date de semis	Dose semée/ha	Densité de semis	Outil utilisé
Rabat-Salé/Kénitra	Souk Larbâa-Allal Tazi	Septembre - Octobre (précoce) ou novembre (tardif)	1,4 unité par ha (une unité = 100.000 graines)	50 cm entre les lignes et 16 à 18 cm entre les graines de la même ligne	Semoir de précision.
	Belksiri	15 Septembre au 15 Novembre	1,25 unité	50 cm entre les lignes et 14 à 16 cm entre les graines de la même ligne	Semoir de précision.
	Sidi Slimane	Octobre (semis précoce) ou en Décembre (semis tardif)	1,25 unité	50 cm entre les lignes et 16 cm entre les graines de la même ligne	Semoir de précision
Beni-Mellal/Khénifra	Beni Moussa (Souk Sebt)	Début Septembre - mi Novembre	1,4 unité par ha	50 cm entre les lignes et 14 à 16 cm entre les graines de la même ligne	Semoir de précision.
	Dir (Kasbat Tadla)	Début Septembre - mi Novembre	1,4 unité par ha	50 cm entre les lignes et 14 à 16 cm entre les graines de la même ligne	Semoir de précision.
	Beni Amir (Fkih Ben Saleh)	Début Septembre - mi Novembre	1,4 unité par ha	50 cm entre les lignes et 14 à 16 cm entre les graines de la même ligne	Semoir de précision
Oriental	Triffa	Début Septembre - mi Novembre ⁵	1,4 unité par ha	50 cm entre les lignes et 14 à 16 cm entre les	Semoir de précision

⁴ Un tableau contenant les noms des variétés monogermes qui ont été inscrites entre 2011 et 2015 au catalogue officiel de l'ONSSA est mis en annexe

				graines de la même ligne	
	Bouareg - Garet	Début Septembre - mi Novembre ⁶	1,4 unité par ha	50 cm entre les lignes et 14 à 16 cm entre les graines de la même ligne	Semoir de précision
Casablanca/Settat	Zemamera	Début Septembre - mi Novembre	1,4 unité par ha	50 cm entre les lignes et 14 à 16 cm entre les graines de la même ligne	Semoir de précision
	Tnine Gharbia	Début Septembre –mi novembre	1,4 unité par ha	50 cm entre les lignes et 14 à 16 cm entre les graines de la même ligne	Semoir de précision
	Sidi Bennour	Début Septembre - mi Novembre	1,4 unité par ha	50 cm entre les lignes et 14 à 16 cm entre les graines de la même ligne	Semoir de précision

4.1.3. Irrigation

Généralement, la pratique de la culture de la betterave à sucre est limitée par la contrainte hydrique. La réussite de cette culture, dépend en grande partie des conditions d'installation et du climat qui règne après l'installation (Benameur, 2015).

L'eau est un facteur limitant pour la betterave à sucre, il joue un rôle important dans la croissance aérienne et racinaire. Cependant, l'augmentation de l'humidité dans la zone racinaire, bien qu'elle améliore le rendement racine, elle diminue la teneur en sucre par l'effet de dilution.

Il est conseillé d'irriguer avec des doses de l'ordre de 500 à 600 m³/ha (doses nettes de 35 à 57 mm suivant le mode d'irrigation, la nature du sol et la pente) pour des sols normalement profonds (au moins 1 m).

L'irrigation de la betterave peut se faire de façon localisée, gravitairement, par aspersion ou par pivot.

Les besoins en eau d'une culture sont définis comme étant la quantité d'eau nécessaire pour

⁵ La campagne en cours a enregistré un retard dans le semis à cause de l'indisponibilité de l'eau d'irrigation due au faible taux du remplissage du barrage.

⁶ La campagne en cours a enregistré un retard dans le semis à cause de l'indisponibilité de l'eau d'irrigation due au faible taux du remplissage du barrage.

satisfaire l'évapotranspiration maximale (ETM) d'une culture saine, dans des conditions d'alimentation en eau non limitantes (AGBANI et JENANE, 2000). Ces besoins sont soit mesurés directement en station expérimentale, soit calculés en multipliant l'évapotranspiration potentielle par le coefficient cultural (Kc).

Les études menées dans différents périmètres betteraviers montrent que pour un semis d'automne, la culture de betterave consomme 8 à 10 mm d'eau par tonne de racines récoltées. Autrement dit, une betterave évaporant 600 mm produira 60 Tonnes de racines/ha, tandis que pour un cycle long, pendant lequel la même culture consomme 800 mm conduira à une production de 80 tonnes. Cependant, la consommation maximale en eau d'une betterave ayant un cycle de 250 jours, s'étalant de fin octobre à fin Juin s'élève à 880 mm en année climatique favorable.

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-octobre 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, qui sont:

Phase d'établissement du peuplement - pré-tubérisation

L'apport d'eau pendant cette phase vise non seulement à satisfaire la consommation en eau de la plantule, mais aussi à ré-humecter le sol pour assurer une bonne levée. Une irrigation complémentaire aux pluies, appliquée juste après le semis, assure un bon démarrage de la culture et par conséquent la réalisation d'un peuplement optimum.

Début de la phase de tubérisation

Pour les semis précoces, cette phase coïncide avec la période pluvieuse (de janvier à mars) et il est donc rare d'avoir recours à l'irrigation, excepté pour les semis de décembre qui nécessitent une irrigation en mars.

La phase de pleine tubérisation

Pendant cette phase, une bonne alimentation hydrique est à assurer étant donné que les racines sont en phase de grossissement intense. A titre d'exemple, dans les Doukkala, le nombre d'arrosages pendant cette période peut varier de 3 à 5 selon la précocité du semis.

La phase de maturation

L'allongement du cycle cultural sous irrigation entraîne certes une augmentation du rendement en poids des racines de la betterave à sucre. Cependant, il n'en est pas de même pour la teneur en sucre. En ce sens, l'expérience marque l'intérêt de suspendre les arrosages 15 à 20 jours avant la

récolte de manière à favoriser la migration des sucres de la partie aérienne des betteraves vers la partie racinaire. Néanmoins, il est déconseillé de suspendre les arrosages plus de 45 jours avant la récolte. En effet, si l'irrigation s'arrête trop tôt, non seulement le rendement en sucre diminue, mais aussi, la qualité des racines se détériore par l'augmentation de la teneur en éléments mélassigènes.

L'intervalle de temps entre les irrigations doit correspondre à la dose pratiquée : c'est l'espace de temps pendant lequel s'évapotranspire la dose nette correspondante. Il est donc variable avec la période de l'année et avec l'âge de la plante. Il peut être évalué à partir des tableaux d'évapotranspiration-type décennaires établis par le Centre des Expérimentations du MAPM (Rabat) pour les différentes dates de semis de la betterave et pour les principaux périmètres betteraviers du Maroc.

Plus la date de semis sera tardive, plus le cycle végétatif de la culture s'étendra en période sèche et, par conséquent, plus la part des besoins en eau totaux à compenser par les irrigations seront grande. Pour une culture de betterave récoltée dans le Tadla après 600 mm d'évapotranspiration, et si elle est semée en décembre, la part effective de la pluie pourra être de l'ordre de 150 à 250 mm (compte tenu de l'efficacité), celle des irrigations sera de 350 à 450 mm, soit de 4 000 à 6 500 m³ d'eau (suivant le mode d'irrigation adopté).

En termes de moyenne, la betterave consomme 70 mm pour produire une tonne de sucre pour un semis de mi-octobre contre 90 mm pour un semis de mi-décembre. En effet, pour un semis précoce la betterave consomme 8-10 mm d'eau par tonne de betteraves récoltées, et plus on sème tardivement, plus le cycle végétatif s'étale dans les périodes sèches et plus les besoins en eau d'irrigation augmentent.

L'irrigation de la betterave à sucre doit être raisonnée selon deux phases :

- (i) **Phase I** : établissement du peuplement - pré tubérisation ;
- (ii) **Phase II** : pleine tubérisation - maturation.

Le nombre d'arrosages dépend des conditions climatiques, essentiellement des précipitations. Durant la phase I, qui se déroule pendant la période pluvieuse, la betterave peut tolérer un stress hydrique. Dans ce cas, une reprise des arrosages au moment opportun et une alimentation hydrique adéquate durant la phase II, qui est une phase critique, permet à la betterave de rattraper le retard de croissance sans que le rendement ne soit affecté (CHATI et *al.*, 1999).

Signalons que l'irrigation localisée se prête parfaitement à la culture de betterave à sucre monogerme et assure les conditions idéales pour une levée réussie et uniforme. De ce fait, nous allons citer un exemple relatif à l'irrigation localisée de la betterave dans le cadre de l'assistance technique du marché n° 26/2012/DK-DDA, ORMVA Doukkala :

a. Conduite de la première irrigation

La culture de betterave à sucre sous irrigation localisée est conduite en lignes jumelées : une rampe de goutteurs irrigue deux lignes de betterave espacées de 50 cm. L'écartement entre rampes de goutteurs est par conséquent de 1 mètre. (Voir figure 10 ci-dessous).

Pour effectuer la première irrigation après le semis avec un minimum de volume d'eau d'irrigation, il est conseillé aux agriculteurs de procéder en trois étapes :

- ✚ **Etape 1** : Disposer les rampes de goutteurs le long des lignes de semis espacées de 1 mètre et irriguer pendant 2,5 à 4 heures, en fonction de l'état hydrique initial du sol et de la texture, jusqu'à l'humectation de 25 cm de part et d'autre de la rampe. Une bande d'environ 50 cm de largeur est ainsi humectée;
- ✚ **Etape 2** : Déplacer les rampes de 50 cm pour les disposer au milieu des bandes non humectées.
- ✚ **Etape 3** : Appliquer une irrigation avec la même durée que la 1^{ère} irrigation (étape 1). La durée totale d'irrigation varie par conséquent entre 5 et 8 heures.

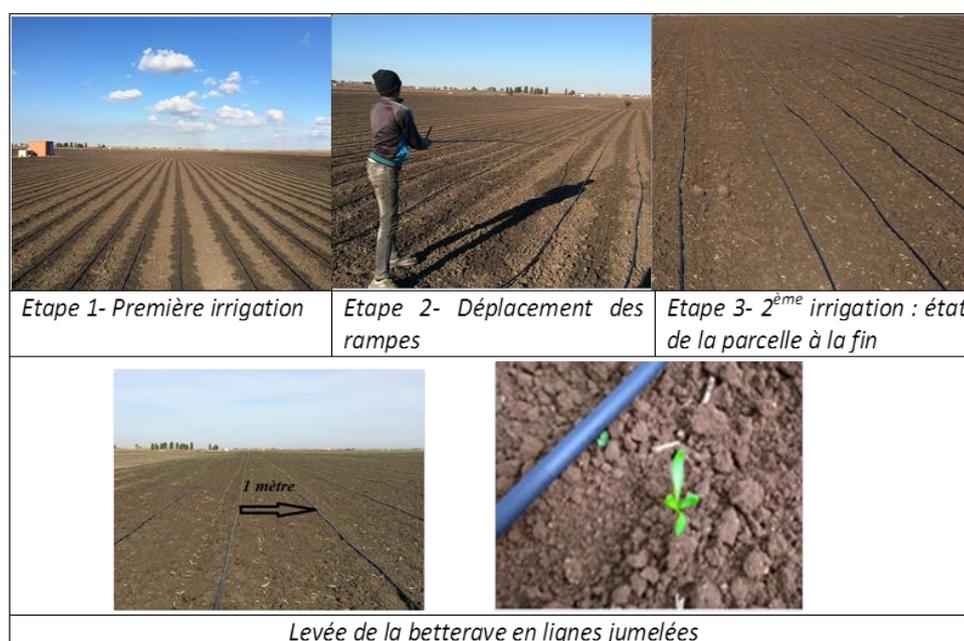


Figure 6: Manière de conduire la première irrigation.

Avec un écartement entre goutteurs de 40 cm le long de la rampe, un débit nominal du goutteur de 2 litres/heure et l'écartement entre rampes de 1 mètre, la pluviométrie théorique de l'installation est de 5 mm/heure, ou 50 m³/ heure/ha.

La dose apportée lors de la première irrigation varie donc entre 20 mm et 40 mm (200 m³/ha et 400 m³/ha), et ce en fonction de l'état hydrique initial de la parcelle et de la texture. (Exemple : semis après période pluvieuse ou période sèche).

b. Besoins en eau d'irrigation de la betterave en goutte à goutte

La reconversion à l'irrigation localisée permet d'augmenter la productivité chez les agriculteurs avec une meilleure valorisation du m³ d'eau. Les besoins en eau de la culture sont définis comme étant la quantité d'eau nécessaire pour satisfaire l'évapotranspiration maximale (ETM) pour une culture saine, dans des conditions d'alimentation en eau non limitantes. Ces besoins sont généralement estimés par l'approche climatique, en multipliant l'évapotranspiration de référence (ET_o) par le coefficient cultural (Kc), soit : ETM (mm/jour) = Kc x ET_o (mm/jour).

ET_o est calculée par la formule de Penman - Monteith à partir des données climatiques complètes : température, humidité relative, vent et rayonnement solaire. Ces données sont acquises par les stations automatiques disponibles dans le périmètre irrigué des Doukkala.

Les besoins en eau de la betterave à sucre ayant une durée moyenne de cycle de 220 jours, varient entre 550 mm (semis précoce) et 690 mm (semis tardif).

Dans les Doukkala, en année climatique normale (pluviométrie totale de 330 mm entre octobre et février) les besoins nets d'irrigation de la betterave à sucre sont estimés comme suit :

- Betterave précoce (semis de septembre) : 270 mm (2700 m³/ha) ;
- Betterave de saison (semis de octobre) : 350 mm (3500 m³/ ha) ;
- Betterave tardive (semis de décembre) : 490 mm (4900 m³/ ha).

Si on considère une efficacité d'application de l'irrigation localisée de 80%, les besoins bruts d'irrigation varieront entre 340 mm (semis précoce) et 610 mm (semis tardif), en année climatique normale.

c. Conduite de l'irrigation de la betterave en goutte à goutte

Les besoins en eau bruts d'irrigation de la betterave à sucre varient fortement au cours du cycle de la culture. Pour une culture conduite en irrigation localisée (Efficacité d'application de 80%), en année climatique normale, et à titre indicatif ; les besoins bruts journaliers maximums varient comme suit:

Tableau 9: Besoins bruts en eau de la betterave à sucre

Mois	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil
Besoins bruts mm/jour	1,5	1	1	1	2	3	4	5	6	6
m ³ /ha/jour	15	10	10	10	20	30	40	50	60	60

Les valeurs citées ci-dessus peuvent être utilisées dans le contexte des Doukkala si les données sur l'évapotranspiration de référence (ET_o) ne sont pas disponibles.

Dans le cas de disponibilité de données climatiques permettant le calcul de l'ET_o (Formule Penman-Monteith), les besoins bruts journaliers devront être calculés. Ces besoins devront être satisfaits par le système d'irrigation localisée s'il n'y a pas de pluie. Connaissant la pluviométrie théorique de l'installation en mm/heure (ou m³/ha/heure), la durée d'irrigation est calculée de manière à compenser les besoins en eau bruts de la culture.

A titre d'exemple :

- Pour un débit moyen des goutteurs qg de 2 litres/heure, des écartements de 40 cm entre goutteurs et 1 mètre entre rampes, on calcule la pluviométrie théorique de l'installation comme suit :

$$P_{th} \text{ (mm/heure)} = qg \text{ (l/h)} / 0,40 \text{ (m)} \times 1 \text{ (m)}$$

Soit 5 mm/heure (ou 50 m³/ha/heure)

- Si l'agriculteur irrigue tous les deux jours en avril et mai, le besoin brut total est de 9,6 mm (4,8 mm/jour x 2), soit une durée d'irrigation de 2 heures (9,6 / 5) tous les deux jours.
- Si l'agriculteur irrigue tous les quatre jours de janvier à mars ; le besoins total des quatre jours est de 8 mm (2 mm/jour x 4), soit une durée d'irrigation de 1 heure 36 minutes (8/5).

Pour les différentes régions objet de la présente étude, l'irrigation est conduite comme suit :

• Au niveau de la région de Rabat-Salé/Kénitra

Zone de Souk Larbâa/Allal Tazi

Les irrigations se font soit gravitairement (dans 90% des cas), à l'aspersion ou au goutte à goutte. Pour une année normale trois irrigations suffisent mais si l'année est non pluvieuse on pourra dépasser les cinq irrigations.

Zone de Belksiri

90% des parcelles sont conduites en irrigation gravitaire "Robta". 40% du secteur Nord 5 (N5) a bénéficié de la reconversion de l'irrigation gravitaire en irrigation localisée au profit de la coopérative agricole Nourate. Le secteur S7 bénéficiera de l'irrigation localisée prochainement.

Pour La betterave, pour une année normale, 4 irrigations⁷ suffisent : la première au semis, une deuxième après une semaine à 10 jours après semis, une troisième en mars, et une quatrième en avril.

Zone de Sidi Slimane

Le système d'irrigation le plus utilisé est le gravitaire (irrigation par planches). Certains agriculteurs irriguent à l'aide de l'aspersion et peu d'entre eux utilisent le goutte à goutte. Notons que l'irrigation par pivot existe chez la société du Ranch Adarouch et Kamal ABBAS.

Pour la betterave, en année normale (précipitations suffisantes et bien réparties), trois irrigations suffisent :

- ✓ Une première irrigation au semis ;
- ✓ Une deuxième irrigation 15 jours après semis (en cas de l'absence des précipitations) ;
- ✓ Une troisième irrigation en mars/avril.

En cas d'année sèche, il faut prévoir une irrigation tous les 20 jours soit un total qui peut aller jusqu'à 10 irrigations.

⁷ Les irrigations se font par des débits de 30l/s et les agriculteurs se lamentent du problème des fuites dans le réseau.

- **Au niveau de la région de Casablanca/Settat**

- ✚ **Zone de Zemamra et Tnine Gharbia**

Le système d'irrigation pratiqué est l'aspersion. La dose d'irrigation apportée est de 5.000 à 6.000 m³/ha/an.

- ✚ **Zone de Sidi Bennour**

Le système d'irrigation pratiqué est le gravitaire. La dose d'irrigation apportée est de 6 000 à 7 000 m³/ha/an.

Lors de l'atelier participatif au niveau de cette zone, les agriculteurs ont soulevé le problème du coût élevé de l'eau d'irrigation.

- **Au niveau de la région de Beni-Mellal-Khénifra**

- ✚ **Zone de Beni Moussa**

L'irrigation peut se faire soit gravitairement ou en goutte à goutte, un projet de reconversion de l'irrigation du gravitaire au goutte à goutte a déjà démarré au niveau de Souk Sebt.

- ✚ **Zone de Beni Amir**

L'irrigation se fait généralement de façon gravitaire.

- ✚ **Zone du Dir (Kasbat Tadla)**

La betterave est irriguée par pompage privé. Les énergies utilisées sont le gasoil, le gaz butane, l'électricité et l'énergie solaire. On trouve divers systèmes d'irrigation : le gravitaire "Robta", l'aspersion et le goutte à goutte.

- **Au niveau de la région de l'oriental**

- ✚ **Zone de Triffa**

On trouve 3 modes d'irrigation : le gravitaire, l'aspersion et le goutte à goutte.

- ✚ **Zone de Bouareg**

Le gravitaire est le mode d'irrigation le plus utilisé avec peu de goutte à goutte.

- ✚ **Zone de Garet**

Pour cette zone, la betterave est irriguée par aspersion. Il est à signaler que pour les trois zones, les agriculteurs apportent de 5.000 à 6.000 m³/ha/an.

Notons que l'irrigation doit être arrêtée de 15 à 30 jours avant la date de récolte pour faciliter l'opération d'arrachage de la betterave à sucre et pour éviter la chute du taux de sucre dans les racines (ALAOUI, 2006).

4.1.4. Fertilisation de la betterave à sucre

La betterave à sucre, est une plante qui se distingue des autres cultures, par une grande consommation en éléments minéraux notamment l'azote, le potassium et le phosphore (AGBANI et JENANE 2000). 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. Toutefois, 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.

4.1.4.1. La fertilisation azotée

Plusieurs travaux de recherches ont été entrepris dans différents périmètres betteraviers afin de déterminer la dose optimale d'azote permettant l'obtention du meilleur rendement, aussi bien qualitatif que quantitatif. Les résultats de ces travaux sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10: Doses d'azote recommandées pour la betterave à sucre dans les différents périmètres betteraviers.

Région	Année	Dose recommandée (Kg/ha)
Moulouya	1979	320
Tadla	1981	300
	1988	240
	1991	300
Gharb	1990	225 à 290
Doukkala	1984	240
	1990	250 à 300
	1996	230-300

Source : AGBANI et JENANE 2000

Tableau 11: Fractionnements d'azote recommandés pour la betterave à sucre.

Région	Année	Fractionnement recommandé		
		Semis	Démariage	Mi-saison
Tadla	1974	1/2	1/2	-
	1992	2/3	1/3	-
Gharb	1990	1/3	1/3	1/3
Moulouya	1979	1/2	1/2	-
Doukkala	1979	1/2	1/2	-
Doukkala	1986	1/2	1/2	-
Doukkala	1986	1/3	1/3	1/3
Doukkala	1996	1/4	1/2	1/4

Source: AGBANI et JENANE 2000

La dose optimale d'azote dépend de la durée du cycle, de son emplacement dans l'année et du précédent cultural. Aussi, cet optimum dépend, également, de l'équilibre de l'azote avec d'autres éléments fertilisants notamment le potassium. La dose optimale d'azote à recommander est de 240 à 300 U/ha dans les Doukkala et Tadla, de 170 à 290 U/ha au Gharb et de 320 U/ha à la basse Moulouya.

Dans le but de déterminer les meilleurs fractionnements possibles, plusieurs travaux de recherche ont été réalisés dans différentes localités. Les résultats de ces travaux sont les suivants :

Ces résultats montrent que dans tous les périmètres betteraviers du Maroc, les fractionnements qui consistent à apporter au moins le 1/4 de la dose d'azote au semis permettent l'optimisation de tous les paramètres de croissance et de développement et par conséquent l'optimisation du rendement aussi bien en racine qu'en sucre. Par ailleurs; il a été bien montré que l'apport d'une forte quantité d'azote en fin de cycle favorise l'accumulation des éléments mélassigènes dans la râpüre et diminue ainsi la teneur en sucre extractible. Il en ressort alors que les fractionnements qui n'apportent pas d'azote au semis et qui consistent à augmenter la fraction apportée en fin du cycle sont les plus néfastes pour la qualité technologique de la betterave à sucre.

Les symptômes de manque d'azote dans un champ de betterave sucrière.

- La carence en azote se manifeste par une faible croissance des plantes, les plantes sont de petite taille. Selon le niveau de déficit en azote, la couleur des feuilles varie du vert pâle au jaune.
- Les feuilles meurent par le bas à la suite d'une forte carence en azote, et parfois elles tombent au sol.
- Les feuilles des étages inférieurs souffrent généralement d'une carence en azote plus tôt parce que l'azote s'éloigne d'eux afin de préserver le développement des jeunes feuilles. Cela conduit parfois à une impression trompeuse d'une maturité rapide.



Figure 7 : Les symptômes de la carence en azote dans la croissance de la betterave à sucre (croissance sans carence à droite)

4.1.4.2. La fertilisation phosphatée

La fumure phosphatée joue un rôle bénéfique sur la croissance racinaire et sur l'absorption de l'azote et le potassium (AGBANI et JENANE, 2000). 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.

Les symptômes de carence en Phosphore

- Croissance retardée des plantules.
- Cotylédon droit ou feuilles précoces.
- Les feuilles sont un peu concaves
- Marges de feuilles violacées
- La couleur des feuilles va du vert foncé au bleu-vert terne. En outre, l'anthocyane peut être visible, donnant aux nervures et aux bords une couleur rouge / violette.

Les symptômes sont aggravés par :

- Sols acides ou très alcalins (calcaires).
- Faible teneur en matière organique.
- Conditions froides ou humides.
- Culture avec un système racinaire peu développé.
- Sols avec de faibles réserves de phosphore.
- Sol riche en fer.



Figure 8: Carence en phosphore

Les résultats des quelques travaux de recherches conduits au Maroc, dans le but de déterminer la dose de phosphore permettant l'obtention du meilleur rendement en racine et en sucre comme le montre le tableau ci-après :

Tableau 12: Doses de phosphore recommandées pour la betterave à sucre.

Année	Périmètre	Doses recommandées (Unités/ha)
En irrigué		
1977	Gharb	80 -120
1988	Tadla	120
1990	Moulouya	160
1989	Tadla	130
1990	Doukkala	83
En Bour		
	Gharb	40-60

Source: AGBANI et JENANE, 2000

Ces résultats montrent que la dose optimale de phosphore n'est pas la même pour tous les périmètres betteraviers. Ceci est lié à la différence de richesse du sol en cet élément. La dose recommandée est en moyenne de 83 U/ha, 100 U/ha, 120 U/ha et 160 U/ha respectivement au Doukkala, au Gharb, au Tadla et à la basse Moulouya.

4.1.4.3. La fertilisation potassique

La fertilisation potassique a fait l'objet de plusieurs recherches visant, entre autres, la détermination de la dose optimale de potassium, permettant de maximiser les rendements en racine et en sucre à l'hectare. Ces recherches ont montré que dans la plupart des périmètres betteraviers, sauf celui des Doukkala où les réserves des sols en potassium sont faibles, les quantités de potassium à apporter dépendent étroitement de la richesse du sol en cet élément. En effet, de nombreux auteurs ont signalé que sur les sols des Doukkala, à richesse en potassium faible à moyenne, l'apport croissant du potassium engendre des augmentations du rendement en racine comprises entre 9 et 30% du témoin (sans apport de K⁺). La dose optimale de potassium est d'environ 300 kg K₂O/ha. Par contre dans les autres périmètres, l'effet des apports croissants sur le rendement demeure négligeable, parfois nul; ce qui indique que les sols de ces régions sont bien pourvus en potassium.

Les symptômes de carence en potassium (Source : www.yara.fr)

Brûlures/nécroses aux extrémités et entre les nervures des feuilles adultes. Peut entraîner la mort des feuilles et une croissance fortement ralentie des plantes.

Provoqués par :

- Sols acides (pH faible) ;
- Sols sableux ou légers (lessivage des sols) ;
- Conditions de sécheresse ;
- Fortes précipitations (lessivage des sols) ou irrigation intensive ;
- Sols argileux lourds (illite) ;
- Sols à faibles réserves en potassium ;
- Sols riches en magnésium



Figure 9: Carence en potassium

4.1.4.4. Fertilisation boratée

Dans le cas d'une carence en bore, les feuilles du cœur de la betterave restent petites et commencent à jaunir puis à noircir.

Les symptômes des carences en bore

- Les feuilles âgées deviennent ternes et jaunâtres et présentent souvent de petites craquelures grisâtres caractéristiques.
- Ces craquelures apparaissent parfois comme signes précurseurs alors que les autres symptômes ne sont pas encore apparents.
- Les pétioles des feuilles âgées montrent également des stries noires. Ces feuilles, dans les cas graves, finissent par se dessécher.
- Le bourgeon central noircit et se décompose. La pourriture pénètre dans le collet.
- Des fentes apparaissent sur le pourtour de la racine au niveau de taches nécrosées brun foncé. Ces fentes restent assez superficielles.
- Suite à une carence en bore, on observe 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 (AGBANI et JENNANE, 2000).



Figure 10: Maladie dite de la pourriture du cœur noir de la betterave

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.

4.1.4.5. Les signes de carence pour d'autres oligo-éléments

✓ Le Zinc

Les carences en Zinc	
<ul style="list-style-type: none">• En tant que premier symptôme de carence en Zn, les plantes présentent une chlorose apparaissant sur les grandes feuilles près du centre de la plante.• De petites taches jaunes ou blanchâtres peuvent se développer sur le dessus des feuilles.• Comme les taches s'élargissent irrégulièrement, toute la zone intercostale devient sèche et nécrotique.• La croissance de la plante est sévèrement rabougrie.• Certains facteurs aggravent les carences en Zinc : pH de sol élevé, apports élevés en phosphore, conditions froides et humides, sol riche en phosphore.	
<p>Figure 11: Carence en Zinc</p>	

✓ Le Magnésium

Les signes de carence en Magnésium	
<ul style="list-style-type: none">• Chlorose inter-veinale, débutant aux marges des feuilles et progressant vers la nervure médiane.• Chlorose suivie d'une nécrose marginale et inter-veineuse.• Les feuilles plus âgées présentent une chlorose et une nécrose interveinales sévères. <p>Provoqués par :</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Sols sableux ;✓ Sols acides ;✓ Sols riches en potassium ;✓ Sols recevant de fortes applications de potasse Périodes froides et humides.	
<p>Figure 12: Carence en Magnésium</p>	

✓ Le Manganèse

Les signes de carence en en Manganèse	
<ul style="list-style-type: none">• Les feuilles sont en coupe vers le haut (concave) et la plante entière a un aspect érigé.<ul style="list-style-type: none">• Les jeunes feuilles présentent des folioles chlorotiques, tandis que les nervures des feuilles et une petite marge autour d'elles restent vertes.• Les facteurs qui aggravent les carences en Manganèse : pH de sol élevé, Conditions froides et humides, sols sablonneux.	
<p>Figure 13: Carence en manganese Source: www.yara.fr</p>	

✓ Le Soufre

Symptômes de carence en soufre	
<ul style="list-style-type: none">• La croissance est rabougrie, et les plantes ont un aspect droit raide.• Les feuilles et les pétioles peuvent devenir cassants.• En partant des feuilles intérieures, le feuillage de toute la plante y compris les nervures devient jaune chlorotique .• Les facteurs d'aggravation des carences en Soufre sont les suivants : pH de sol acide, faible taux de matière organique (sol), sol de texture sablonneuse (lessivage), sols mal aérés (sols gorgés d'eau). <p>NB. Les premiers symptômes de carence en Soufre peuvent être confondus avec ceux de la déficience en Azote. Dans les deux cas, les feuilles pâlisent progressivement du vert au jaune-vert clair. Plus tard, les plus jeunes feuilles de plantes déficientes en Soufre deviennent vert clair à presque jaune, contrairement au vert foncé de la carence en Azote.</p>	
<p>Figure 14: Carence en Soufre Source : www.yara.fr</p>	

✚ Fertilisation recommandé de la betterave dans le cadre de l'assistance technique relative au marché n° 26/2012/DK-DDA

La fertilisation N-P-K, pour un rendement de 80 tonnes/ha, d'après les derniers travaux de recherche réalisés aux Doukkala, pour tous les arrondissements et tous les types de sols confondus ; doit être basée sur l'équilibre 1 N - 0,3P – 1,6 K avec l'apport de 70 unités d'N, 60 unités de P et 240 unités de K au semis et 150 unités d'N et 120 unités de K/ha en couverture soit un total pour l'ensemble du cycle de 220-60-360 en unités N-P-K.

Pour un rendement de 100 T/ha, les apports estimés sont d'environ : 280 – 72 – 450 unités N-P-K en irrigation gravitaire et aspersion.

Si l'irrigation localisée est bien conduite et vue les gains d'efficience estimée à 20%, des économies d'engrais peuvent être réalisées. La formule recommandée dans les conditions de l'irrigation goutte à goutte pour un rendement objectif de 100 T/ha est la suivante : 220 Unités N - 60 Unités P - 360 Unités K.

Cette formule générale devrait être adoptée par les conseillers agricoles et les agriculteurs en cas d'absence des analyses de sol. Si les analyses sont réalisées, les recommandations du laboratoire doivent être suivies avec des adaptations mineures selon la disponibilité des engrais.

Les principaux engrais utilisés en fertigation en goutte à goutte sont : Ammonitrate (33,5%), Sulfate d'ammonium (21%), Sulfate de potassium (50%), Solupotasse (51%), MAP soluble 12-61-00 (Mono-Ammonium-Phosphate), etc. Pour le bore, un apport préventif de 2 à 3 kg par hectare ou une application foliaire à mi-saison peut éviter l'apparition d'une carence.

A titre indicatif, le tableau ci-dessous présente un programme de fertigation pour la betterave en goutte à goutte dans le secteur Ouest1 du Casier de Gharbia (Doukkala). Il est proposé d'apporter le phosphore avant le semis et de fractionner l'azote (risque de lessivage par les pluies violentes) et le potassium. La priorité devra être accordée aux recommandations du laboratoire d'analyse de sol pour s'adapter aux conditions de la parcelle et au contexte local.

Tableau 13: Programme de fertigation de la betterave à sucre au secteur Ouest1 – Gharbia (Doukkala)

	Unités d'Azote (Kg N/Ha)	Unités de Phosphore (Kg P/Ha)	Unités de Potassium (Kg K/Ha)
Engrais de fond	70	60	150
Jours après levée			
0 - 30	15	0	20
30 - 60	20	0	30
60 - 90	40	0	50
90 - 120	50	0	50
120 - 150	25	0	40
150 - 180	0	0	20
Total (unités ou Kg/Ha)	220	60	360

Comment se fait la fertilisation pour les quatre régions de l'étude ?

L'approvisionnement en engrais se fait à partir des usines. Les types, les doses d'engrais apportées et les moments d'apport sont mentionnés dans le Tableau n°18 :

Tableau 14: Fertilisation de la betterave à sucre selon les périmètres betteraviers.

Région	Zone	Type d'engrais utilisés	Dose (Q/ha)	Moment d'apport
Rabat-Salé/Kénitra	Souk Larbâa-Allal Tazi	DAP	3,5	Labour
		Ammonitrate	3,5	50% en décembre et 50% en février
	Belksiri	DAP	3	Labour
		Ammonitrate	2	50% en décembre et 50% en février
	Sidi Slimane	DAP	3,5	Labour
		Ammonitrate	5,5	3,5 q au premier binage et 2 qx avant le mois de mars
Beni-Mellal/Khenifra	Beni Moussa (Souk Sebt)	DAP	2,5 à 3	Labour
		Ammonitrate	4	50% en décembre et 50% en février
	Dir (Kasbat Tadla)	DAP	2,5	Labour
		Ammonitrate	4	50% en décembre et 50% en février
	Beni Amir (Fkih Ben Saleh)	DAP	2,5	Labour
		Ammonitrate	4	50% en décembre et 50% en février
Oriental	Triffa	DAP	3 à 3,5	Labour
		Ammonitrate	4	Dose fractionnée en 2 à 3 apports entre décembre et février
	Bouareg - Garet	DAP	3 à 3,5	Labour
		Ammonitrate	4	Dose fractionnée en 2 apports entre décembre et février
Casablanca/Settat	Zemamera	12,1-12,1-32,2	5	Labour
		Ammonitrate	2,5	Dose fractionnée en deux apports entre décembre et février
		Urée 46%	2	
	Tnine Gharbia	12,1-12,1-32,2	5	Labour
		Urée 46%	2	Dose fractionnée en deux apports entre décembre et février
	Sidi Bennour	13-25-12	5	Labour
Urée 46%		2	Dose fractionnée en deux apports entre décembre et février	

4.1.5. Démariage et éclaircissage de la betterave à sucre

Lorsque la levée a lieu et que les plantules sont déjà fortes, les agriculteurs procèdent à l'arrachage du surplus des plants dans la perspective d'avoir un meilleur rendement.

Pour les quatre régions betteravières étudiées, cette opération se fait au stade 4 à 6 feuilles pour ne garder en fin de compte que 100.000 à 120.000 plants/ha.

Signalons que le démariage, qui concerne la semence multigerme, est le processus qui consiste à éliminer les plantules issues d'un glomérule pour ne laisser que celle qui se porte mieux parmi elles, alors que l'éclaircissage, qui concerne aussi bien la semence multigerme que monogerme, consiste à

éliminer les plantules en excès pour laisser le peuplement souhaité. Or, la quasi majorité des semences utilisées récemment sont monogermes.

4.1.6. Gestion des mauvaises herbes

Pour la betterave à sucre tout peut se jouer pendant les premières semaines après semis. Cette période correspond à la levée de la majorité des adventices qui entrent rapidement en concurrence⁸ avec la culture à un moment où sa croissance est très lente et la fermeture de ses lignes est trop tardive. Le développement des adventices doit être contrôlé au moins jusqu'au stade 6 feuilles et avant que le feuillage de la betterave ne couvre le sol. Si les mauvaises herbes arrivent à prendre le dessus sur la culture, le désherbage deviendra plus difficile et plus coûteux, imposant le recours à beaucoup de main d'œuvre. Les pertes seront importantes non seulement au niveau du rendement mais aussi de la qualité "teneur en sucre" (www.agri-mag.com).

La période critique de compétition des adventices avec la betterave sucrière

La betterave sucrière est très peu compétitive vis-à-vis des mauvaises herbes, en particulier de l'émergence et jusqu'à la fermeture de la canopée. Les jeunes betteraves à sucre sont petites, manquent de vigueur et prennent environ deux mois pour faire de l'ombre au sol. Pendant ce temps, il est très important de garder la betterave exempte de mauvaises herbes. Trois à quatre applications d'herbicide sont souvent nécessaires. La concurrence des mauvaises herbes est responsable d'un développement plus lent de la betterave à sucre en raison de la concurrence pour la lumière, l'eau et les nutriments. Le développement plus lent de la betterave signifie un faible couvert foliaire dans la période où le rayonnement solaire est élevé en automne.

La période allant du 40^{ème} jour au 115^{ème} jour après levée s'est avérée la plus sensible à la concurrence des adventices et correspond à la période critique de la compétition dans la plaine du Tadla (BAYE, 2007).

Le rendement en sucre de la betterave à sucre a été réduit de 99 à 100% par l'interférence des mauvaises herbes pendant toute la saison, et de 5 à 10% si les mauvaises herbes ont été laissées interférer avec la betterave sucrière pendant 2 à 2,5 ou 5 à 5,5 semaines après l'émergence de la betterave à sucre selon la campagne agricole (Alaoui et *al.*, 2003b).

Sur la base de ces résultats, la période critique de compétition entre les mauvaises herbes et la betterave sucrière pour la région du Gharb Alaoui et *al.* (2003) est située entre 5 à 5,5 semaines après émergence et 12,5 à 15 semaines après émergence pour limiter les chutes de rendements à moins de 10%.

⁸ Cette concurrence concerne l'humidité, les éléments fertilisants et la lumière.

4.1.6.1 Les différents groupes d'adventices de la betterave sucrière

Les adventices de la betterave à sucre se répartissent essentiellement en quatre groupes (TANJI, 2013):

- ✓ **Groupe des adventices graminées annuelles** : comme les repousses de blé ou de maïs, les ivraies (*Lolium rigidum*, *Lilium multiflorum*), l'avoine stérile (*Avena sterilis*), les alpistes (*Phalaris brachystachys*, *P. minor*, *P. paradoxa*), le pâturin annuel (*Poa annua*), le polypogon (*Polypogon monspeliensis*), etc.
- ✓ **Groupe des dicotylédones annuelles** : Comme la betterave à gros fruits (*Beta macrocarpa*), le coquelicot (*Papaver rhoeas*), la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*), la chicorée (*Cichorium intybus*), les chénopodes (*Chenopodium album*, *C. opulifolium*, *C. murale*, *C. vulvaria*), l'émex épineux (*Emex spinosa*), les mauves (*Malva parviflora*, *M. nicaeensis*), l'aneth des moissons (*Ridolfia segetum*), le torilis (*Torilis nodosa*), l'ajouan (*Ammi majus*), le cure dents (*Visnaga daucoïdes*), etc.
- ✓ **Groupe des vivaces** : Comme les liserons (*Convolvulus arvensis*, *C. althaeoides*), le souchet (*Cyperus rotundus*), le chiendent (*Cynodon dactylon*), le sorgho (*Sorghum halpense*), la morelle (*Solanum elaeagnifolium*), le gouet (*Arisarum simorrhinum*), etc.
- ✓ **Groupe des plantes parasites** : Comme la cuscute.

Le tableau suivant donne la liste des mauvaises herbes qui ont été citées par les agriculteurs lors des ateliers du diagnostic participatif de la filière pour les quatre régions betteravières concernées par la présente étude :

Tableau 15: Mauvaises herbes par région betteravière.

Région	Adventices dicotylédones	Adventices monocotylédones
Rabat-Salé/Kénitra	Blette sauvage, rumex, mauve, émex épineux	Ivraie raide, brome rigide, avoine stérile, alpiste à épi court...
Beni-Mellal/Khenifra	Blette sauvage, émex, moutarde, mauve,...	Ivraie raide, alpiste à épi court,...
Oriental	Blette sauvage, émex, moutarde,...	Ivraie raide, alpiste à épi court,...
Casablanca/Settat	Blette sauvage, émex, moutarde,...	Ivraie raide, alpiste à épi court,...

4.1.6.2 Conduite du désherbage de la betterave sucrière

Il est très important de mettre en place une stratégie de désherbage avant et après l'installation de la culture. Il faut tout d'abord établir un inventaire de la flore adventice existante qui servira à l'élaboration d'un programme de lutte approprié. Elle permettra ainsi de choisir les produits de traitement adaptés et de déterminer les espèces à combattre en priorité.

Avant l'installation de la culture

La lutte contre les mauvaises herbes peut commencer avant l'installation de la culture par 1 à 2 passages de herse à quelques jours d'intervalles. Cette opération vise à détruire les adventices en germination. En effet, dans le cas de rotations trop courtes, les espèces adventices salissantes (produisant en fin de cycle une grande quantité de semences), laissent un important potentiel

d'infestation dans le sol qui assure la colonisation rapide du champ dès les premières irrigations des jeunes betteraves (www.agri-mag.com).

Désherbage de prélevée

Les produits chimiques utilisés pour le désherbage de pré -levée de la betterave à sucre agissent sur les semences des adventices graminées et dicotylédones en cours de germination.

Les conditions de réussite des herbicides de pré-levée
<p>Ces herbicides nécessitent :</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Un sol bien travaillé avec absence des mottes ;✓ Une humidité du sol suffisante ;✓ Un matériel de traitement bien réglé ;✓ Intervenir au plus tard dans les 48 heures qui suivent le semis ;✓ Pour la pulvérisation, il faut utiliser de 500 à 600l d'eau/ha ;✓ Intervenir tôt le matin ou en fin de journée et éviter de traiter lors des fortes chaleurs ou en cas de vents.✓ Une irrigation ou de la pluie après les traitements pourraient améliorer leur efficacité.

Désherbage de post-levée

Plusieurs herbicides anti-dicotylédones sont homologués au Maroc. Tous ces produits ont une absorption foliaire et/ou racinaire. Les mélanges de deux ou trois ou quatre produits sont parfois nécessaires. Aussi, deux traitements espacés de deux semaines sont indispensables pour avoir une excellente efficacité sur la plupart des plantules d'adventices.

Il faut signaler que le choix des herbicides appropriés nécessite une bonne connaissance de la flore adventice des parcelles à traiter. Pour une meilleure efficacité, au moment de l'intervention, les mauvaises herbes ne doivent généralement pas dépasser le stade 4 feuilles vraies. A noter que les herbicides sélectifs utilisés en post levée ont généralement un spectre d'action très réduit et ne permettent pas d'éliminer toutes les espèces rencontrées d'autant plus que l'éventail d'espèces adventices à combattre est souvent très large. De ce fait, les programmes de désherbage chimique des betteraves reposent de en plus sur l'association de plusieurs matières actives dont la complémentarité permet d'élargir le spectre d'efficacité et de réduire la phytotoxicité sur la culture.

De même, et toujours dans un souci d'efficacité et de diminution du coût du désherbage, des techniques avec doses réduites de produits ont été développées Le fractionnement des traitements en 2 a 3 applications donne, en effet, une meilleure efficacité sur une durée prolongée et une meilleure maîtrise des mauvaises herbes dont la levée est échelonnée.

Les photos ci-dessous montrent quelques mauvaises herbes qui peuvent nuire à la betterave sucrière (de gauche à droite et dans l'ordre on cite : l'emex épineux, les chénopodes, la blette sauvage, le

rumex, La mauve, les moutardes des champs (blanche et jaune), le torilis, le cure-dent, le coquelicot, l'aneth et l'ajowan).



Figure 15: Quelques mauvaises herbes qu'on peut rencontrer dans des champs de betterave.

Contre les graminées annuelles, plusieurs herbicides sont efficaces sur les repousses de blé et de maïs, les ivraies, les alpistes, les avoines, les bromes, le pâturin, le polypogon, etc.

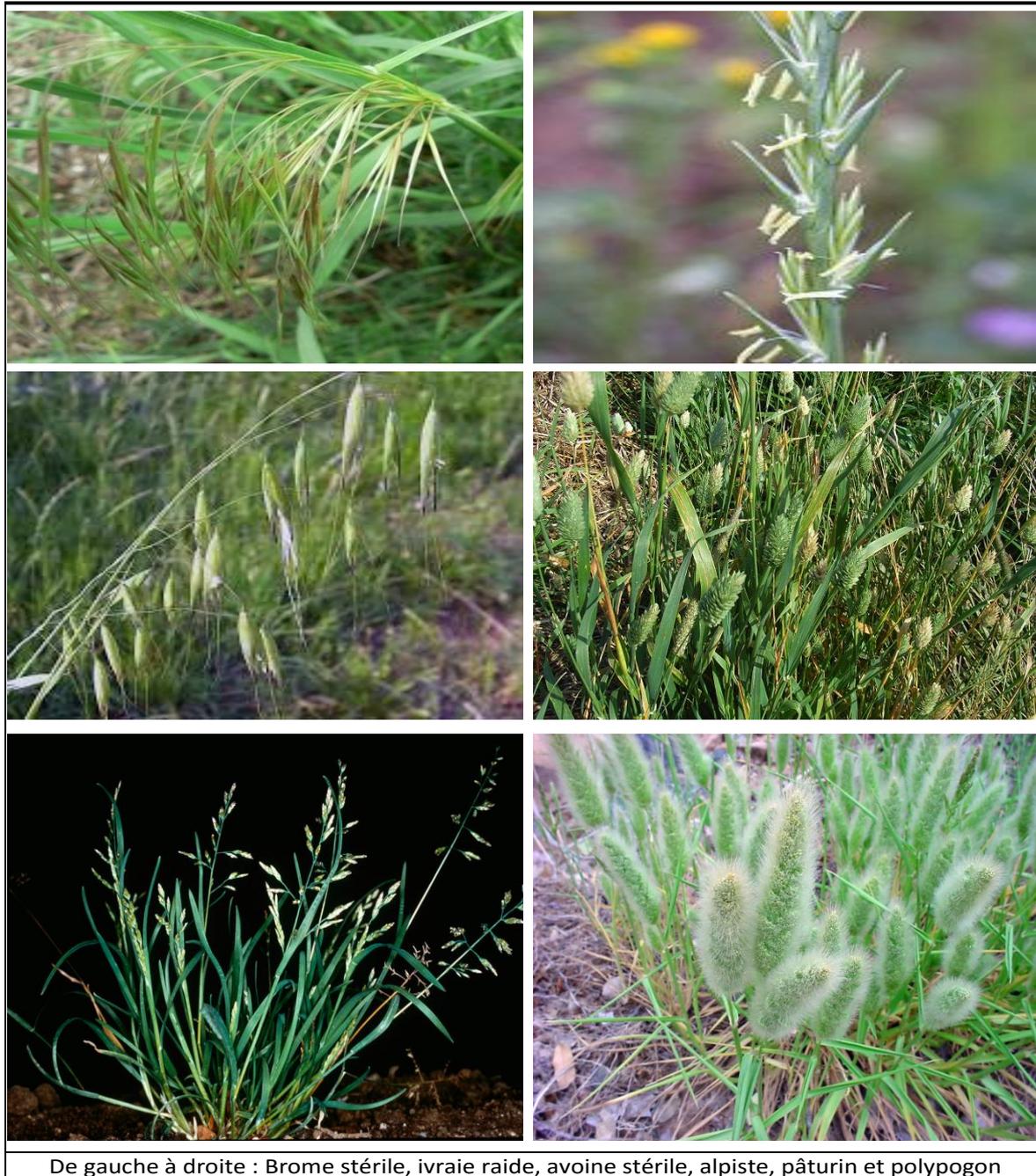


Figure 16: Quelques adventices graminées présents dans les champs de betterave.

Les conditions de réussite des traitements de post-levée de la culture

- Bien rincer le pulvérisateur avec le permanganate ou un détergent avant de traiter les betteraves qui sont très sensibles au moindre résidu d'herbicides utilisés dans les autres cultures ;
- Ajouter une huile ou un mouillant aux herbicides ou au mélange d'herbicides ;
- Utiliser 200 litres d'eau/ha et traiter à basse pression (2 bars).
- Intervenir aux stades 4 à 6 feuilles de la betterave et stade jeunes plantules pour les adventices car les désherbants sont efficaces sur les très jeunes plantules adventices (de préférences aux stades 1 à 2 feuilles).
- Traiter les plantules adventices dont le feuillage n'est pas mouillé par une pluie récente, mais jamais par des températures supérieures à 25°C qui accentuent le risque d'évaporation des herbicides et de dégâts sur betterave ;
- Répéter les opérations de désherbage chimique si nécessaire jusqu'à la fermeture du couvert foliaire.

✚ Sarclage mécanique⁹

Les deux termes sarclage et binage sont souvent confondus car on peut utiliser les mêmes outils pour les deux techniques (TANJI, 2013). L'opération de sarclage consiste essentiellement à sectionner les adventices dans le sol à faible profondeur au moyen des pièces tranchantes. L'opération du binage, en brisant la couche superficielle du sol, favorise l'infiltration de l'eau et limite l'évapotranspiration à la surface du sol.

Le sarclage mécanique

- Le sarclage mécanique est vivement recommandé pour pallier les carences en main d'œuvre.
- Mais le tracteur doit être équipé de pneus étroits et le matériel doit être réglé de façon à éviter les dégâts sur le feuillage de la culture.



Figure 17: Sarclage mécanique de la betterave à sucre

Le sarclage de l'interligne à l'aide d'une sarleuse mécanique permet de détruire les plantes adventices, y compris celles qui résistent aux herbicides. Mais il n'est pas efficace sur les adventices vivaces comme le chiendent, les liserons, la morelle, le sorgho, le souchet et autres.

⁹ Il existe au Maroc des sarleuses à 4 ou à 6 rangs.

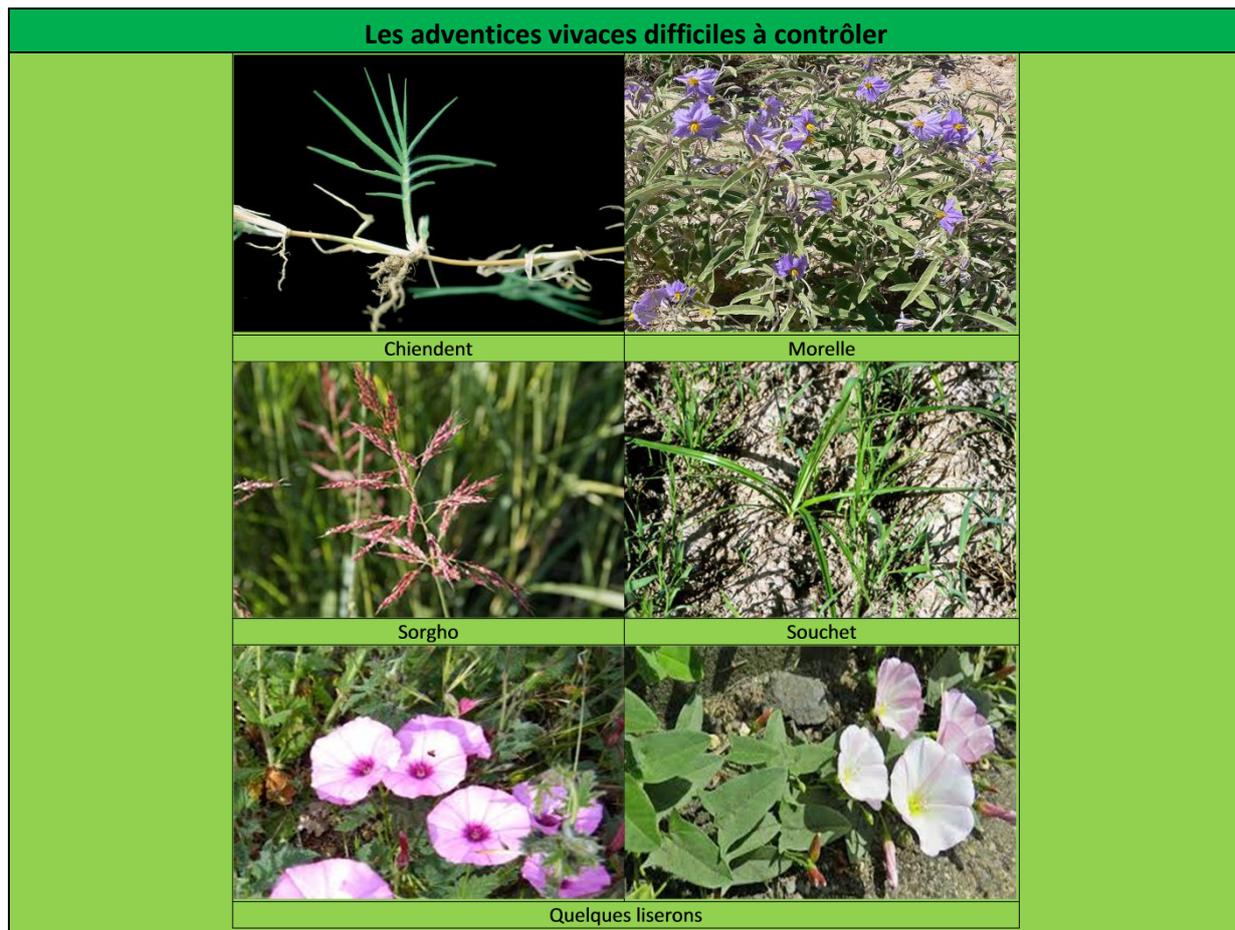


Figure 18: Quelques adventices vivaces qui échappent à l'action du sarclage.

Pour être efficace, le sarclage mécanique doit :

- ✓ Intervenir sur les jeunes adventices annuelles lorsque le sol est sec et par temps ensoleillé ;
- ✓ Être répété 2 ou 3 fois jusqu'à la fermeture du couvert foliaire ;
- ✓ Demeurer superficiel pour ne pas endommager les racines de betterave ;
- ✓ Être intégré au programme de lutte chimique, car chaque brassage de la terre diminue l'efficacité des herbicides résiduels.

✚ Sarclage à traction animale¹⁰

Le sarclage à traction animale est réalisé avec un seul animal (un cheval, une jument, un mulet ou une mule) tirant une charrue métallique ou un outil à deux ou trois dents.

¹⁰ En général il faut deux jours de travail pour sarcler un ha de betterave.

Le sarclage à traction animale

- Si la charrue est utilisée, l'espace entre deux lignes est travaillé avec deux passages : un aller et un retour.
- Si la sarceuse à dents est utilisée, l'espace entre deux lignes est travaillé en un seul passage.



Figure 19: Binage d'une parcelle de betterave à l'aide de la traction animale à Dar Belaamri.
Source : Novec 2016 , Diagnostic participatif.

Sarclage manuel à la houe

Le sarclage à la houe vise la destruction des adventices sur les rangs et entre les rangs, essentiellement après les opérations de désherbage chimique et de sarclage mécanique. Cette opération se heurte à quelques contraintes :

- ✓ Il demande, selon le degré d'infestation par les adventices, entre 10 et 20 jours de travail par hectare ;
- ✓ La rareté de la main d'œuvre empêche souvent la réalisation des sarclages manuels dans de bonnes conditions et dans les meilleurs délais ;
- ✓ Le sarclage manuel détruit les adventices annuelles, mais il n'est pas efficace sur les adventices vivaces comme le chiendent, les liserons, la morelle, le sorgho, le souchet et autres.
- ✓ Le travail du sol effectué lors du sarclage favorise la germination d'autres semences d'adventices qu'il faut surveiller.

Collecte manuelle des adventices

Quand les pluies sont abondantes entre janvier et avril, les adventices se développent, peuvent produire les semences et contribuer à constituer un important stock grainier dans le sol. Elles peuvent aussi entraver la récolte. La présence des adventices à ce stade avancé de la culture nécessite alors leur arrachage manuel. Les plantes ainsi arrachées (parfois gratuitement par les voisins) servent à l'alimentation du bétail.

4.1.6.3 Herbicides à utiliser pour lutter contre les mauvaises herbes en champs de la betterave à sucre

Plusieurs produits soit de post-levée ou de pré -levée sont homologués par l'ONSSA et peuvent être utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes de la betterave à sucre.

Tableau 16: Noms des matières actives et des produits commerciaux homologués pour lutter contre les adventices de la betterave à sucre

Nature des adventices	Matières actives utilisées	Noms des produits commerciaux
Dicotylédones bisannuelles et vivaces	Clopyralid	LONTREL 100 SL
Dicotylédones	Ethofumesate Métamitrone Phenmédiaphame Propyzamide Lenacile	CROSS 41 WG, STAPLER 500 FL, TRAMAT COMBI SC, KERB 400 SC, METAX 70 WG, MITO 70 WG, VENZAR
dicotylédones annuelles	Desmediphame, Ethofumesate, Phenmédiaphame, Métamitrone, S-métolachlore et Triflusaluron-méthyl	BETANAL EXPERT 274 EC, BETASANA TRIO, BISON 400 SE, CELMITRON 70 WDG, DUAL GOLD 960 EC, GOLTIX 90 WG, GOLZIT ULTRA, METASOP, SAFARI, SISMO, TWISTER.
Graminées (Folle avoine, Phalaris, Ray-grass, repousses des céréales)	Haloxyfop-R-méthyl ester, Quizalofop-P-Tefuryl et Cléthodime	GALLANT SUPER, PANTERA 40 EC, SELECT SUPER.
Graminées annuelles	Cléthodime, Propanil, Tepraloxym, Desmediphame, Ethofumesate, Phenmédiaphame, Métamitrone, S-métolachlore, Cycloxydim, Fluazifop-P-butyl, Carbétamide, Propyzamide, Lenacile.	AKODIM, AGIL, ARAMO 50 EC, BISON 400 SE, CELMITRON 70 WDG, CROSS 41 WG, DUAL GOLD 960 EC, FOCUS ULTRA, FUSILADE FORTE, KARTOUCHE 60 WG, KERB 400 SC, MITO 70 WG, STAPLER 500 FL, STRATOS ULTRA, TRAMAT COMBI SC, VENZAR

Source: www.eservice.onssa.gov.ma (Index phytosanitaire, 2017).

Il est à signaler que les matières actives Phenmediphame, Desmediphame, Metamitrone et Ethofumesate sont généralement la base des applications par pulvérisation et sont mélangés à d'autres agents en fonction de la présence de mauvaises herbes spécifiques. Afin de renforcer l'action des herbicides certains adjuvants peuvent être utilisés. On cite : Oléate de méthyle (ACTIROB B), Ester méthylique de Colza (ARADO), Huile minérale paraffinique (ATPLUS 463), Oxyéthylène d'amine grasse (BELLAGIO), Copolymère polyéther-polyméthyl-siloxane (BREAK-THRU S240), Huile de colza (CODACIDE OIL), Nonyl phénol polyglycol éther (GOLDEN MIROWET), Lécithine de soja (LIBERATE), Huile minérale paraffinique (OLEO), Huile blanche (SEPPIC 11 E), Polyalkylèneoxide heptaméthyltrisiloxane (SILWET GOLD), 1-octyl-2-pyrrolidone (TENON)

Principes importants d'application d'herbicides

- Respecter les réglementations en vigueur lors de l'application d'herbicides.
- Appliquer avec parcimonie avec des doses précises en fonction du type de mauvaises herbes à contrôler.
- La technique d'application devrait assurer une grande précision de distribution.
- Éviter les pertes d'herbicides et les réductions d'efficacité par la dérive de pulvérisation.
- Appliquer les herbicides à faible ensoleillement tôt le matin ou tard le soir, et non à des températures supérieures à 25 ° C.
- Prendre en compte la croissance de la betterave sucrière (tolérance et absorption de l'agent).
- Ne pas pulvériser d'herbicides ou lorsque la vitesse du vent est supérieure à 3 m/s.

4.1.6.4. Le phénomène de montée à graine chez la betterave sucrière

La betterave sucrière est une plante bisannuelle, ce qui signifie que les fleurs et les graines ne sont formées que dans la deuxième année de végétation. Si les températures restent basses pendant longtemps (période froide) et que l'intensité lumineuse est élevée en mai / juin, il est possible que les plantes subissent un stimulus de vissage (vernalisation) pendant la première année de végétation et commencent à former des porte-graines. Si la betterave à sucre fleurit n'est pas enlevée, elle produit un grand nombre de graines capables de germination pendant de nombreuses années.

La betterave à sucre qui fleurit et produit des grains au cours de la première année est indésirable pour de nombreuses raisons:

- Les plantes de betterave à sucre ayant levé à graine entre en compétition avec la betterave «normale» pour les nutriments, l'eau et la lumière et peut réduire considérablement le rendement des plantes voisines en fonction du degré d'importance du phénomène.
- La betterave à sucre ayant monté à graine est capable de produire un grand nombre de graines. Lorsque ces graines de betterave tombent sur le sol, elles sont capables de germer et pousser comme des mauvaises herbes indésirables dans les rotations ultérieures de la betterave sucrière. Ces graines produiront toujours de la betterave à sucre qui vont fleurir et produire des graines et poussent toujours dans toutes les cultures plantées dans la zone affectée, même après de nombreuses années.
- Les betteraves à sucre qui fleurissent forment des tiges très fortes et fibreuses qui poussent plus haut que la culture elle-même et peuvent entraver de manière significative la récolte.
- Le traitement de la betterave à sucre dans l'usine peut être entravé par les pieds ayant fleuri.

Les pieds de betterave à sucre ayant monté à graine doivent être retirés du champ de betterave avant la maturité des graines. La tendance de la betterave à sucre à produire des pieds qui fleurissent dépend aussi de la variété, et ce caractère est évalué dans les tests de variétés.

4.1.7. Maladies et ravageurs de la betterave à sucre

La betterave à sucre est une cible potentielle de plusieurs maladies et ravageurs qui l'affectent tout le long des stades de son développement (NADIF et BEHASSAN, 2015). La phase la plus critique et la plus sensible est quand les jeunes plantules viennent de terminer leur germination.

4.1.7.1 Les maladies de la betterave à sucre

✓ La cercosporiose

Le symptôme caractéristique de la cercosporiose, *Cercospora beticola*, est l'apparition sur le limbe des feuilles matures de petites taches rondes, marrons claires, quelques fois entourées d'un anneau marron sombre ou rouge. Par temps humide, apparition de petites ponctuations noires. En conditions favorables, les taches se multiplient jusqu'au dessèchement complet des feuilles touchées. Les feuilles intérieures sont ensuite touchées à leur tour.

Dans le cas des attaques graves par la cercosporiose, les pertes peuvent atteindre 30% de sucre/ha. Dans le cas des attaques légères, les pertes sont autour de 10%.

La maladie est favorisée par :

- ✓ Un temps chaud et humide (une humidité relative supérieure à 96% et des températures de l'ordre de 23 à 27°C).
- ✓ Des assolements étroits et l'irrigation par aspersion.

Pour lutter contre la maladie, il faut procéder à l'application d'un fongicide systémique approprié à partir de la première tache observée. Le traitement doit être répété. La rotation est recommandée également comme technique culturale de lutte contre la cercosporiose.



Figure 20: Maladie de la cercosporiose sur feuilles de betterave à sucre

✓ L'oïdium (*Erysiphe betae*)

L'oïdium de la betterave est causé par un champignon de la classe des Ascomycètes, *Erysiphe betae*. Le pathogène est un parasite strict.

La dissémination du parasite est assurée par les conidies qui se forment sur le mycélium. Leur dispersion est assurée par le vent. En fin de saison, les périthèces (petites granulations noires) apparaissent et permettent la conservation du champignon en conditions défavorables.

Notons que les pertes de rendement provoquées par l'oïdium, dues à la diminution de la photosynthèse, peuvent aller jusqu'à 15 %. La richesse en sucre est également affectée par la maladie.

Dans le but de limiter les attaques de l'oïdium, des fongicides sont disponibles mais les mesures agronomiques suivantes sont à prendre en compte: (i) Eviter les fortes fumures azotées ; (ii) Choisir des variétés peu sensibles à l'oïdium.



Figure 21: Symptômes de l'oïdium sur betterave à sucre.

✓ La rumulariose

La rumulariose a comme agent causal *Ramularia beticola*. Ces symptômes apparaissent sous forme de taches plus ou moins grandes, pas tout à fait arrondies, parfois anguleuses (4 à 10 mm) bordées d'un liséré plus clair et moins régulier que dans le cas d'une attaque de Cercosporiose. Le centre de la tache est de couleur blanche ou grise à brunâtre. Le tissu au centre des taches se dessèche et peut se rompre.

Le champignon se conserve sous forme de spores sur feuilles péries et dans le sol. Pour cette raison, les risques d'attaques sont plus importants lorsque les rotations betteravières sont courtes. Les symptômes apparaissent au bout de 18 jours d'une humidité relative supérieure à 95 % et des températures de 17 à 20 °C. Des conditions humides sont favorables au développement de la maladie. Les spores sont disséminées par la pluie et le vent. Signalons que les assolements étroits et l'irrigation par aspersion favorisent l'apparition de la maladie.

En cas d'apparition précoce, le rendement sucre peut être réduit de 15 à 20%.



Figure 22: Rumulariose sur feuilles de betterave.

✓ La rouille de la betterave

La rouille est causée par le champignon *Uromyces betae*. Son impact économique n'est pas considéré comme aussi important que l'oïdium et la cercosporiose. Ceci est principalement dû au fait que ce champignon apparaît plus tard dans la saison.

Pour ce qui est des symptômes, la rouille est simple à identifier. En effet, elle se caractérise par l'apparition de pustules orangées qui peuvent libérer une poudre rousse. Ces pustules gagnent parfois la totalité de la surface des feuilles et entraînent leur dessèchement.



Figure 23: Rouille sur feuille de betterave à sucre

✓ La rhizomanie

La Rhizomanie est une maladie des plantes de la famille des chénopodiacées provoquée par le développement d'un virus (BNYVV), lequel est inoculé et transmis par un champignon du sol : *Polymyxa betae*.

Les symptômes de la rhizomanie sur les feuilles de la betterave sucrière sont les suivants :

- ✚ Jaunissement des nervures (rarement observé).
- ✚ Flétrissement plus rapide des feuilles aux heures chaudes (à partir du stade 6 à 8 feuilles).
- ✚ Par ronds dans le champ, virement de la couleur du feuillage au vert pâle (effet puzzle).
- ✚ Les nouvelles feuilles, au centre de la plante, sont généralement étroites, leurs pétioles sont allongés et dressés. Ou alors, la feuille devient gaufrée ;
- ✚ Le développement d'un chevelu racinaire, entraînant beaucoup de terre dans laquelle on distingue des radicules blanches dans une masse de radicules desséchées brunes.

En cas de présence de rhizomanie, on assiste à une perte de rendement et à une diminution de la richesse en sucre.



Figure 24: Rhizomanie sur les pivots de betterave.

✓ Pourriture blanche sur racine de betterave

La maladie, causée par *Sclerotium rolfsii*, provoque un flétrissement, d'abord temporel, et ensuite permanent. Elle produit également la pourriture des racines qui se couvrent d'un grossier mycélium cotonneux sur lequel apparaissent de nombreuses scléroses sphériques. Ces dernières sont, au début, blanches puis marron claires et ensuite sombres à la maturité. Les scléroses sont les organes de résistance du champignon : elles vivent dans le sol et servent comme source d'inoculum. Elles

sont disséminées par les engins de culture et l'eau d'irrigation. La maladie est favorisée par l'humidité élevée du sol et par les températures élevées.

En cas d'attaque par la pourriture blanche, une rotation adéquate est recommandée en évitant des cultures sensibles comme le tournesol, la carotte et la tomate.



Figure 25: Pourriture blanche sur racine de betterave

✓ La pourriture molle de la betterave

La pourriture molle de betterave sucrière est due à la bactérie *Erwinia carotovora*.

Cette maladie est difficile à diagnostiquer du fait de la rapide évolution des racines mais l'odeur suffit, généralement pour la détecter.

La bactérie se développe à partir d'une blessure au niveau du collet. Cette blessure peut être causée par différents phénomènes : passage de roue, morsure de rongeurs, éclatement du collet, etc.

La pourriture molle provoque une baisse du taux de sucre qui peut s'expliquer par une dégradation du saccharose par des enzymes bactériennes. Les agriculteurs étant payés selon le taux de sucre de leur production, et la pourriture molle étant une maladie de post-récolte, il faut alors diminuer le temps de séjour de la betterave après récolte. Il est donc nécessaire d'organiser les dates de récolte afin de les acheminer rapidement à l'usine.

Il faut noter que qu'en début de cette pourriture on a déjà une chute importante d'environ 60% du taux de sucre contre 80% pour une pourriture moyenne et 90% pour une pourriture avancée.

Actuellement, la lutte contre cette maladie repose sur des mesures prophylactiques et préventives :

- ✓ Rotation des cultures ;
- ✓ Elimination des résidus de culture ;

- ✓ Désinfection régulière du matériel agricole et des locaux de stockage ;
- ✓ Utilisation des variétés de betterave résistantes à la maladie.



Figure 26: Pourriture molle sur racine de betterave

✓ **La tumeur marbrée de la betterave**

Les infections par ce champignon *Urophlyctis leproïdes* indiquent le plus souvent la présence d'un excès d'eau au niveau de la parcelle et une défaillance du système de drainage et d'évacuation des eaux d'irrigation ou des pluies (NADIF et RACHIDI, 2011).



Figure 27: Tumeur marbrée de la betterave.

Il faut noter que ce champignon est toujours considéré d'une importance mineure dans la mesure où un bon drainage et ressuyage du sol permettent souvent de contrôler la maladie.

✓ Le rhizoctone brun

Le Rhizoctone brun est une maladie due à un champignon du sol, *Rhizoctonia Solani*, Sa propagation est favorisée par certaines rotations, par une mauvaise structure de sol, une humidité excessive du sol et des températures élevées.

Les symptômes se caractérisent par un flétrissement des feuilles, chlorose des feuilles extérieures, puis celles du cœur, pouvant aboutir à la nécrose complète du feuillage.

Au niveau des racines on constate une pourriture brune, grise à noire, en surface ou en profondeur, selon l'importance de la maladie. Parfois, destruction totale de la plante si l'infestation est précoce.

Les dégâts du rhizoctone brun sont les suivants :

- ✚ Pertes en rendement fort variables ;
- ✚ Diminution de la richesse en sucre;
- ✚ Augmentation de la teneur en Na, K et N aminé ;
- ✚ Stockage difficile des betteraves ;
- ✚ Diminution de la qualité de transformation.

En cas du risque de rhizoctone brun, il faut :

- Assurer une bonne structure ;
- Allonger les rotations et éviter les plantes hôtes ;
- Si l'infestation est très importante : utiliser des variétés tolérantes au rhizoctone brun.



Figure 28: Rhizoctone brun sur racines

✓ **Pythium**

Le piétin brun (Pythium) est surtout une maladie des semis qui réduit la densité des cultures et les rendements et retarde la maturité. La maladie est très fréquente là où les niveaux d'oxygène dans le sol sont faibles en raison d'averses abondantes.

Les symptômes sont observables de la levée au stade 4-6 feuilles. Les tiges et les racines brunissent et finissent par disparaître.

Le pathogène Pythium peut infecter les plantules dans une large fourchette de températures en présence d'humidité (il peut se développer lorsque la température du sol atteint 5°C).

La maladie se développe dans les sols humides faibles en phosphore et en matière organique. Les spores de Pythium survivent pendant de nombreuses années dans le sol et dans les résidus de culture. Les pires infestations provoquant les dommages les plus importants se produisent lorsqu'une période de sécheresse est suivie de pluies abondantes.



Figure 29: Pythium sur betterave à sucre

Pour contrer le pythium on a intérêt à assurer un bon drainage et modifier le profil du sol afin d'améliorer l'aération. Aussi, des semences traitées de grande qualité améliorent la germination et la vigueur des plants

✓ **Phoma**

Phoma betae ou *Pleospora betae* attaquent la jeune plantule de la betterave, et cela depuis le stade de la germination jusqu'au stade 2 vraies feuilles. La radicle infectée se présente comme un mince filament noirci.

Sur plantes adultes, le Phoma peut se développer sur les feuilles. Il provoque alors l'apparition de taches rondes de teinte brune, d'environ 1 à 2 cm de diamètre. Des anneaux concentriques formés de minuscules points noirs constituant les organes de fructification du champignon s'y dessinent. Souvent, on observe un craquèlement caractéristique.

Il faut signaler que *Phoma betae* est un champignon qui, en cours de végétation, se développe sur les parties aériennes de la plante et est transmis ainsi par la graine de betterave.



Figure 30: Phoma sur feuille de la betterave sucrière.

Il est à noter que *Phoma betae* ne provoque que rarement des dégâts d'importance économique. Vu le peu de pertes, cette maladie mérite généralement pas de traitement.

Comme moyen de prévention contre la maladie, les producteurs de semences réalisent la désinfection des graines.

Il faut signaler qu'au niveau des quatre régions, les maladies qui affectent généralement la betterave sont : L'oidium, la cercosporiose, la maladie du cœur de la betterave et la pourriture racinaire.

4.1.7.2 Moyens de lutte contre les maladies de la betterave à sucre

La lutte par les méthodes culturales préventives contre la cercosporiose, la pourriture molle, l'oidium, la rouille, et l'altenariose comprend:

- ✓ La rotation ;
- ✓ L'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 ;

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

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.

Le tableau suivant donne les noms des matières actives et des produits commerciaux homologués au Maroc pour lutter contre les maladies de la betterave à sucre :

Tableau 17: Noms des matières actives et des produits commerciaux homologués pour lutter contre les maladies de la betterave à sucre

Nom de la maladie	Matières actives utilisées	Noms des produits commerciaux
La cercosporiose	Cyproconazole – Picoxystrobine, Thiophanate méthyle, Epoxiconazole, Carbendazime, Mancozèbe, Difénoconazole, Tétraconazole, Pyraclostrobine,	ACANTO PLUS, ACTAMYL 70 WP, BACHLOR 125 SC, CARBALAK, CRISTO MZ 80, DIFFERENCE, DIFNOZOL, DITHANE M 45, EMERALD 125, FLEURAN, GARDNER, IMPACT RM, KEMTEL, MANCOTHANE 80, OPERA MAX, OPUS, PENNCOZEB DG, REX DUO, RUBRIC, SCORE 250 EC, SLICK, THIOGRI 70, TRESOR, TRIMANOC BLEU, TRIZIMAN M, TURBO ZM, UPPERCUT.
Oïdium	Tétraconazole	EMERALD 125
Rouille	Cyproconazole, Picoxystrobine, Epoxiconazole, Pyraclostrobine, Thiophanate - méthyle	ACANTO PLUS, BACHLOR 125 SC, OPERA MAX, OPUS, REX DUO
Pythium et Phoma	Thirame	BASULTRA, THIRAMCHIM 80, THIRAMIC

Source: www.eservice.onssa.gov.ma (Index phytosanitaire, 2017).

4.1.7.3 Les ravageurs de la betterave à sucre

- ✓ **Casside de la betterave**

La casside de la betterave (*Cassida vittata*) est considérée comme étant un ravageur redoutable de la culture de la betterave sucrière. Au Maroc, cet insecte provoque chaque année des dégâts très importants.

Les dommages de la casside sont toujours observés d'une manière permanente et préjudiciable. Les larves des cassides occasionnent le plus de dégâts sur la culture, des stigmates typiques sous forme de trous sont formés sur la face inférieure de feuilles de la plante. Lorsque l'infestation est majeure, toutes les betteraves sont complètement forées. Elles jaunissent, deviennent brunes et la plante par la suite dépérit.



Figure 31: Adultes de casside sur betterave à sucre.

Une lutte préventive peut être utile pour la lutte contre la casside. Une irrigation régulière en période de sécheresse a démontré une efficacité sur la réduction des dégâts du ravageur sur les feuilles. Des pulvérisations de bouillie bordelaise doivent être effectuées avant l'apparition des adultes de la casside.

Le ravageur semble souvent échapper à la lutte chimique réalisée par les agriculteurs. Le cycle de développement de la casside comprend deux générations annuelles dont les adultes de la dernière génération hivernent sur d'autres cultures avoisinantes. L'hypothèse la plus favorable est deux traitements correspondant à deux périodes. La première est dirigée contre les larves de la 1ère génération (avril et début mai), et la deuxième contre celle de la 2ème génération (début juin) (www.agrimaroc.com).

✓ **Cléone mendiant (*Cleonus mendicus* ou *Conorrhynchus mendicus*)**

Ce ravageur qui attaque la betterave sucrière vit également sur des Chénopodiacées sauvages.

L'adulte mesure de 12 à 17 mm de long, couvert de petites écailles grises qui cachent la couleur noire foncière du tégument. Œuf est de couleur orange clair, (1 mm de diamètre) et la Larve est blanchâtre, longue de 13 mm à son développement complet.

L'adulte hiverne caché dans le sol des champs de betterave après la récolte. La durée du développement est de 15 jours pour la nymphe, 6 à 7 semaines pour les larves et 10 jours pour les oeufs.

Il est à signaler que le cléone mendiant a une seule génération par an. Après la mue imaginale l'adulte reste dans le sol sans se nourrir ; il hiverne et au printemps on le retrouve en train de se nourrir sur les jeunes plants de Betterave.

La ponte a lieu de mai à octobre, dans le sol, à proximité de sa plante-hôte. Les Larves naissent après une période d'évolution embryonnaire de 8 à 10 jours, au bout de 40 à 45 jours, elles se nymphosent dans des petites coques terreuses.

Les larves s'enfoncent progressivement dans le sol le long du pivot, qu'elles rongent d'abord d'une façon superficielle, ensuite plus en profondeur en y pratiquant des excavations caractéristiques.

Les adultes provoquent de graves dégâts dans les champs de betterave, en s'attaquant aux plantules.



Figure 32: Larve et adulte du cléone mendiant

✓ **Chenilles défoliatrices**

✚ **Spodoptera (Prodenia) littoralis**

C'est une espèce polyphage de large répartition géographique. Les papillons de coloration brune mesurent 25 mm d'envergure.

Les chenilles à leur développement complet sont de coloration variable, mais se reconnaissent par la présence de deux rangées de taches triangulaires noires sur la partie dorsale. Elles mesurent entre 45 à 50 mm de long.

La ponte est à la face inférieure des feuilles et recouverte de bourre. Après éclosion, les jeunes chenilles restent groupées, elles rongent l'épiderme inférieur de la feuille. A un stade plus avancé le limbe est détruit à l'exception des nervures.

La voracité de ces chenilles entraîne souvent la défoliation quasi complète de la culture.



Figure 33: A gauche adulte du prodenia et à droite chenille défoliatrice du prodenia

✚ **Autographa gamma**

Les adultes font 40 à 45 mm d'envergure de la chenille gamma sont des papillons, le plus souvent nocturnes, volent très rapidement, soit isolément ou en petits groupes, soit en essaims comprenant parfois plusieurs millions d'individus parcourant des centaines de kilomètres. Les ailes antérieures sont jaune - brunâtre avec, au centre, une tache blanche rappelant la forme de la lettre grecque gamma. Les ailes postérieures sont brun -clair, enfumées sur leur pourtour. Les Larves mesurant 40 à 45 mm sont de couleur vert -clair avec 6 lignes blanchâtres longitudinales, une tête petite et jaunâtre, tiers antérieur du corps étroit, munie de 2 paires de fausses-pattes abdominales et d'une paire de fausses-pattes anales, elle se déplace en arpenreuse. Les Œufs sont aplatis, de couleur blanc - verdâtre, ils sont déposés en groupe ou isolément à la face inférieure des feuilles, généralement des plantes adventices ou de certaines plantes cultivées.

Il faut noter que les larves s'attaquent d'abord aux feuilles de certains adventices puis, dans les parcelles cultivées, gagnent le feuillage des betteraves. La chenille est active surtout pendant la nuit : elle dévore le limbe des feuilles et sectionne les pétioles. Le jour, elle reste plaquée à la face inférieure des feuilles. Le développement larvaire dure environ 1 mois.



Figure 34: De gauche à droite: Adulte de la chenille gamma, chenille de noctuelle gamma, dégâts sur environ 5% de la surface foliaire et dégâts sur environ 50 % de la surface foliaire

✓ Pégomyie

La pégomyie, *pegomyia betae*, est une mouche dont les larves creusent des galeries dans les feuilles de betteraves. Ce ravageur aérien de 6 à 7 mm, qui ressemble à la mouche domestique, peut provoquer la disparition des plantules.

La pégomyie adulte a un corps gris brunâtre à rougeâtre avec de nombreuses soies, ses ailes membraneuses et transparentes.

Pour retrouver les œufs, il faut regarder sous les feuilles : blancs vifs, de forme allongée, ils y sont disposés parallèlement par groupes de 3 à 10.

Les larves sont des asticots qui mesurent de 7-8 mm de long en fin de développement. Elles sont de couleur blanc jaunâtre, sans pattes.

Ce sont les larves de première génération qui sont les plus nuisibles : elles pénètrent dans les feuilles, entre les deux épidermes, et dévorent une partie du tissu responsable de la photosynthèse. Elles creusent alors des galeries : des sinuosités blanchâtres sont observables.

Ces galeries provoquent un dessèchement des feuilles qui brunissent, se percent et perdent de leur capacité de photosynthèse.



Figure 35: de gauche à droite : Mouche adulte de la betterave, ponte à la face inférieure d'une feuille de Betterave, pupes de pégomyie dans le sol, asticot de la mouche de la betterave sur une feuille de betterave et dégâts pégomyie sur feuille de betterave.

Il faut noter que La betterave est très sensible du stade 2 à 4 feuilles. Les dommages sont fonction de l'intensité des attaques mais peuvent aller jusqu'à la disparition des plantules.

✓ Taupin

Le taupin est un coléoptère dont quatre espèces, appartenant au genre Agriotes,

Une larve fine, allongée, extrêmement dure et résistante, de couleur jaune paille brillant et une tête aplatie brune. Cette larve peut atteindre 17 à 24 mm de long sur 2 mm de large au terme de son développement.

L'adulte est de 6 à 12 mm et est de couleur brun noirâtre. Lorsqu'il est dérangé, il saute de plusieurs centimètres en émettant un bruit sec.



Figure 36: De gauche à droite: Adulte du taupin, larve du taupin et dégâts sur plantule de betterave

L'adulte du taupin n'est pas nuisible. C'est la larve, très polyphage, qui provoque des dégâts en s'attaquant aux betteraves lors de la phase d'installation durant laquelle elle sectionne les racines. Ces dégâts surviennent principalement de la levée jusqu'au stade 4-6 feuilles et peuvent être considérables, allant jusqu'à la destruction des plantules. Les zones de destruction des semis de betterave sont plus ou moins circulaires dans la parcelle.

✓ Pucerons

Pucerons verts (*Myzus persicae*) : La présence de *Myzus persicae* n'occasionne que peu de dégâts directs, mais il est le principal vecteur du virus de la jaunisse.

Pucerons noirs (*Aphis fabae*) : Les pullulations de pucerons noirs entraînent des crispations des feuilles du cœur de la betterave. Le miellat, excrété par les pucerons, provoque des brûlures et favorise le développement de champignons noirâtres (fumagine). Ils jouent probablement un rôle dans la dispersion du virus de la jaunisse au sein des parcelles.



Figure 37: A gauche puceron noir et à droite puceron vert

✓ Tipules

Les tipules sont des insectes du sol de la famille des diptères. La larve est apode, teinte grise, de forme cylindrique et de consistance molle, l'adulte ressemble à un moustique, pond ses œufs superficiellement, le plus souvent dans les parties humides des prairies ou d'une culture d'engrais verts. Les Jeunes larves se nourrissent de racelles et hivernent dans le sol. Dans la culture qui suit, elles séjournent à quelques centimètres de profondeur et sortent de la terre pendant la nuit pour s'alimenter.

Les symptômes des attaques par les tipules sont les suivant :

- ✚ Feuilles, collet et tige rongées au niveau de la surface du sol.
- ✚ Morceaux de feuilles ou parfois feuilles entières tirées dans le sol.
- ✚ Souvent par taches éparses dans le champ.
- ✚ Attaques uniquement au stade larvaire.

Les facteurs favorables pour une attaque de tipules sont :

- ✚ Prairie retournée, sols riches en humus et bien aérés.
- ✚ Conditions humides et froides.

Les dégâts de tipules sont généralement de moindre importance et localisés. Pour une lutte préventive contre cet insecte, il faut :

- + Limiter le développement de repousses de cultures favorables aux pontes.
- + Application d'un insecticide microgranulé au semis.

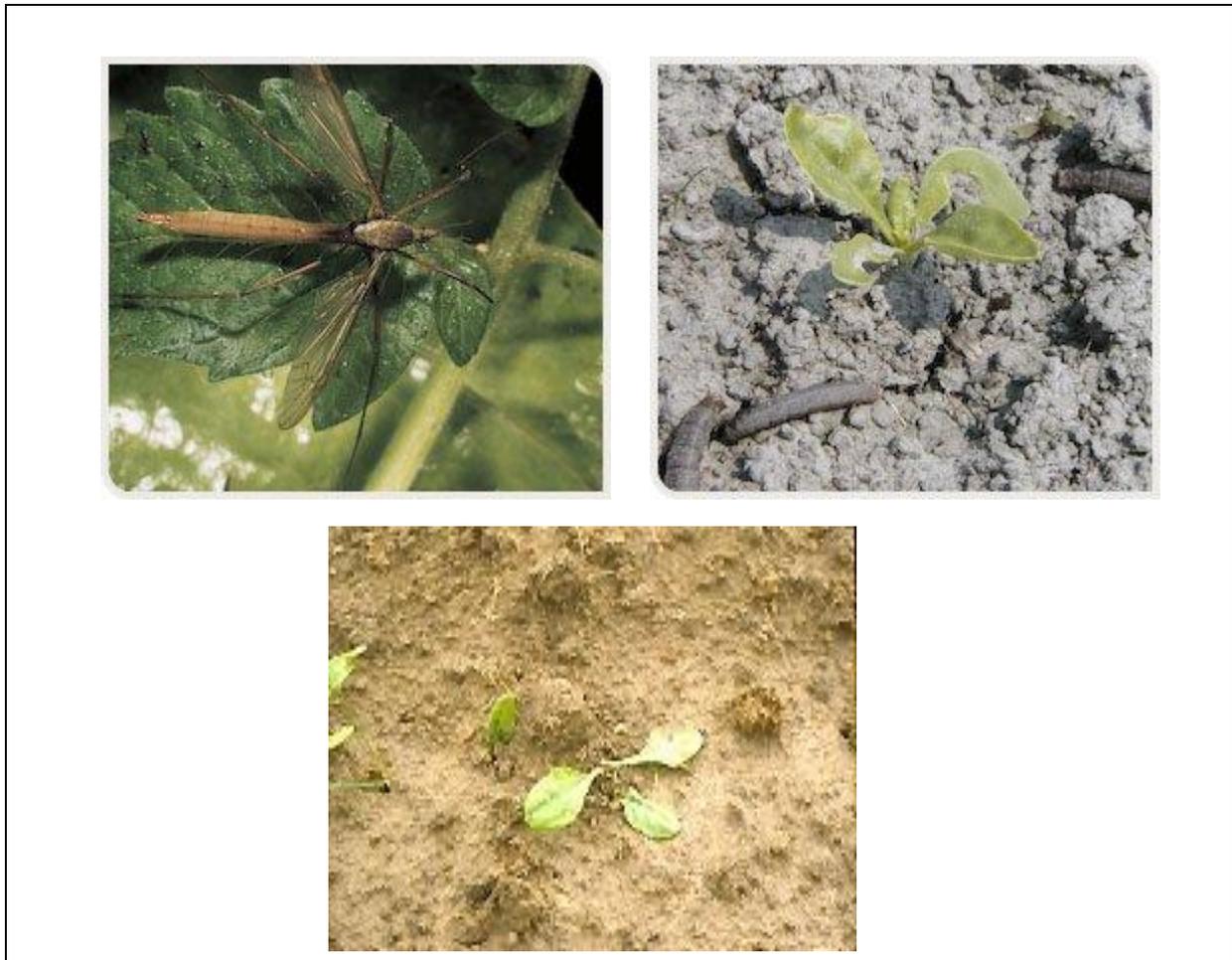


Figure 38: Adulte de tipule, larve de tipule et jeunes plantule de betterave attaquée par une larve de tipule

✓ **Limaces et escargot**

NADIF et BEHASSAN (2015) indiquent qu'après les premières pluies, les limaces quittent leurs abris et envahissent la culture de la betterave à la tombée de la nuit. Elles dévorent le pétiole de la plantule qui finit toujours par dépérir. Ces attaques peuvent avoir lieu même avant la levée, sans que l'agriculteur s'en rende compte. Les attaques des limaces sont très fréquentes par temps humide. Elles sont capables de réduire sérieusement la levée imposant ainsi de renouveler le semis. La présence des limaces dans le champ est identifiée par la présence d'un épais mucus blanc sur le sol. Au Loukkos, par exemple, 3.000 ha ont été détruits en 1986 à cause des attaques de limaces.

Les escargots sont observés surtout dans des parcelles entourées par les mauvaises herbes qui constituent des abris pour ces ravageurs. Les dégâts se manifestent par des perforations des feuilles pouvant en cas de fortes attaques, causer des pertes dues à la destruction de la surface foliaire.

Il faut noter que les limaces font des dégâts irréversibles sur les plantules de betterave entre la germination et le stade six feuilles.

Pour lutter contre ces ravageurs les agriculteurs doivent :

- ✓ Labourer la terre pendant l'été pour détruire les œufs en les exposant aux rayons solaires ;
- ✓ Détruire les mauvaises herbes à proximité des parcelles ;
- ✓ Utiliser un pesticide sur le pourtour des champs ou entre les lignes.



Figure 39: En haut une limace noire et ces dégâts sur plantules de betterave et en bas un escargot et ces dégâts sur le feuillage

4.1.7.4 Lutte contre les ravageurs de la betterave à sucre

A côté des pratiques culturales déjà citées, les agriculteurs font recours à la lutte chimique. Le tableau ci-après donne les noms de certains produits commerciaux et matières actives qui sont homologués au Maroc pour lutter contre les ravageurs de la betterave sucrière :

Tableau 18: Listes de certaines matières actives et produits commerciaux homologués au Maroc et utilisés pour lutter contre les ravageurs de la betterave à sucre

Nom du ravageur	Matières actives utilisées	Noms des produits commerciaux
Casside	Chlorpyriphos-éthyl, Cyperméthrine, Deltaméthrine, Lambda cyhalothrine, Malathion, Alpha-cyperméthrine	AMIRAL 28EC, DURSBAN 4, PILORI 480 EC, ORBIT 20 CS, DECIS EXPERT, KARATE 5 EC, MALAPRON, OSMOZE, ROBUST 48 EC, TSUNAMI, MALYPHOS 50, MURFOTOX FORT, DEFI 10% EC, ALPHACYM, POLATHION 50
Cléone mendiant	Cyperméthrine, Indoxacarb, Chlorpyriphos-éthyl, Lambda cyhalothrine, Cyperméthrine, Alpha-cyperméthrine	ARRIVO 25 EC, AVAUNT 150EC, DURACID 480 EC, DURSBAN 4, KARATE 5 EC, LORSBAN 5 G, ORBIT 20 CS, OSMOZE, TARIQUE 25 EC, TRACTOR 10 EC
Noctuelles	Indoxacarb, Cyperméthrine, Alpha cyperméthrine	AVAUNT 150EC, TARIQUE 25 EC, TRACTOR 10 EC
Prodénia	Indoxacarb, Alpha-cyperméthrine, Chlorpyriphos-éthyl, Lambda cyhalothrine, Cyperméthrine	AVAUNT 150 EC, CONCORD 100 EC, DURSBAN 4, KARATE 5 EC, KEMSTAR 25 EC, OSMOZE, PILORI 480 EC, CYPERMAN 25 EC
Pégomyie	Malathion, Fenthion	KEMALAT 50 EC, LEBAYCID 50 EC, MALAPRON, MALYPHOS 50, POLATHION 50
Taupins	Alpha-cyperméthrine, Lambda cyhalothrine, Cyperméthrine, Chlorpyriphos-éthyl, Oxamyl, Tefluthrine	KARATE 5 EC, KEMSTAR 25 EC, LORSBAN 5 G, OSMOZE, TARIQUE 25 EC, TRACTOR 10 EC, VYDATE 10 G, FORCE 0.5 G
Insectes du sol	Chlorpyriphos-éthyl	CURASOL APPAT, PARABAN APPAT PLUS (vers gris, courtillière et grillons)
Pucerons	Pyrimicarbe	PIRIMOR 50 DG
Escargots et limaces	Métaldéhyde	ACITOX, ARIOTOX, BOUREGUI, GHLALA, KURLIM, METALUQ, ARMOR, METAREX RG, VULCAIN

Source : www.eservice.onssa.gov.ma

4.1.8. La récolte de la betterave à sucre

L'opération de récolte de la betterave à sucre consiste à extraire du sol les racines, en les débarrassant de leurs feuilles et collets et en éliminant le maximum de terre attenante.

Dans le cas de la récolte mécanique, l'opération consiste en l'arrachage et décolletage des racines, andainage et chargement. L'arrachage mécanique a l'avantage d'accélérer les chantiers des travaux de récolte avec un gain substantiel en main d'œuvre.

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. (AGBANI et JENANE, 2000).

Il faut signaler que les travaux de recherches qui ont été menés dans différents périmètres betteraviers marocains ont montré que la teneur en sucre dans la racine 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.

Afin d'éviter les mauvaises répercussions de la chaleur sur la qualité des racines et sur l'extraction du sucre, la récolte doit être livrée à l'usine dans un délai ne dépassant pas 24h. (Guide de l'agriculteur, betterave à sucre, ONCA, 2016).

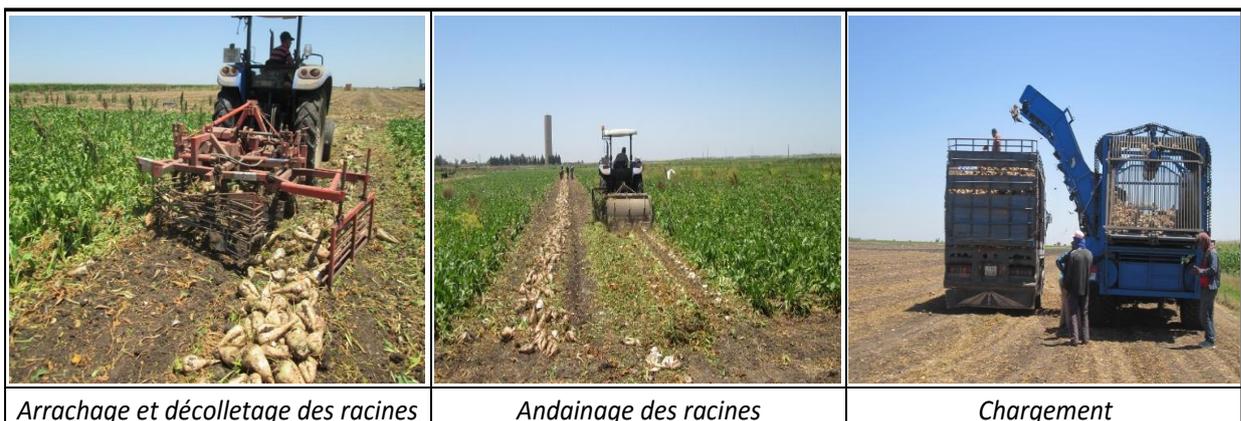


Figure 40: Etapes de l'opération de la récolte de la betterave à sucre.
Source: ORMVAD (Assistance technique du marché n° 26/2012/DK-DDA)

Lors du diagnostic participatif avec les agriculteurs, nous avons constaté que pour :

La région du Gharb, environ les deux tiers des agriculteurs préfèrent la récolte manuelle afin d'utiliser les fanes de la betterave pour leur bétail et la récolte mécanique¹¹ ne touche que 30% de la superficie.

La région de Beni-Mellal/Khénifra, l'arrachage mécanique est appliqué sur les deux tiers de la superficie. Afin de terminer la campagne d'usinage avant les fortes chaleurs et éviter la dégradation de la production, la sucrerie encourage l'arrachage précoce en accordant des indemnités aux agriculteurs.

La région de l'Oriental, La SUCRAFOR a fait beaucoup d'efforts pour le développement de la mécanisation de la betterave dans la région, notamment l'arrachage mécanique. Cette opération est généralisée dans la région depuis 4 campagnes, ce qui a limité beaucoup plus les problèmes de main d'œuvre. Le coût d'arrachage mécanique est fixé à 1.500 Dh/ha. Actuellement 18 arracheuses sont acquises par la sucrerie et disponibles dans la région.

La région de Casablanca-Settat, l'arrachage mécanique sera généralisé à partir de cette campagne sur toute la région afin de limiter les problèmes de main d'œuvre et terminer la campagne d'usinage dans les conditions optimales.

Signalons que les rendements de betterave enregistrés pour les quatre régions vont de 60 à 80 tonnes/ha voire plus avec des polarisations de l'ordre de 16 à 18%.

¹¹ Récolte faite à l'aide des machines de l'usine. La récolte mécanique est obligatoire à partir de 10 ha.

Annexes

**LISTE DES VARIETES MONOGERMES DE BETTERAVE A SUCRE INSCRITES AU CATALOGUE
OFFICIEL ENTRE 2011 ET 2015**

VARIETE	TYPE	OBTENTEUR	REPRESENTANT	ANNEE D'INSCRIPTION
ABRAX	N MONOGERME	SHREIBERS	MEDIA 2000	2015
ACACIA	N MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR HIMIE	2015
ALGAR	N MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2013
ATTRAKTIVA KWS	N MONOGERME	K.W.S	DYNAGRI	2014
BARNA	N MONOGERME	STRUBE	MEDIA2000	2013
BEETLE	N MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2014
BERETTA	N MONOGERME	BETASEED	DINAGRY	2012
BERING	E MONOGERME	STRUBE	MEDIA 2000	2011
BERNACHE	E MONOGERME	F.DESPRESZ	F.DESPRESZ	2015
BERTON	N MONOGERME	SHREIBERS	MEDIA 2000	2015
BILAWAR	N MONOGERME	KWS	DYNAGRI	2015
BISON	N MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2013
BRANDON	N MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2015
BRAVISSIMA	N MONOGERME	K.W.S	DYNAGRI	2013
BRITNEY	N MONOGERME	BETASEED	DINAGRY	2012
BTS 284	N MONOGERME	BETASEED	DYNAGRI	2013
BTS 291	N MONOGERME	BETASEED	CAS	2014
BTS 545	N MONOGERME	BETASEED	CAS	2014
BTS164	Z MONOGERME	BETASEED	DYNAGRI	2013
BTS435	N MONOGERME	BETASEED	CAS	2015
BTS555	Z MONOGERME	BETASEED	CAS	2015
BTS620	N MONOGERME	BETASEED	CAS	2015
CANDIMAX	N MONOGERME	FLORIMON D DESPREZ	DELTA SEM	2011
CARACAL	N MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2012
CARIOCA	N MONOGERME	MARIBO SEEDS	SEEDSEM ETUDES	2013
CAVALLO	N MONOGERME	MARIBO SEEDS	SEEDSEM ETUDES	2014
CHARLESTON	N MONOGERME	MARIBO SEEDS	SEEDSEM ETUDES	2012
CHOPIN	N MONOGERME	MARIBO SEEDS	SEEDSEM ETUDES	2011
CIGOGNE	N MONOGERME	F.DESPRESZ	DELTA SEM	2013
COURTINE	N MONOGERME	F.DESPRESZ	F.DESPRESZ	2014
DIVONA	E MONOGERME	F.LEPEUPLE	DELTA SEM	2011
ELANTA	N MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2011

ESTABAN	E MONOGERME	STRUBE	MEDIA 2000	2011
FAIZ	N MONOGERME	KWS	DYNAGRI	2015
FERNANDO	N MONOGERME	SHREIBERS	MEDIA2000	2013
GANDHI	N MONOGERME	SHREIBERS	MEDIA2000	2014
GARROT	N MONOGERME	F.DESPRESZ	F.DESPRESZ	2015
GERO	Z MONOGERME	SHREIBERS	MEDIA2000	2013
GIBRALTAR	N MONOGERME	DELITZSCH	DYNAGRI	2013
GOELAND	E MONOGERME	F.DESPRESZ	DELTA SEM	2013
GOLDONI	N MONOGERME	SHREIBERS	MEDIA2000	2014
GREGORIUS	N MONOGERME	STRUBE	MEDIA 2000	2015
GUEPARD	N MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2013
IMPREZA	N MONOGERME	K.W.S	DINAGRY	2012
INBAR	N MONOGERME	K.W.S	DYNAGRI	2014
INDIGO	N MONOGERME	MARIBO SEEDS	SEEDSEM ETUDES	2011
JULIETTA	E MONOGERME	KWS	DYNAGRI	2015
KARPATY	Z MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2015
KARTA	N MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2014
KEPLER	N MONOGERME	STRUBE	MEDIA2000	2014
KEVIN	Z MONOGERME	SHREIBERS	MEDIA 2000	2011
KLAXON	E MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2011
KOALA	Z MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2011
LENNIKA	E MONOGERME	K.W.S	DINAGRY	2011
LIBERATA KWS	N MONOGERME	K.W.S	DYNAGRI	2014
LORRIQUET	N MONOGERME	F.DESPRESZ	F.DESPRESZ	2015
MACUMBA	E MONOGERME	MARIBO SEED	SEEDSEM ETUDES	2015
MADEN	N MONOGERME	DELITZSCH	DINAGRY	2011
MAINATE	N MONOGERME	F.DESPRESZ	F.DESPRESZ	2014
MANDOLINE	Z MONOGERME	MARIBO SEED	SEEDSEM ETUDES	2015
MARCO	N MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2013
MARINO	N MONOGERME	MARIBO SEEDS	SEEDSEM ETUDES	2014
MATARI	E MONOGERME	F.LEPEUPLE	DELTA SEM	2013
MESANGE	N MONOGERME	F.DESPRESZ	F.DESPRESZ	2014
MIMOUNE	E MONOGERME	KWS	DYNAGRI	2015
MISHEL	N MONOGERME	LION SEEDS	AGRIMATCO	2014
MITIKA	N MONOGERME	LION SEEDS	AGRIMATCO	2014
MOKI	N MONOGERME	F.LEPEUPLE	DELTA SEM	2013

MOLLY	N MONOGERME	MARIBO SEEDS	SEEDSEM ETUDES	2011
MOTOR	Z MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2011
NADZEYA KWS	N MONOGERME	KWS	DYNAGRI	2015
NEMETON	Z MONOGERME	F.LEPEUPLE	DELTASEM	2011
PALANTINO	N MONOGERME	MARIBO SEEDS	SEEDSEM ETUDES	2013
PAPAYE	N MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2014
PERFECTA	N MONOGERME	LION SEEDS	AGRIMATCO	2012
PERRUCHE	N MONOGERME	F.DESPRES	DELTASEM	2013
PIANO	N MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2013
POLAT	N MONOGERME	DELITZSCH	DINAGRY	2012
PRIMERA	N MONOGERME	LION SEEDS	AGRIMATCO	2012
PYTHON	N MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2011
RAJAH	N MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2012
RIMOLI	N MONOGERME	F.LEPEUPLE	DELTASEM	2013
RISELDA	N MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2012
RODERICA	Z MONOGERME	K.W.S	DYNAGRI	2013
ROMARIN	N MONOGERME	F.LEPEUPLE	DELTASEM	2012
ROSAFINA	N MONOGERME	KUHN & COBV	SOGECOPA	2013
ROSAFLOR	N MONOGERME	KHUN & CO BV	SOGECOPA	2012
ROSAGOLD	E MONOGERME	KHUN & CO BV	SOGECOPA	2010
ROSALIZA	E MONOGERME	KHUN & CO BV	SOGECOPA	2011
ROSALY	N MONOGERME	KUHN & COBV	MARBAR SA	2015
ROSAMAR	N MONOGERME	KHUN & CO BV	SOGECOPA	2012
ROSAMAX	N MONOGERME	KUHN & COBV	MARBAR SA	2014
ROSAMELLA	E MONOGERME	KUHN & COBV	MARBAR SA	2015
ROSANDRA	Z MONOGERME	KUHN & COBV	MARBAR SA	2015
ROSANORA	N MONOGERME	KUHN & COBV	SOGECOPA	2013
ROSTAR	E MONOGERME	KUHN & COBV	SOGECOPA	2013
ROSATLAS	N MONOGERME	KUHN & COBV	MARBAR SA	2014
SANTINO	N MONOGERME	STRUBE	MEDIA2000	2013
SERENDA	N MONOGERME	K.W.S	DINAGRY	2012
SETENIL	N MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2015
SEVERA	Z MONOGERME	K.W.S	DINAGRY	2011
SHAKESPEARE	N MONOGERME	SHREIBERS	MEDIA 2000	2011
SHERWOOD	N MONOGERME	MARIBO SEEDS	SEEDSEM ETUDES	2013
SPORTA	N MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2012
STEEL	N MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2015

SUCRES	N MONOGERME	KHUN & CO BV	SOGECOPA	2011
SUGAR KING	N MONOGERME	K.W.S	DYNAGRI	2014
SY BADIA	N MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2015
SY MARVIN	N MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2014
SYMBOL	E MONOGERME	LION SEEDS	AGRIMATCO	2011
TARIM	N MONOGERME	FLORIMON D DESPREZ	DELTA SEM	2012
TESLA	N MONOGERME	STRUBE	MEDIA 2000	2015
THILDA	N MONOGERME	K.W.S	DINAGRY	2011
TIBOR	Z MONOGERME	STRUBE	MEDIA 2000	2011
TILMAN	N MONOGERME	SHREIBERS	MEDIA 2000	2011
TIMUR	N MONOGERME	SHREIBERS	MEDIA 2000	2015
TOLERANZA	Z MONOGERME	KWS	DYNAGRI	2015
TOUBCAL	Z MONOGERME	K.W.S	DYNAGRI	2013
TOUCAN	N MONOGERME	FLORIMON D DESPREZ	DELTA SEM	2012
TUWIM	Z MONOGERME	STRUBE	MEDIA 2000	2015
VACLAV	N MONOGERME	STRUBE	MEDIA2000	2013
VEDETA	Z MONOGERME	RINGOT	SYNGENTA	2013
VERDI	E MONOGERME	SES VANDERHAVE	MARBAR CHIMIE	2011
WAGNER	N MONOGERME	STRUBE	MEDIA2000	2014
XANADU	N MONOGERME	MARIBO SEED	SEEDSEM ETUDES	2015
YAMAN	N MONOGERME	DELITZSCH	DINAGRY	2012
ZEMIS	Z MONOGERME	LION SEEDS	AGRIMATCO	2011
ZEPHYR	N MONOGERME	LION SEEDS	AGRIMATCO	2011

Source : www.onssa.gov.ma, 2017

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (BETTERAVE A SUCRE)

- AGBANI M. et A. EL IAZIJI, 1992. Incidences du type de variété, durée et positionnement du cycle sur la qualité technologique de la betterave à sucre dans le périmètre des Doukkala. Rapport technique, COSUMAR ;
- AGBANI M. et JENANE., 2000 Fiche technique : la betterave à sucre monogerme, transfert de technologie en agriculture, n°75, 2000, MADREF/DERD ;
- AGBANI M. et ZIZI M., 1991. Incidences du type de variété, durée et position du cycle sur le rendement et la qualité technologique de la betterave à sucre. Rapport technique, COSUMAR ;
- ÃÏT HOUSSA et al, 2008 Productivité et rentabilité de la betterave à sucre irriguée au goutte à goutte dans les sols sableux de Larache, transfert de technologie en agriculture, n°164, mai 2008, DERD/MAPM ;
- Anonyme. Non daté. La filière betteravière.
http://www.labetterave.com/la_filiere_betteraviere/portrait_et_culture/12/index.html
- BARRY J. JACOBSEN. 2013. What's New in Sugarbeet Disease Management.
<http://www.sugarproducer.com/2013/04/whats-new-in-sugarbeet-disease/>;
- BAYE Y., 2007 Fiche technique sur le désherbage de la betterave à sucre au Tadla, INRA, 2007.
- BENAMEUR Ch. 2015. Amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau sous irrigation localisée dans le périmètre irrigué du Tadla : Expérimentation, suivi de parcelles et modélisation. Projet de Fin d'Études présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en agronomie. Option : Management des Productions Végétales et de l'Environnement. IAV Hassan II ;
- CHATI, M.T., EL BOUHALI I., BEKRAOUi A., HANDOUFE A., 1999. Synthèse des résultats de 12 années d'essais des besoins en eau de la betterave à sucre dans le Tadla. Séminaire sur "L'économie de l'eau", ORMVA du Haouz, 1999 ;
- EZZAHIRI B., 2013 La betterave à sucre, système de surveillance pour l'avertissement phytosanitaire dans le périmètre des Doukkala. Agriculture du Maghreb, n°70, octobre 2013 ;
- Fiche technique : la betterave, INRA, non datée ;
- HMIMINA M, 2016 La casside de la betterave au Gharb : Cycle de développement et stratégie de lutte, agriculture du Maghreb n°91, décembre 2015/janvier 2016 ;
- Institut technique de la betterave, France, Préparation du sol, les techniques betteravières, n°1036, 2016 ;
- Institut technique de la betterave 2015 Les stades phénologiques de la betterave à sucre, 2015 ;
- Khan M. 2016. Managing sugarbeet diseases.
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://blog-crop-news.extension.umn.edu/2016/06/managing-sugarbeet-diseases.html>;
- Mohamed F.R. Khan 2013. Sugar Beet Powdery Mildew. <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/sugar-beet-powdery-mildew>;
- Khan, J., del Rio, L. E., Nelson, R., and Khan, M. F. R. 2007. Improving the Cercospora leaf spot management model for sugar beet in Minnesota and North Dakota. Plant Dis. 91:1105-1108 ;
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, 2015 Note stratégique n°106, l'année agricole 2014/2015 ;

NADIF A. et BELHASSAN I. 2015 Installation de la culture de la betterave sucrière, Problématique du peuplement et du parasitisme, ORMVAG, agriculture du Maghreb n°88, 2015 ;

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, note stratégique n°98, l'année agricole 2014 ;

NADIF A. et BELHASSAN I. 2013 Un coléoptère et une noctuelle, deux ravageurs voraces du feuillage de la betterave à sucre dans le Gharb, agriculture du Maghreb n°65 ;

NADIFA et RACHIDI N. 2011 La sclérotinose de la betterave à sucre une maladie qui se réveille dans le Gharb, ORMVAG/CTCS, agriculture du Maghreb n°55, novembre.

Office Régional de Mise en Valeur Agricole des Doukkala, fiche technico-économique La betterave à sucre en irrigation localisée, Assistance Technique Appui aux agriculteurs et leurs partenaires dans les secteurs concernés par le Projet de modernisation de l'irrigation dans le périmètre des Doukkala Marché N° 26/2012/DK-DDA ;

Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb, assistance technique pour l'accompagnement des agriculteurs et du personnel de l'ORMVAG pour la reconversion de trois secteurs d'irrigation par aspersion à l'irrigation localisée, Référentiel technique de la culture de la betterave sucrière sous irrigation localisée dans le Gharb, Marché n°74/2012/DDA ;

Secor G.A. and V.V. Rivera , M. F. R. Khan , N.C. Gudmestad. 2010. Monitoring fungicide sensitivity of *Cercospora beticola* of sugarbeet for disease management decisions. Plant Disease / Vol. 94 No. 11: 1273-1282 ;

Shane, W. W., and Teng, P. S. 1992. Impact of *Cercospora* leaf spot on root weight, sugar yield, and purity. Plant Dis. 76:812-820 ;

Shane, W. W., and Teng, P. S. 1984. *Cercospora beticola* infection prediction model. 1983 Sugar Beet Res. Ext. Rep. ND State University, Fargo. 14:174- 179 ;

TANJI A., 2013 Betterave à sucre, gestion intégrée des adventices. Agriculture du Maghreb, n°70, octobre ;

Vandergeten J.-P., C. Roisin. 2004. Techniques culturales sans labour en culture de betterave sucrière. Collection: Les Guides techniques de l'IRBAB ;

Weiland J., and G. Koch. 2004. Sugarbeet leaf spot disease (*Cercospora beticola* Sacc.). Molecular Plant Pathology, Volume 5, Issue 3, May 2004, Pages 157–166 ;

- www.agri-mag.com;
- www.agrobasf.fr;
- www.cliniquesdesplantes.be ;
- www.cosumar.ma, rapport d'activités, 2015 ;
- www.eservice.Onssa.gov.ma, index phytosanitaire 2017 ;
- www.Fimasucre.ma;
- www.forestryimages.org;
- www.inra.fr;
- www.irbab-kbivb.be, Institut Royal Belge pour l'amélioration de la betterave, techniques cultures betteravières ;

- www.KWS.fr, les maladies de la betterave sucrière ;
- www.KWSbenelux.fr;
- http://www.labetterave.com/la_filiere_betteraviere/portrait_et_culture/12/index.html;
- <https://www.nordzucker.de/en/farmers/everything-about-beet-farming/growth.html>;
- www.omafra.gov.on.ca;
- www.sesvanderhave.com, dossier technique, les maladies du feuillage de la betterave à sucre ;
- www.techniques-ingénieur.fr, Secrétariat de la CNUCED d'après le document : "Techniques de l'ingénierie -procédé de transformation en sucrerie", description des caractéristiques techniques de la canne à sucre et de la betterave sucrière ;
- <http://www.yara.co.uk/crop-nutrition/crops/sugarbeet/key-facts/agronomic-principles-for-sugar-beet/>;
- http://www.betaseed.com/uk/tools/diseases_pests/details/article/ramularia_leaf_spot_common_name.html;

- دليل الفلاح 2016 الشمندر السكري، المكتب الوطني للإستشارة الفلاحية، 2016.

- العلوي سي بناصر 2006، تقنيات زراعة الشمندر السكري، مديرية التعليم والبحث والتنمية - قسم الإرشاد الفلاحي.

5. Techniques de conduite de la canne à sucre

5.1. Les stades de développement de la canne à sucre & le raisonnement de l'itinéraire technique

On distingue les phases successives suivantes pour la canne à sucre multipliée par boutures :

- ❖ **Phase de reprise** : 2 à 4 semaines après la mise en terre des boutures, les premières tiges apparaissent.
- ❖ **Phase de croissance active** : elle dure 5 à 7 mois environ. En fin de croissance, la végétation s'arrête et l'inflorescence apparaît. Cette phase a surtout lieu pendant la période de chaleur et de grosses pluies.
- ❖ **Phase de maturation** : dure en moyenne 6 mois après l'arrêt de croissance de la canne. Selon la date de plantation, on peut couper les cannes vierges entre les 12 et 14ème mois qui suivent la plantation des boutures.
- ❖ **Phases de croissance et de maturation des premières repousses**. Elles durent 12 à 14 mois environ après la coupe des cannes vierges.
- ❖ **Coupe des premières repousses** : elle a lieu 2 ans à 30 mois après la mise en place des boutures. Cette coupe termine le second cycle.

Par la suite, la coupe des repousses aura lieu tous les 12 à 13 mois environ. Ainsi, le cycle végétatif complet de la canne à sucre peut durer de très nombreuses années si les conditions du milieu sont favorables. Cependant, il n'est pas rentable de conserver indéfiniment les mêmes pieds sur le même terrain. Le cycle cultural ne dure donc que 5 à 7 ans en moyenne.

Les différentes étapes critiques pour la canne à sucre sont la germination, le tallage, la croissance précoce, la croissance active et l'élongation.

Tableau 19: Les principales phases phénologiques de la canne à sucre et leurs caractéristiques

Les phases phénologiques de la canne à sucre	Caractérisation et actions à entreprendre
Germination & établissement	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Les boutures doivent être placées de 5 à 7,5 cm de profondeur dans le sol ; ❖ Des précautions doivent être prises pour placer les bourgeons oculaires sur le côté et recouvert d'une fine couche de terre, l'irrigation doit suivre dans la journée ; ❖ Ne pas utiliser de matériel de plantation infesté.
Tallage & Croissance active	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Selon le type de sol et la méthode d'irrigation, un espacement approprié devrait être adopté afin d'accélérer la phase de fermeture du couvert foliaire.
Maturité	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La maturation de la canne à sucre se caractérise par une accumulation rapide de sucre avec une réduction concomitante de la croissance végétative et de l'élongation de la canne (Takayoshi et al., 1999) ; ❖ La canne ne doit être récoltée que lorsqu'elle est mature ; ❖ Les tests pratiques pour juger de la maturité sont (a) Couleur jaunâtre générale de la culture entière, (b) Arrêt de croissance, (c) Gonflement des bourgeons oculaires, (d) Bruit métallique de la canne, (e) Cassure de la canne aux nœuds et (f) Lecture du saccharomètre Brix entre 21 et 24 ; ❖ L'irrigation devrait être suspendue pendant environ 10 à 15 jours avant la récolte ; ❖ La récolte doit être faite avec un outil tranchant et très près du sol ; ❖ La canne doit être usinée dans les 24 heures pour obtenir un niveau de récupération du sucre élevé.

La figure ci-dessous montre les principales phases phénologiques de la canne à sucre.

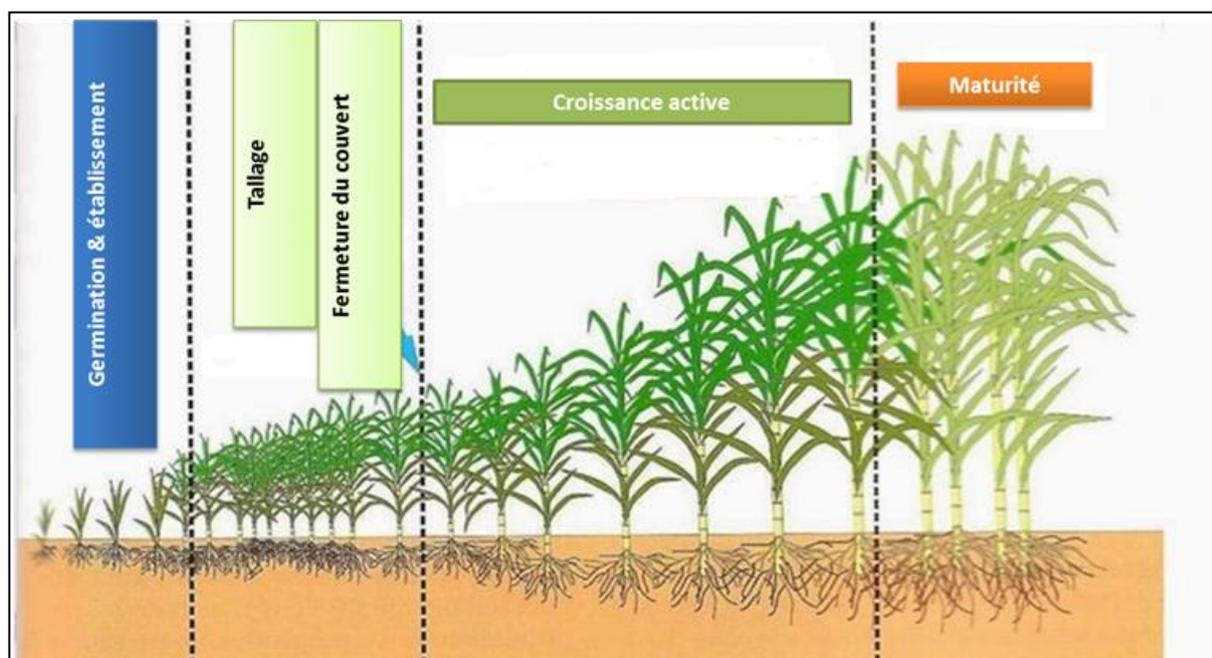


Figure 41: Les principales phases phénologiques de la canne à sucre

5.2. Préparation du sol

Pour l'obtention des rendements de canne à sucre plus élevés, fournir un environnement optimal du sol est une condition préalable essentielle puisque la culture reste dans le champ pendant environ 5 à 6 ans.

Les principaux objectifs de la préparation de sol	
<ul style="list-style-type: none">❖ Préparer un lit de semences qui permette des relations optimales entre l'air et l'eau du sol ;❖ Bonnes conditions physiques pour une pénétration et une prolifération précoces des racines ;❖ Incorporer les résidus de culture et les engrais organiques précédents ;❖ Détruire les mauvaises herbes et les organismes nuisibles et pathogènes hibernants ;❖ Faciliter l'activité chimique et microbienne du sol.	

Le labour est la manipulation physique du sol avec des outils appropriés pour assouplir la couche de sol de surface. Pour le labour initial, il est souvent conseillé d'utiliser soit une charrue à socs, soit une charrue à disques. Chaque fois que l'on veut retourner le sol, il faut utiliser une charrue à socs. D'autre part, lorsque le sol est dur, irrégulier et composé de chaumes de la culture précédente, une charrue à disques est préférable. Le labour à la teneur optimale en humidité du sol est essentiel pour obtenir une structure de sol adéquate. Un sol trop humide interrompt le mouvement des machines et cause la destruction de la structure du sol

La canne demande une terre finement ameublie pour le lit des boutures. Pour les terrains lourds, on conseille un sous-solage puissant (surtout en 1ère exploitation) à 0,80 m d'écartement et 60 cm de profondeur.

- ✓ Pour les terrains légers, un griffage profond, à 30 - 40 cm de profondeur suffit. Ensuite, il faut :
- ✓ Un labour de 25 cm de profondeur ;
- ✓ Un (ou des) hersage (s) moyen (s) ;
- ✓ Un sillonnage à 15 - 20 cm de profondeur et 0,90 à 1,80 m d'écartement. La direction de ces sillons varie avec les dimensions du champ, avec la pente du terrain, avec le tracé des pistes et avec le sens des vents dominants. (www.vulgarisation.net).

Importance du sous-solage pour la canne à sucre



Une mécanisation intense impliquant le trafic de machinerie lourde, de la plantation à la récolte et au transport vers la sucrerie, peut entraîner la détérioration des conditions physiques du sol. Cela se traduit par une compaction du sol avec une série d'effets secondaires néfastes: réduction du volume et du mouvement de l'air et de l'eau, difficulté mécanique pour la croissance des racines et difficulté d'absorption des nutriments du sol et de l'engrais. Par conséquent, une préparation de terrain à chaque fois qu'une nouvelle culture est plantée est absolument essentielle pour amener le sol à la perfection pour une bonne germination des boutures et l'émergence des plantules ainsi que la croissance des racines.

Dans le cas d'une irrigation localisée, la direction des sillons doit être la même que celle des rampes.

Signalons que pour la région de Rabat-Salé/Kénitra, le travail du sol selon les zones se fait comme suit :

Tableau 20: Travail du sol pour la canne à sucre au niveau de la région de Rabat/Salé-Kénitra

Région	Zone	Opération	Matériel utilisé	Période
Rabat-Salé/Kénitra	Souk Larbâa-Allal Tazi	Labour profond	Stuble-plow	Juillet
		Préparation de la terre pour la plantation	Deux cover-croppage croisés	Octobre
			Traçage	Octobre
	Belksiri	Labour profond	Charrue à disques	Juillet
		Préparation de la terre pour la plantation	3 cover-croppages croisés	Octobre
			Traçage	Octobre

5.3. Densité et profondeur de plantation

Sélection de boutures pour plantation de la canne à sucre	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ De préférence, les boutures doivent être prélevées dans une pépinière bien gérée ; ❖ Les boutures doivent être exemptes de parasites et de maladies ; ❖ Les boutures doivent être choisies parmi une culture de 7 à 10 mois, au-delà les cannes plus sèches ont une capacité d'implantation plus faible ; ❖ Les boutures doivent être prélevées sur des tiges épaisses et succulentes présentant des bourgeons oculaires enflés ; 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Les boutures doivent être prélevées sur la tige de la plante, et les pousses supérieures ; ❖ Habituellement, les boutures avec trois bourgeons sont utilisées pour la plantation, mais des boutures avec seul bourgeon ou deux peuvent être utilisés ; ❖ Les boutures blessées ne devraient pas être utilisés pour la plantation ; ❖ Ne pas utiliser les boutures de canne à sucre récoltées depuis plus de deux jours.

Pour planter un hectare, il faut 8 à 12 tonnes de boutures issues d'une canne fraîche. Avec un hectare de pépinière conduite en irrigation localisée, on peut planter 14 à 15 ha. Couper les boutures en segments de 40 à 60 cm, chaque bouture doit avoir au moins 4 nœuds. En fonction de l'âge et de la qualité des boutures, plusieurs implantations sont possibles.

Il est conseillé de planter des boutures dans les sillons aux écartements de 1 à 1,50 m entre les lignes et 0,40 m sur la ligne. Afin d'avoir une densité régulière de 140.000 tiges par hectare, il est conseillé de faire un écartement de 1,50m entre les lignes et une profondeur ne dépassant pas 20cm. (ABBAD, 2013).

La profondeur optimum des boutures se situe entre 10 et 15 centimètres. Une fois les boutures mises en place, elles doivent être couvertes par de la terre fine et des mottes de taille suffisante pour préserver la structure et éviter la croûte de battance¹². (ORMVAG, Référentiel technique de la canne à sucre, Marché n°74/2012/DDA).

¹² Dans les conditions du Gharb et sur sol argileux, il est conseillé de prévoir des rigoles sous forme de V pour évacuer l'eau excédentaire en hiver (décembre - janvier).

5.4. Matériel végétal

En général, la culture de canne à sucre dure 4 à 8 ans. La multiplication de la canne à sucre se fait

- ✓ Soit **par semis**, mais ce mode de multiplication est réservé aux stations de recherche pour la création de nouveaux hybrides ;
- ✓ Soit **par boutures** : c'est le seul mode de propagation employé en grande culture.

On peut utiliser :

- **Des "boutures de tête"** qui sont les bouts blancs. Les résultats de ceux-ci ne sont pas excellents, mais ils ont une très bonne reprise grâce au grand nombre d'yeux qui s'y trouvent. Ces bouts blancs ne doivent pas être prélevés sur des cannes ayant fléchi. De plus, il faut enlever les feuilles de la base de ces bouts et couper les feuilles du sommet et ne garder que 2 ou 3 nœuds au-dessous de la partie verte ;
- **Des "boutures de corps"** qui sont des portions de cannes vierges âgées de 10 à 12 mois ou de repousses que l'on prélève dans un champ réservé à cet usage (pépinière). On ne prend pas de boutures sur la base des tiges qui ont une croissance plus lente ;
- **Des "rejets"** qui sont de jeunes tiges qui poussent à la base des touffes de canne à sucre et qui servent surtout aux remplacements, lorsqu'ils ont 5 à 6 mois. Ils sont appelés aussi "babas".

Dans tous les cas, on ne garde que les boutures où il ne manque pas d'yeux, 3 à 4 yeux par bouture, qui n'ont pas de blessures, ne présentent pas de trous d'insectes, ni de traces de maladies, qui ont des entre-nœuds de longueur uniforme.

Certaines variétés de canne à sucre ont une teneur en saccharose relativement élevée au début de la saison et sont définies comme des variétés à maturation précoce, tandis que dans d'autres, on parle de maturation tardive.

Les agriculteurs plantent généralement la variété CP 66-346 à côté de d'autres variétés notamment CP 70-321 et L62-96.

Le choix des pépiniéristes se fait par une commission composée de l'ORMVAG, de l'usine, de l'ONSSA et de l'APPSG.

Il faut noter que depuis 2014, le Centre technique de la canne à sucre a repris ses activités dans le cadre de deux conventions. La première est conclue entre l'Office National de la Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires (ONSSA), la Sucrierie Raffinerie de Canne (SURAC) et l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb (ORMVAG) pour une durée de huit ans et qui a pour objet le renforcement des capacités et mesures de contrôle en quarantaine. La deuxième convention rentre dans le cadre de partenariat pour le renforcement de la recherche et du développement sur les cultures sucrières dans le périmètre du Gharb. Cette convention a été établie entre l'ORMVAG, les

Groupes des sucreries SURAC/SUNABEL et l'Association des Producteurs des Plantes Sucrières au Harb (APPSG) pour une durée de cinq ans et qui s'est fixée les objectifs suivants :

- ✚ Produire des boutures certifiées en quantité et en qualité suffisante pour atteindre le programme de plantation de canne prévu dans le cadre du contrat programme (4000 à 5000 ha de plantation/an) ;
- ✚ Sélectionner et développer des variétés de canne à sucre productives, tolérantes au gel et aux maladies. Ce programme est mené dans le cadre d'une collaboration étroite avec des pays canniers étrangers notamment les USA, le Brésil, l'Argentine et l'Île de la Réunion;
- ✚ Réaliser un programme de recherche spécifique aux contraintes posées à la culture de canne à sucre afin d'améliorer la productivité et rendre la culture de la canne à sucre compétitive ;
- ✚ Assurer l'encadrement des agriculteurs par le transfert de technologie et par l'assistance et le conseil agricole.

Il est à signaler que le programme de production des boutures a pour but de remplacer les deux variétés anciennes et moins productives existantes actuellement en grande culture (CP66-346 et L62-96) par 5 nouvelles performantes et précoces (CP75-1322, MORCP86-10, CP79-1658, CP79-1248, CP78-1140). Actuellement ces variétés sont au stade de multiplication au niveau du CTCS et seront mises à la disposition des agriculteurs à partir de 2018.

5.5. Mode de plantation de la canne à sucre

La mise en place des boutures doit être réalisée le plus tôt possible après l'ouverture des sillons. Les boutures sont mises à plat dans le fonds des sillons en fils simples ou même doubles puis recouvertes de 2 à 5 cm de terre fine. Lorsqu'il fait froid, on ne mettra que 2 à 3 cm de terre ; lorsqu'il fait chaud et humide, on les recouvrira de 4 à 5 cm de terre et s'il fait sec, on les recouvrira de 7 à 10 cm de terre (Fellah Trade, Non daté). Les yeux doivent être placés sur le côté et non dessous.

Une bonne levée commence après 10 à 15 jours en bonnes conditions thermiques et hydriques. (ORMVAG, Référentiel technique de la canne à sucre, Marché n°74/2012/DDA).

5.6. Date de plantation de la canne à sucre

La canne à sucre peut être plantée d'août à octobre ou de février à avril. Concernant les différentes dates de plantations on retient ce qui suit :

- ✓ Les plantations de printemps (avril-mai) réussissent le mieux. Le sol ne se dessèche pas rapidement et avec de faibles doses d'irrigation, on réduit le risque de formation d'une croûte de battance. Après la germination et la levée, les conditions sont favorables au tallage. La canne recouvre assez rapidement le sol, ce qui lui permet de vaincre les mauvaises herbes.
- ✓ Les plantations d'été sont généralement moins denses que celles du printemps ; ceci peut être toutefois évité. Etant donné que sous la chaleur estivale la terre se dessèche rapidement et forme une croûte de battance, des irrigations rapprochées à faible dose favorisent une bonne levée.

- ✓ Les plantations d'automne sont souvent problématiques car la végétation reste faible en hiver et les mauvaises herbes peuvent se multiplier rapidement. L'application d'herbicides est donc indispensable. Le tallage n'a lieu qu'au printemps suivant. Il peut cependant être faible si les jeunes pousses sont endommagées par le gel en hiver. Celles-ci sont nettement plus sensibles au gel qu'une canne bien développée.

Notons qu'au niveau du Gharb (Belksiri / Souk Larbâa/Allal Tazi), les agriculteurs plantent la canne à sucre en octobre.

Concernant les erreurs qui peuvent être commises lors de la plantation de la canne à sucre on peut citer :

- ✓ Trop laisser sécher les boutures avant de les planter ;
- ✓ Trop attendre avant d'irriguer ou de pulvériser les herbicides de pré-émergence ;
- ✓ Occasionner des blessures ou des meurtrissures sur les boutures ;
- ✓ Couvrir les boutures avec trop de terres ou avec des mottes dures ;
- ✓ Recouvrir mécaniquement les boutures sans prendre des précautions extrêmes ;
- ✓ Utiliser des engins trop lourds.

5.7. Fertilisation de la canne à sucre

La canne à sucre est une culture à haut rendement qui nécessite une quantité importante de nutriments, puisque les éléments minéraux représentent environ 3% à 5% de sa matière sèche.

La canne à sucre a besoin d'une bonne quantité d'éléments fertilisants. Parmi ces éléments on cite :

✓ L'azote (N)

L'azote est l'élément nutritif le plus complexe à gérer dans la fertilisation de la canne à sucre, étant donné ses nombreuses interactions avec la matière organique du sol et plusieurs voies possibles de perte d'azote dans le système sol-plante.

La minéralisation de la matière organique du sol, la principale source d'azote pour les plantes, dépend non seulement du sol et des caractéristiques de la matière organique, mais aussi du climat, en particulier la pluie et la température, qui sont difficiles à prévoir. Ainsi, l'azote est un des nutriments pour lesquels l'analyse du sol n'est pas prise en compte pour les recommandations d'engrais; cela augmente le degré d'incertitude lors de la détermination des doses d'azote pour la canne à sucre.

En quantité, l'azote est le deuxième nutriment minéral accumulé dans les plantes de canne à sucre après le potassium. La partie aérienne de la plante contient de 0,7 à 1,6 kg d'azote par tonne de tige; la plante entière présente un besoin en azote de 2,1 à 2,4 kg d'azote par tonne de tige (Orlando Filho et al., 1980). Ces chiffres suggèrent que la canne à sucre extrait plus de 200 kg/ha d'azote pour produire 100 t/ha de tiges, dont environ 90 à 110 kg/ha sont exportés lors de la récolte.

D'après les recommandations de l'azote pour la canne à sucre dans le Gharb et Loukkos (Moughli, 2011), et pour un rendement objectif de 100 T/ha (année climatique normale), sont de 180 à 220 kg N/ha, réparties comme suit : (i) Engrais de fond : Apport de 60 à 80 kg N/ha sous forme de sulfate d'ammoniaque ; (ii) Engrais de couverture : les apports d'azote se font en fonction de la cinétique d'absorption de l'azote par la canne à sucre. Ainsi, les apports de couverture d'azote se feront comme suit : (a) 60 à 80 kg N/ha sous forme d'ammonitrate en mars ; (b) 60 à 80 kg N/ha sous forme d'urée en mai.

En général, la récupération de l'azote par les plantes de canne à sucre est faible, de l'ordre de 20 à 40%, comme le montrent la plupart des études réalisées.

L'azote est l'élément qui agit de façon la plus directe sur la masse végétale quand l'approvisionnement en eau est assuré. L'assimilation de l'azote est particulièrement importante pendant les cinq premiers mois de la végétation. Un manque d'azote se manifeste par un jaunissement des feuilles et par un tallage et une croissance réduite. L'azote et l'eau en excès ont un effet dégressif sur la qualité du jus.

✓ Le phosphore (P_2O_5)

Outre son rôle dans les phénomènes de la photosynthèse et de la croissance, l'effet du phosphore est de favoriser le tallage et la formation des racines de la canne.

La plupart des sols marocains sont à l'origine pauvres en phosphore. Ainsi, les réponses de la canne à sucre aux applications de cet élément sont élevées, en particulier dans les cannes de repousse.

Les besoins de la plante varient de 10 à 40 kg /ha de P_2O_5 pour 100 tonnes de canne.

La fertilisation au phosphore est recommandée en fonction de la teneur en phosphore disponible dans le sol.

La forme de présence du phosphore dans le sol
<ul style="list-style-type: none">❖ Le phosphore participe à des réactions physico-chimiques complexes du sol ;❖ Il est fortement retenu par les oxydes de fer et d'aluminium dans les sols acides et précipite sous forme de phosphate de calcium dans les sols alcalins ;❖ Par conséquent, la concentration de phosphore dans les solutions de sol est généralement très faible (Cantarella and Rossetto, 2014).

L'efficacité de la fertilisation phosphatée est généralement faible en ce sens qu'en général, 10% à 30% seulement du phosphore appliqué est absorbé par les plantes pendant leur cycle de croissance; le phosphore restant est immobilisé dans le sol, dont une partie peut être utilisée dans les cycles suivants.

La carence en phosphore reflète directement le rendement de la tige, la qualité technologique et la longévité de la plantation de canne à sucre.

✓ Le potassium (K₂O)

Les rôles et les fonctions du potassium sont indiqués dans l'encadré ci-dessous:

Les multiples rôles et les fonctions du potassium
<ul style="list-style-type: none">❖ Essentiel pour la croissance des plantes et pour la photosynthèse ;❖ Aide à la constitution de parois cellulaires résistantes ;❖ Régule l'ouverture et la fermeture des stomates ;❖ Il favorise la circulation de la sève dans la plante ;❖ Aide la plante à utiliser d'autres nutriments et de l'eau plus efficacement ;❖ Maintient la turgescence et réduit la perte d'eau et le flétrissement ;❖ Synthèse et translocation du saccharose des feuilles aux tissus de stockage. Dans la canne à sucre bien fertilisée avec un niveau de nutrition en K adéquat, la translocation des sucres des feuilles aux tissus de stockage se déroule à la vitesse de 2,5 cm / minute. Ce taux de translocation est réduit à moins de la moitié de la valeur chaque fois il y a une insuffisance dans la nutrition en K.❖ Favorise le développement des racines ;❖ Régule au moins 60 enzymes impliquées dans la croissance des plantes ;❖ L'application de potassium augmente le rendement de tige usable, le % de sucre de canne et le jus Brix (%) ;❖ Construit la cellulose et réduit le phénomène de verse ;❖ Aide à la protection de la culture contre les maladies.

Gestion de la fertilisation potassique
<ul style="list-style-type: none">❖ La gestion de la fertilisation potassique est relativement facile par rapport à l'azote et au phosphore, car le potassium interagit moins avec les composants minéraux et organiques du sol.❖ La teneur en potassium échangeable dans le sol est un bon indicateur des besoins en potassium et peut être utilisée comme paramètre pour les besoins en engrais avec le rendement attendu, qui est pertinent pour les nutriments qui s'accumulent de manière significative dans les plantes (RAIJ, 1974; RAIJ et al., 1997, KORNDÖRFER et al., 1999, ROSSETTO et al., 2004, 2008c).

La fertilisation potassique doit se baser sur une analyse de sol fiable et sur un projet cohérent fixant des objectifs de rendements.

Le potassium est habituellement appliqué une fois dans le sillon de la plante ou peu après la récolte pour les cannes de repousse.

La forme d'apport de potassium
<ul style="list-style-type: none">❖ Le chlorure de potassium est la source de potassium la plus couramment utilisée dans la canne à sucre (Cantarella and Rossetto, 2014);❖ Son coût est inférieur à celui des autres engrais potassiques ;❖ Il est soluble dans l'eau et il est facilement disponible pour les plantes.

Cependant, des pertes par lessivage peuvent se produire dans les sols sablonneux à faible CEC, en particulier pour la canne de repousse, en raison de la croissance initiale lente de la culture. La fertilisation potassique peut être fractionnée dans de telles conditions.

Les quantités d’engrais à apporter après plusieurs expérimentations et analyses du sol sont les suivantes (Abbad, 2013):

Tableau 21: Quantités d’engrais à apporter à la canne à sucre

Type d’engrais	Quantité (Qx/ha)	Fractionnement
Azote (Ammonitrate 33% ou urée 46%)	4	2 à 3 apports
Phosphore (DAP 18-46-0)	3 quintaux à la plantation et 4 quintaux comme engrais de repousse	
Potasse	0	

Signalons que les sols Dehs et argileux du Gharb sont réputés être riche en potasse et ce après plusieurs analyses du sol. Ainsi, les engrais destinés à la fertilisation de la canne à sucre ne contiennent pas de potasse.

La consommation de luxe en potassium, absorption des nutriments au-delà de la quantité nécessaire pour la fonction de la plante, peut se produire dans les sols fertiles ou ceux fertilisés avec de fortes doses de potassium. Une absorption excessive de K peut réduire la récupération de saccharose pendant la phase d’extraction.

Concernant les doses d’engrais apportées par les agriculteurs, elles sont les suivantes:

Tableau 22: Fertilisation de la canne à sucre au niveau du Gharb

Région	Zone	Type d’engrais utilisés	Dose (Qx/ha)	Moment d’apport
Rabat-Salé/Kénitra	Souk Larbâa-Allal Tazi	DAP	4	Labour
		Ammonitrate	4	50% en mai et 50% en juin
	Belksiri	DAP	3	Labour
		Ammonitrate	2	50% en mai et 50% en juin

Source: Diagnostic participatif (NOVEC, 2016)

Pour la canne de repousse, après la récolte de la canne vierge qui peut commencer en janvier/février ou en mars si l’année est pluvieuse, on se débarrasse des feuilles de canne :

- ❖ En les emballant à l’aide des botteleuses pour l’alimentation du bétail notamment en années de sécheresses ;
- ❖ En les incinérant (méthode déconseillée car elle détruit les éléments minéraux et pollue l’air) ;
- ❖ Enfouissement après broyage. Cette méthode est en cours, l’ORMVAG et l’APPSG ont effectué des visites dans des pays canniers tels que le Brésil et l’Australie pour développer cette méthode.

Ensuite, on travaille le sol entre les lignes avec du Chisel généralement pour se débarrasser des mauvaises herbes et pour aérer le sol. Après, on effectue un binage intra-lignes, épandage d'engrais (18-46-0 à raison de 4 qx/ha), buttage et on irrigue immédiatement¹³.

Pour la fumure d'entretien, on utilise l'ammonitrate (3 à 3,5 qx/ha) en deux apports : 50% en avril et 50% avant le 15 mai.

Importance du recyclage des nutriments

- ❖ Le recyclage des nutriments, courant dans certains pays producteurs de la canne à sucre, est également important pour l'utilisation rationnelle des engrais;
- ❖ Les résidus solides et liquides, tels que la pulpe de filtration, les cendres, les déchets, et en particulier la vinasse, doivent être retournés dans les champs.

✓ Association des légumineuses comme cultures intercalaires avec la canne à sucre

Jusqu'à ces dernières années, la culture de la canne à sucre était cultivée en monoculture. Mais la croissance rapide de la population, l'insuffisance de la nourriture, la possibilité limitée d'étendre la culture à de nouvelles zones, les besoins diversifiés des petits agriculteurs pour la nourriture et l'argent, etc. ont forcé l'adoption de systèmes de culture intercalaire.

Une grande partie de l'espace entre deux rangées de canne à sucre reste inutilisée pendant une période initiale de 100 à 120 jours, en raison de la croissance lente de la culture. La culture compagnon offre une opportunité pour une utilisation rentable de l'espace, lumière, eau et éléments minéraux disponibles.

La culture intercalaire est la pratique agricole qui consiste à cultiver deux ou plusieurs cultures dans le même espace en même temps. C'est une technologie bien développée et étudiée sur de nombreuses cultures, y compris la canne à sucre. Cette pratique est souvent associée à l'agriculture durable et à l'agriculture biologique.

En culture intercalaire, il y a une culture principale qui est la canne à sucre et d'autres cultures à court terme comme les légumineuses. La culture principale est prise en compte pour des raisons économiques ou de production alimentaire.

La culture intercalaire dans les plantations de canne à sucre réduit considérablement les frais généraux encourus par les cultivateurs de canne à sucre, car cette technique absorbe une partie des coûts qui, autrement, ne seraient assujettis qu'à la canne à sucre. L'introduction de la culture intercalaire n'aura aucun effet négatif sur les rendements de la canne à sucre. Il est recommandé

¹³ On irrigue tous les 15 j pour le gravitaire, toutes les semaines pour l'aspersion. Pour le goutte à goutte le pilotage des irrigations se fait par l'ORMVAG.

d'utiliser les légumineuses parce qu'elles aident à améliorer la nutrition du sol grâce à la fixation de l'azote.

Les agriculteurs qui utilisent actuellement le système de culture intercalaire dans plusieurs pays bénéficient d'une augmentation des revenus de leurs exploitations. Les légumineuses sont en effet fortement recommandées comme plantes intercalaires car elles contribuent à améliorer la nutrition du sol grâce à la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Certaines des légumineuses recommandées pour la culture intercalaire sont le pois, l'arachide, le haricot, etc.

Les caractéristiques des cultures d'accompagnement adaptées à la culture de canne à sucre	
<p>Les cultures d'accompagnement adaptées à la culture de canne à sucre devraient avoir les caractéristiques suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ La durée de la culture intercalaire devrait être inférieure à 4 mois pour éviter ou minimiser la concurrence avec la canne à sucre ;✓ La culture intercalaire ne doit pas être compétitive avec la culture principale en ce qui concerne le rayonnement solaire, l'air, l'eau et les éléments nutritifs ;✓ L'habitude de croissance des cultures intercalaires doit être de type érigé et avoir un système racinaire différent à celui de la canne à sucre ;	 <ul style="list-style-type: none">✓ Les cultures intercalaires ne devraient pas abriter d'insectes et de maladies susceptibles d'affecter négativement la canne à sucre.

✓ **Les besoins en oligoéléments**

L'extraction de micronutriments par la canne à sucre est relativement faible, malgré le volume important de matériel végétal produit.

La partie aérienne de la culture contient environ 50 g de molybdène, 500 g de bore, de cuivre ou de zinc, de 1 000 à 4 000 g de manganèse et de 4 000 et 10 000 g de fer (Orlando Filho, 1983, Franco et al., 2008c, Moura Filho et al., 2008) pour produire 100 t de tiges (Cantarella and Rossetto, 2014).

✓ Les carences en éléments fertilisants chez la canne à sucre

Elément	Photo	Symptômes
Azote		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sénescence des vieilles feuilles. ❖ Les lames de la feuille deviennent vertes à jaunes. ❖ Les tiges courtes et minces. ❖ Les extrémités et les bords des feuilles plus âgées deviennent nécrosés.
Phosphore		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Décoloration rouge et pourpre des extrémités et des marges, feuilles minces. ❖ Tiges courtes et fines. Tallage faible ou absent. ❖ Prise en charge: pulvérisation foliaire de DAP 2% deux fois par quinzaine.
Potassium		<ul style="list-style-type: none"> ❖ La faible teneur en potassium disponible dans le sol peut entraîner une levée erratique des boutures de canne à sucre. ❖ Une carence à long terme affecte la croissance, ce qui entraîne un aspect fané.
Cuivre		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Les symptômes apparaissent dans les jeunes feuilles; ❖ Des taches vertes avec des feuilles de petite taille qui finissent par blanchir. ❖ La tige et les méristèmes manquent de turgescence. ❖ Réduction de la longueur inter-nodale et du tallage.
Zinc		<ul style="list-style-type: none"> ❖ La carence en zinc est d'abord évidente sur les jeunes feuilles. ❖ Le tallage réduit et les entre-nœuds plus courts. Le symptôme de carence peut être reconnu par la croissance rabougri. ❖ La nervure médiane et la marge des feuilles restent vertes et jaunissement du limbe des feuilles. ❖ Gestion: Application au sol de 30 kg de sulfate de zinc / ha avant le dernier labour.

<p>Soufre</p>		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Les plantes ont un aspect de couleur jaune ou vert-jaunâtre comme la carence en N. ❖ Les feuilles les plus jeunes sont plus chlorotiques. Les tiges sont courtes et la surface des feuilles est réduite. ❖ Pulvérisation foliaire de K_2SO_4 1% deux fois à intervalle de quinze jours
<p>Fer</p>		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Il est conseillé de faire une pulvérisation foliaire de 1% de sulfate ferreux avec 1% d'urée à 15 jours d'intervalle jusqu'à disparition des symptômes de carence. ❖ Différents degrés de chlorose. Chlorose inter veineuse de la pointe à la base des feuilles. ❖ Gestion: Application au sol de 20 kg/ha de $FeSO_4$ ou pulvérisation foliaire de $FeSO_4$ 0,5% à 90, 105 et 120 jours après la plantation.

5.8. Irrigation de la canne à sucre

Afin d'optimiser la production de canne à sucre, il est impératif de gérer efficacement les ressources en eau.

5.8.1. Irrigation après plantation de la canne à sucre

Après plantation il faut procéder par une irrigation légère de la canne à sucre afin d'avoir une humidité du sol convenable à la régénération des boutures (Humidité volumétrique entre 25 et 30%).

Pour la canne à sucre conduite en irrigation localisée, les parcelles sont généralement équipées avec des rampes ou des gaines espacées de 150 cm, avec 25 à 40 cm entre goutteurs (goutteur de 2 litres/heure). Ce qui fait une pluviométrie horaire de 3,3 à 5,3 mm/heure. La première irrigation pour humecter 40 cm de part et d'autre du sillon de plantation consomme beaucoup d'eau : 10 heures (33 à 53 mm) pour assurer la régénération et la levée des plantules. Les autres irrigations qui viennent après ne servent qu'à compenser les pertes par évaporation du sol et la transpiration de la culture. (ORMVAG, Référentiel technique de la canne à sucre, Marché n°74/2012/DDA).

5.8.2 Irrigation après levée de la canne à sucre

Les besoins en eau de la canne à sucre peuvent atteindre $15.000\text{ m}^3/\text{ha}$. Cette quantité doit être répartie tout au long de la période sèche qui connaît une absence des précipitations entre mai et octobre. C'est une période qui se caractérise par une température adéquate à la croissance de la canne avant la période de maturation. Donc en cas d'utilisation d'une irrigation gravitaire ou d'une

irrigation par aspersion, la répartition de l'eau doit être régulière et suffisante mais sans excès pour ne pas provoquer une asphyxie racinaire.

Il faut noter que la canne à sucre a besoin de :

- ❖ **Maintenir une humidité adéquate pendant 3 semaines** pour l'établissement correct des plantules à partir des boutures ;
- ❖ **Des irrigations légères au cours du tallage** : c'est-à-dire entre mars et mai. A ce moment, nous avons en année normale une humidité élevée du sol qui résulte du stock des précipitations dans le sol. La quantité préconisée est de 30 à 40 mm tous les 15 à 20 jours ;
- ❖ **Des irrigations satisfaisantes en période de croissance rapide** : c'est-à-dire entre juin à septembre/octobre au plus tard. Cette période coïncide avec l'été et les tiges de la canne à sucre arrivent à leur longueur maximale. La quantité d'eau à apporter est de 60 à 80 mm tous les 7 à 10 jours.

En hiver, la croissance de la canne à sucre est quasi nulle à cause des faibles températures. En ce moment on assiste à une augmentation progressive de la fabrication du sucre qui migre des feuilles vers les tiges où il est emmagasiné.

En présence donc des pluies on n'a pas besoin d'irriguer. Aussi, parmi les conditions de maturation de la canne c'est des conditions sèches avec des températures modérés. Il est recommandé Ainsi d'arrêter les irrigations 25 à 30 jours avant récolte.

Afin d'améliorer les conditions d'irrigation et pour profiter des nouvelles techniques, les différents études qui ont été menée au centre techniques de la canne à sucre sur l'irrigation au goutte à goutte ont montré que la quantité d'eau à utiliser varie entre 6.000 et 7.000m³/ha soit une économie d'environ 50% voire plus en comparaison avec les autres modes d'irrigation qui nécessitent de 10.000 à 15.000 m³/ha. Ajouté à cela l'amélioration de la qualité de la canne produite et l'augmentation du rendement.

Il est à signaler que les besoins en eau de la culture sont définis comme étant la quantité d'eau nécessaire pour satisfaire l'évapotranspiration maximale (ETM ou ETc) pour une culture saine, dans des conditions d'alimentation en eau non limitantes. Ces besoins sont soit mesurés directement en station expérimentale, soit calculés en multipliant l'évapotranspiration de référence par le coefficient cultural (Kc) :

$$\text{ETM ou ETc (mm/mois)} = \text{Kc} \times \text{ETo}$$

En irrigation localisée de la canne à sucre dans le Gharb, les besoins en eau d'irrigation de la canne à sucre peuvent varier de 600 mm à 800 mm par cycle. Ils sont en moyenne de 730 mm. Pour satisfaire les besoins en eau d'irrigation, il faudra gérer la réserve en eau du sol et compenser les pertes par évapotranspiration. Connaissant les apports par heure (3,3 à 5,3 mm/heure pour des écartements entre gouteurs de 25 à 40 cm et un débit du gouteur de 2 litres/heure) et la demande climatique (environ 2 mm/jour en décembre et 7 mm/jour en juillet), on calcule la durée de l'irrigation pour compenser les pertes. Si on irrigue deux fois par semaine en juillet : 7 jours x 7 mm = 49 mm ; avec un coefficient d'efficience de 0,9, cela fait une dose totale de 54 mm. Ce qui fait des apports journaliers

respectivement, d'environ 1,4 et 2,3 mm/ heure ou bien deux irrigation par semaine de 5 et 8 heures chacune.

Pour le goutte à goutte, les besoins seraient de l'ordre de 6.000 à 7.000 m³/an. Les apports doivent être modulés selon les saisons. Au printemps, les apports doivent être en moyenne de 2 mm/jour alors qu'en été ils peuvent atteindre 7 à 8 mm par jour. L'irrigation doit se faire au moins deux fois par semaine pendant cette période où les températures et l'évapotranspiration sont fortes. En hiver, il n'y a pas besoin d'irriguer car la croissance est quasi nulle à cause des faibles températures. (ORMVAG, Référentiel technique de la canne à sucre, Marché n°74/2012/DDA).



Figure 42: Irrigation de la canne à sucre au Goutte à goutte

5.8.3. Les effets négatifs d'une irrigation lourde de la canne à sucre

Pour la canne à sucre, les effets négatifs d'une irrigation lourde se caractérise par :

- ✓ La plante ne peut pas absorber les éléments du sol et devient jaunâtre ;
- ✓ La mortalité des bourgeons ;
- ✓ Les dommages aux racines ;
- ✓ La diminution de la teneur en sucre ;
- ✓ La diminution de rendement de canne



Figure 43: Excès d'eau dans une plantation de canne à sucre

5.8.4. Les effets néfastes d'un stress hydrique

Le stress hydrique affecte tous les aspects de la croissance des plantes, et les pertes de rendement. même avec une sécheresse temporaire on peut avoir des pertes substantielles de rendement des cultures.

Le manque d'eau réduit le rendement de la culture, indépendamment des stades de croissance auxquels il se produit. Ainsi, tout degré de déséquilibre de l'eau peut avoir des effets négatifs sur ses potentiels de croissance.

Avec l'augmentation du stress hydrique au niveau du sol, la hauteur de la plante, le poids sec et le rendement par plante diminuent. Le stress hydrique retarde l'expansion des feuilles et réduit ainsi la surface des feuilles.

5.9. Lutte contre les mauvaises herbes de la canne à sucre

La concurrence des adventices entraîne des pertes de rendement et de qualité de la canne, surtout en cas d'une forte infestation. D'ailleurs, les pertes peuvent être considérables quand les adventices ne sont pas contrôlés dans les premiers mois après la plantation et la levée de la canne vierge. Un désherbage correct améliore les rendements, la qualité et la rentabilité de la culture.

Les dix espèces les plus abondantes dans les plantations de canne au Gharb sont: le chiendent pied de poule (*Cynodon dactylon*), l'ivraie raide (*Lolium rigidum*), l'aster écaillé (*Symphotrichum squamatum*), le lisier des champs (*Convolvulus arvensis*), la salicaire (*Lythrum junceum*), la patience-violon (*Rumex pulcher*), le laitron maraîcher (*Sonchus oleraceus*), la menthe pouliot (*Mentha pulegium*), la chicorée (*Cichorium intybus*) et la renoncule (*Ranunculus trilobus*).

Ci-après quelques mauvaises herbes monocotylédones et dicotylédones que l'on peut rencontrer dans des champs de canne à sucre (TANJI, 2014) :



Figure 44: Quelques mauvaises herbes qui nuisent à la canne à sucre au Maroc

La gestion des adventices nécessite l'emploi de la lutte intégrée basée sur la combinaison du désherbage chimique et des opérations de binage.

On peut lutter contre les adventices de la canne à sucre en ayant recours à diverses méthodes :

5.9.1. Lutte chimique par utilisation des produits de prélevée

Les herbicides dans ce cas doivent être appliqués sur des sols bien travaillés, suffisamment humides, sans débris végétaux, et en post-plantation mais avant la levée de la canne à sucre et des adventices.

Les résultats des recherches ont montré que les produits seuls ou les mélanges de produits deux à deux (moitié de la dose du premier produit + moitié de la dose du deuxième produit) bloquent la germination et la levée des adventices graminées et dicotylédones annuelles pendant plusieurs mois quand ils sont bien appliqués dans de bonnes conditions d'humidité de sol.

Tous ces traitements de prélevée ne contrôlent pas les adventices vivaces comme le chiendent pied de poule (*Cynodon dactylon*), le souchet rond (*Cyperus rotundus*), les liserons (*Convolvulus arvensis* et *Convolvulus althaeoides*), l'oxalide pied de chèvre (*Oxalis pes-caprae*), la morelle (*Solanum elaeagnifolium*), la réglisse (*Glycyrrhiza foetida*), la psoralée (*Cullen americanum*), le roseau (*Phragmites australis*), etc...

Le réglage du pulvérisateur est indispensable avant de commencer les traitements. Il ne faut pas oublier que l'application des herbicides de prélevée nécessite un matériel de traitement bien réglé. Une irrigation ou de la pluie après les traitements pourrait améliorer l'efficacité des traitements herbicides. (TANJI, 2014).

5.9.2. Lutte chimique par utilisation des herbicides de post-levée

Ces herbicides sont utilisés pour lutter contre les dicotylédones et les vivaces herbacées comme les liserons et la menthe pouliot.

5.9.3. Binage mécanique entre les lignes

La bineuse à tracteur ayant 6 dents est utilisée par les producteurs de canne à sucre (3 dents par interligne, 40 cm entre les dents, 1,20 m entre les lots de 3 dents). L'objectif est de travailler entre les lignes pour détruire les adventices et aérer le sol. Pour être efficace, le binage mécanique doit intervenir sur les adventices lorsque le sol est sec et par temps ensoleillé. Le binage mécanique est vivement recommandé pour pallier les carences en main d'œuvre.

5.9.4. Sarclage manuel avec la houe

Le sarclage à la houe vise la destruction des adventices sur les rangs et entre les rangs, essentiellement après les opérations de désherbage chimique et de binage mécanique. Cette opération nécessite de la main d'œuvre.

Certains producteurs font la collecte des adventices quand celles-ci sont abondantes et bien développées. Les plantes arrachées (parfois gratuitement par les voisins) sont collectées et utilisées dans l'alimentation du cheptel.

5.9.5. Paillage

Le paillage du sol avec le feuillage de la canne offre une bonne protection contre la germination et la levée des adventices. Dans certains cas, le paillage peut éviter l'emploi des herbicides. Pour être efficace, le paillage ne doit laisser aucun espace libre. La récolteuse de canne présente l'avantage de rejeter automatiquement la paille hachée et de la disperser de façon homogène sur la parcelle. Sinon, la paille de canne doit être dispersée à la main pour constituer un matelas ou un «mulch» de protection.

Intérêt du mulch ou paillage	
<ul style="list-style-type: none">❖ Appliquer le paillis sur les billons, entre les rangs de canne à sucre, uniformément avec des déchets de canne à une épaisseur de 10 cm dans une semaine après la plantation ;❖ Cette pratique aide à surmonter la sécheresse, à conserver l'humidité, et à réduire la population de mauvaises herbes ;❖ Appliquer le paillis avec des déchets après 21 jours de plantation dans des conditions de sol lourd et humide.❖ Il est conseillé d'éviter le paillage des déchets dans les zones où l'incidence des termites est remarquée.	

5.9.6. Pâturage des parcelles de canne à sucre

Certains agriculteurs lâchent les ovins dans les parcelles de canne à sucre. Ainsi, les animaux pâturent les adventices sans endommager ou consommer la canne. Certaines adventices ne sont pas consommées par les animaux, en particulier le cure dents (*Ammi visnaga*).

Quelques procédés de lutte contre les mauvaises herbes (Source TANJI, 2014).	
	
Binage mécanique de la canne à sucre	Plantation de canne à sucre après le binage mécanique
	
Binage à la sape dans une jeune plantation de canne	Collecte d'adventices dans une jeune plantation de canne

Il faut noter que la mauvaise herbe la plus dangereuse au niveau la région du Gharb est le chiendent. Pour pallier ce problème, les agriculteurs font des binages répétés en début du cycle de croissance (mars, avril et mai) ce qui permet à la canne à sucre de prendre une avance sur cette mauvaise herbe.

5.9.7. Listes des herbicides à utiliser pour lutter contre les adventices de la canne à sucre

Le tableau suivant montre les différents produits homologués par l'ONSSA et qui peuvent être utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes en champs de canne à sucre :

Nature des adventices	Matières actives utilisées	Noms des produits commerciaux
Adventices graminées	Mesotrione- S-métolachlore- Terbutylazine	LUMAX 537,5 SE
Adventices dicotylédones	Oxyfluorène , Mesotrione- S-métolachlore- Terbutylazine	GOAL 480 SC, LUMAX 537,5 SE
Adventices dicotylédones et graminées annuelles	Oxyfluorène, Dicamba, Topramezone, Amicarbazone	BATAL 4 SC, CLIO STAR, GOLAZO 4 SC, PEGASUS ¹⁴ , STELLAR STAR

5.10. Maladies de la canne à sucre

NADIF et al. (2012) indiquent que la maladie du charbon a failli décimer complètement la culture en 1993 suite à sa propagation rapide sur de larges superficies cultivées en géotypes sensibles .Aussi, la maladie dite syndrome de la feuille jaune détectée en 1999 au niveau de la quarantaine et en grande culture a bloqué les importations pendant plus de 10 ans infligeant au pays un grand retard dans le progrès génétique.

✓ Le charbon de la canne à sucre

Le charbon de la canne à sucre est la maladie la plus importante au niveau de la région du Gharb.

La maladie peut affecter le rendement quantitativement par la réduction du nombre de tiges usinées et qualitativement par la réduction de la richesse en sucre, de la pureté du jus et une augmentation des sucres réducteurs.

Le charbon de la canne à sucre (www.apsnet.org)	
<p>Parmi les principaux symptômes de cette maladie due au champignon <i>Ustilago scitaminea</i>, on peut citer :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ La formation de fouets sommitaux noirs, libérant des spores ; ❖ Les tiges infectées sont fines ; ❖ Sur-tallage ; ❖ Nanisme. 	

Sur le plan morphologique, c'est la mort des bourgeons terminaux mettant fin à la dominance apicale, et donnant lieu à une possible émission de bourgeons axillaires. C'est aussi le dessèchement et la dégénérescence généralisée des feuilles.

Sur le plan physiologique, le processus photosynthétique est sévèrement altéré engendrant un arrêt de fabrication de sucre.

¹⁴ Herbicide de prélevée de la culture utilisé Contre les adventices dicotylédones annuelles.

Sur le plan technologique, ceci se traduit par une inversion du saccharose en fructose et glucose, une difficulté plus grande dans le mécanisme d'extraction induisant automatiquement des pertes dans le rendement en sucre et une prolifération des levures dans le jus causant des fermentations alcooliques sous forme d'éthanol.

Le principal agent de dispersion des spores est le vent, mais la maladie se propage également par l'intermédiaire de boutures infectées et par la terre.

Signalons qu'au Maroc, la maladie est d'introduction relativement récente. Elle a été observée pour la première fois en juin 1993. En effet, des talles des variétés L72-85, CP65-357 et L62-96 étaient les premières à être infectées. Ces variétés occupaient à l'époque environ 89,5% de la superficie sous canne au Gharb. La variété L72-85 est très sensible à la maladie et à une moindre intensité la CP65-357 et la L62-96. Les deux premières variétés ne sont plus conseillées pour la plantation.

Il faut noter qu'il n'existe pas de produit chimique homologué pour lutter contre cette maladie. Ainsi, La sélection de cultivars résistants est le meilleur moyen de lutte contre la maladie, mais l'emploi des boutures exemptes de la maladie est aussi important. Dans les exploitations à plus petite échelle, des traitements utilisant de l'eau chaude et l'élimination des plantes infectées peuvent être efficaces.

✓ **Maladie de la feuille jaune de la canne à sucre**

Le virus de la feuille jaune de la canne à sucre (SCYLV) est l'un des virus les plus répandus dans le monde. Le syndrome a été identifié au Maroc en 1998 (Nadif et *al.*, 1998). Le virus de la feuille jaune ou SCYLV (Sugarcane Yellow Leaf Virus), est responsable du syndrome de la feuille jaune ou YLS (Yellow Leaf Syndrom).

Le virus a été responsable de pertes économiques drastiques dans la plupart des régions productrices de canne à sucre et reste une préoccupation majeure pour les sélectionneurs de canne à sucre. Ces feuilles symptomatiques sont généralement caractérisées par une augmentation de la respiration, une photosynthèse réduite, une modification du rapport de l'hexose au saccharose et une augmentation de la teneur en amidon.

NADIF et *al.* (2006) précisent que pour éviter l'importation de boutures de nouvelles variétés infectées, un système de quarantaine a été instauré. Jusqu'en 1999, les importations marocaines provenaient pour la plupart de la station américaine de Canal Point (CP) en Floride qui livrait ses variétés à titre gracieux. Les importations ont été suspendues suite à la détection du SCYLV.

Le syndrome de la feuille jaune

L'infection par SCYLV entraîne un jaunissement intense de la nervure médiane, qui s'étend jusqu'au limbe de la feuille, suivie d'une nécrose tissulaire de la pointe de la feuille vers la base de celle-ci.



Des analyses sérologiques effectuées au niveau de la quarantaine sous l'autorité de la Direction de la Protection des Végétaux (DPVCTRF) sur 44 variétés originaires de divers pays ont montré qu'elles étaient contaminées par le SCYLV et on a procédé à leur destruction. Elles étaient importées soit pour leur productivité telles que les variétés américaines (variétés CP), soit pour leur résistance telles que les variétés argentines (variété TUC, Trade Union Congress), ou encore pour leur précocité et leurs performances technologiques telles que les variétés taiwanaises (variété "ROC").

✓ **Maladie de la mosaïque (SMV, Souche : SMV - D)**

La maladie est transmise par divers insectes, dont le plus répandue est *Rhopalosiphum maidis*. Cet insecte est un hôte normal sur le sorgho et le maïs (SI HAMMOU, 2004).

Tout un nombre de graminées adventices peuvent héberger le virus, mais la transmission de canne à sucre à canne à sucre est considérée comme la plus fréquente (Fischer et Lockart, 1973)

La canne à sucre est restée pendant plus de deux décennies immunisée de toute attaque de maladies graves, à l'exception de la maladie de la mosaïque (SCMV) qui est apparue au début des années 70 au Gharb sur la variété N.co.310. Avec l'élimination de cette variété, le virus n'a plus été observé dans les champs (SI HAMMOU, 2004).

Symptômes de la maladie de la mosaïque sur gaines de feuilles (Source: www.iloveturf.com).

- ❖ Les touffes attaquées se reconnaissent d'habitude par leur croissance inhibée ;
- ❖ Les feuilles exprimaient une chlorose générale, dans laquelle se rencontrait un dessin irrégulier de stries courtes vert-foncé.



5.11. Ravageurs de la canne à sucre

✓ La sésamie

Le seul ravageur qui a été signalé au Gharb est la sésamie (*Sesamia nonagrioides*). Les larves de ce papillon qui creusent des galeries dans les tiges mais la présence du maïs dans une plantation de canne assure par suite de la grande attractivité de cette plante, une certaine protection de la canne. Il semblerait que le semis de quelques lignées de maïs en bordure attirerait une partie importante de la population.

Il faut signaler que les dégâts de la sésamie sont très minimes au niveau du Gharb et qu'il n'existe pas d'insecticides homologués pour lutter contre ce ravageur.



Figure 45: A gauche larve et à droite l'adulte de la sésamie

5.12. Effet du Gel sur la canne à sucre

Le gel reste l'ennemi le plus redoutable de la canne à sucre.

Sur le plan morphologique, c'est la mort des bourgeons terminaux mettant fin à la dominance apicale, et donnant lieu à une possible émission de bourgeons axillaires. C'est aussi le dessèchement et la dégénérescence généralisée des feuilles.

Sur le plan physiologique, le processus photosynthétique est sévèrement altéré engendrant un arrêt de fabrication de sucre.

Sur le plan technologique, ceci se traduit par une inversion du saccharose en fructose et glucose, une difficulté plus grande dans le mécanisme d'extraction induisant automatiquement des pertes dans le rendement en sucre et une prolifération des levures dans le jus causant des fermentations alcooliques sous forme d'éthanol.

Il faut distinguer entre les types de gel suivants :

✓ **Gel d'intensité faible**

Quand les températures sont comprises entre 0°C et -2°C et ne dure que quelques heures, on peut assister seulement à une perte de couleur sous forme de bandes ou de stries sur les feuilles. Dans ce cas, il est rare d'avoir un changement significatif de la qualité technologique.

✓ **Gel plus intense**

Lorsque les températures oscillent entre -2,2°C et -3,9°C pendant quelques heures, cela causerait un brunissement intense des feuilles et la mort du bourgeon terminal. A ce niveau de sévérité, il n'y a pas normalement de dommages sur les tiges ni de détérioration notable.

Il y a surtout suppression de la dominance apicale, la mort des feuilles et une stabilisation du niveau de la richesse jusqu'à ce que de nouvelles feuilles soient formées. Dans ce cas on parle de gel léger.

✓ **Gel modéré**

On parle de gel modéré quand les températures varient entre -3,9°C et -4,4°C. La réaction est variable selon les variétés. Quelques bourgeons latéraux meurent ainsi qu'une partie du tissu végétal (surtout au niveau des entre-nœuds supérieurs). Un changement dans la qualité du jus deviendra apparent une à deux semaines après le gel.

✓ **Gel fort**

Quand les températures oscillent entre -4,4°C et -5,5°C, le gel est qualifié dans ce cas de fort ou plus sévère. Il peut provoquer en quelques heures un brunissement total des feuilles et un gel partiel ou total des tiges. Le bourgeon terminal et presque la quasi-totalité des bourgeons latéraux seront abîmés, des fissurations seront visibles sur les tiges et la détérioration de la qualité devient évidente après quelques jours.

Il faut signaler qu'un gel très faible de -1,1 par exemple qui dure 48h causerait les mêmes dégâts qu'un gel de -5,5°C de courte durée. Les pertes seront assez lourdes du fait que les cannes complètement gelées ne sont plus recevables pour le traitement.

On rappelle que la dernière fois que la canne à sucre a été assujettie au gel c'était en 2005 où les températures ont descendu jusqu'à -6°C. Ceci avait engendré les plus faibles niveaux de production aussi bien en rendement à l'hectare (57t/ha par rapport à une moyenne de 66t/ha pour les autres années) qu'en SRT (sucre récupérable théoriquement) qui était en moyenne de 9,4% c'est-à-dire deux points de moins par rapport à un SRT moyen qui est aux alentours des 11%.

Concernant l'aspect microbiologique de l'effet du gel, on signale que sous l'action d'un froid intense largement au dessous de 0°C, les cellules végétales de la canne à sucre deviennent assez vulnérables aux attaques parasitaires des organismes de faiblesse omniprésents dans les champs de canne.



Figure 46: Dagât de gel sur la canne à sucre

5.13. Récolte de la canne à sucre

La récolte de la canne à sucre se prolonge sur plusieurs mois, la rentabilité de sa culture, dépend aussi du climat, du terrain, de l'irrigation, de la variété et du degré de lutte contre les maladies et les parasites.

Il faut récolter les cannes lorsque leur teneur en saccharose est maximale. On peut se baser sur l'allure des cannes (apparition de l'inflorescence, jaunissement de feuilles, gonflement des yeux,...) mais le moyen le plus sûr est d'utiliser le réfractomètre de poche en lisant directement la teneur en sucre après prélèvement d'une goutte de jus sur les cannes. Cette teneur est de l'ordre de 12,5% du poids de la canne.

Les cannes sont coupées au ras des souches, sans couper les rejetons, avec des machettes et on les gratte ensuite pour supprimer les feuilles, les rejets et les racines adventives. On coupe également les bouts blancs. Si la canne est trop longue on la coupe en deux. Les cannes ainsi préparées sont

mises en paquets et portées à dos d'homme jusqu'aux routes entourant chaque parcelle de plantation, où elles seront expédiées sur l'usine de traitement. On peut également mettre en andains les cannes coupées et les ramasser mécaniquement. Les délais entre coupe et broyage ne doivent pas dépasser 24 heures si la canne est " brûlée " et 48 heures si elle est coupée en " paille ".

Les cannes sont souvent, coupées puis ramassées par des moyens mécaniques (tronçonneuses-chargeuses, chargeuses à grappins). Comme elles se détériorent très vite, camions et tracteurs les conduisent sans délai à l'usine.

La récolte s'effectue au moment où la concentration en sucre est optimale. Ce moment intervient entre janvier/février et juillet soit environ 12 à 14 mois pour une canne vierge après plantation et de 14 à 18 mois pour une canne de repousse.

Pour le Gharb, la récolte mécanique s'opère pour 10% environ de la superficie. Les agriculteurs préfèrent la récolte manuelle car selon eux, elle donne une bonne reprise comparativement à la récolte mécanique.

Le transport est organisé par l'usine compte-tenu de sa capacité de traitement limitée. Une fois coupées, les tiges doivent être apportées à l'usine dans les deux jours, car la teneur en sucre baisse rapidement.

En 2016, la coupe manuelle a débuté à partir du 20 janvier et la coupe mécanique s'est opérée à partir de fin février à cause du problème d'accès aux champs.

Les rendements atteints sont très variables et oscillent entre 40 et 120T/ha. Les rendements à la récolte peuvent atteindre 140 à 145 T/ha sous irrigation localisée et la teneur en sucre peut atteindre 14 à 15% ce qui correspond à environ 19 à 22 tonnes de sucre par ha. (ORMVAG, Référentiel technique de la canne à sucre, Marché n°74/2012/DDA).



Figure 47: Coupe mécanique et manuelle de la canne à sucre à l'aide des machettes.

L'importance des mesures du Brix et de la polarisation

- ❖ La maturité de la canne est habituellement déterminée en contrôlant les paramètres de rendement du sucre tels que: Pol % canne, Brix % canne, tonnage canne par hectare (TCH) ;
- ❖ Cependant, la plupart des chercheurs concentrent leur évaluation sur Pol% canne et sa valeur variait de 10,5 à 17,9 ;
- ❖ Dans les opérations de mouture, les variétés préférées sont celles ayant des valeurs de Pol% canne et Brix (%) canne presque égales à maturité, et une valeur de Pol supérieure ou égale à 16 et une pureté de 80% ou plus sont commercialement acceptables .

5.14. Utilisation des sous-produits de la canne à sucre

Les sous -produits de la canne à sucre sont :

- ✓ **Avant la transformation** : les feuilles et bout blancs ;
- ✓ **Après la transformation** : la bagasse, les écumes et la mélasse.

5.14.1 Feuilles et bouts-blancs de la canne à sucre

Les feuilles et les bouts blancs encore appelés "têtes de canne" sont des sous-produits laissés au champ au moment de la récolte pour être ou non ramassée par la suite.

Ils ont une valeur énergétique de l'ordre de 0,10 à 0,15 UF/kg. Les feuilles et bouts-blancs de la canne à sucre peuvent être restitués en partie au sol pour augmenter la matière organique, surtout dans le cas d'un sol sableux, ou destinés à l'alimentation du bétail ou éventuellement brûlés. Cette dernière technique qui va à l'encontre de la préservation de l'environnement.

5.14.2. La bagasse

La bagasse est le résidu fibreux obtenu après extraction du jus de la tige de canne (Archimède, 2012). Le rendement en bagasse est d'environ 300 kg de MS par tonne de cannes broyées. La bagasse est la fraction la plus « pauvre » des sous-produits de la canne.

Dans les conditions d'une exploitation agricole, l'utilisation de la bagasse doit s'accompagner de compléments riches en azote, énergie et vitamines, très digestibles pour obtenir de bonnes performances. Le coût de la ration peut donc s'avérer élevé.

Les rations à base de bagasse ne peuvent être que des rations d'urgence (sécheresse) permettant de limiter la perte de poids chez les animaux d'élevage. Sur l'exploitation agricole, l'utilisation de la bagasse comme litière (puis fumure organique) ou source d'énergie semble la solution la plus intéressante économiquement.

5.14.3 Les écumes

Les écumes de sucrerie - issues de l'épuration du jus de canne - constituent une source organique et minérale intéressante à épandre dans les champs.

Produites en moyenne à hauteur de 3% poids de la quantité de cannes broyées, elles sont relativement riches en azote (0,7%), phosphore (0,3 à 0,4%) et en calcium (0,8%).

Appliquées à des doses importantes (20 à 30 tonnes/ha), elles peuvent remplacer les engrais phosphatés tout en améliorant la fertilité du sol du fait de l'apport de matières organiques de qualité et de l'apport de calcium réduisant l'acidité des sols.

5.14.4 La mélasse

La mélasse est le sucre non cristallisé obtenu après la cuisson du jus de canne lors de la fabrication du sucre dans les usines. La mélasse contient environ 25 % d'eau. C'est un aliment hautement énergétique contenant du saccharose non cristallisé (30 % de la matière sèche), des sucres réducteurs (25 % de la matière sèche) et d'autres substances glucidiques. La mélasse est particulièrement pauvre en azote : 25 g de N par kilo de mélasse brut. La teneur en fibres de la mélasse étant négligeable, sa consommation par les ruminants doit obligatoirement s'accompagner de celle d'un fourrage grossier..

Les précautions d'emploi à prendre découlent de la richesse de ce produit en sucres totaux (64 g/kg MS) et potassium (40 g/kg MS). Il est recommandé alors :

- ✓ D'aménager une transition impérative de 8 à 10 jours ;
- ✓ De mettre des pierres à sel à la disposition des animaux ;
- ✓ De faire un paillage supplémentaire à cause de l'effet laxatif des mélasses;
- ✓ D'avoir une ration qui comporte suffisamment d'aliments fibreux et de brins longs pour limiter les troubles digestifs. En revanche, il faut éviter les aliments riches en potassium.

Si un apport trop important fait baisser la digestibilité de la ration totale et en particulier celle de la cellulose, ce plafond d'apport est variable suivant les rations (rapport fourrage/concentré, amidon, etc...).

Avec des rations déjà très énergétiques, les quantités distribuées seront limitées à 10 % de la matière sèche ingérée. Cependant, avec une forte proportion de fourrages grossiers (paille, foin...), assurant une bonne rumination, on pourra aller jusqu'à 15 % de la MS ingérée.

Le tableau suivant donne la quantité brute de mélasse recommandé dans l'alimentation du bétail :

Tableau 23: Niveau de distribution recommandé, en kg de produit brut par jour.

Types d'animaux	Quantité (Kg)
Vaches laitières - Bœufs	2 - 3
Taurillons - Génisses	0.25 à 0.5 jusqu'à 200 kg de poids vif.1 à 2 au-delà
Brebis	0.6
Agneaux	0.2
Chevaux - Pur sang	1.5 - 2 (soit 10 à 15 % de la MS totale de la ration)

Références bibliographiques (CANNE A SUCRE)

- AABAD M., techniques d'amélioration de la productivité de la canne à sucre, Agriculture du Maghreb, Annexe du n°70, 2013, pp 6-11 ;
- ABBAD Mohamed et BOUAZIZ Ahmed, irrigation localisée de la canne à sucre, agriculture du Maghreb, n°51, 2011 ;
- Acland J.D. 1973. An Introduction to the production of field and plantation crops in Kenya, Tanzania and Uganda. East African Crops. Published by Arrangement with the FAO of the United Nations by Longman Group Ltd., Singapore, 192-201;
- Admin. 2015. The Benefits of Subsoiling Crop Fields. <http://www.beginningfarmers.org/the-benefits-of-subsoiling-crop-fields/>;
- Ambrosano, E.A.; P.C.O. Trivelin; H. Cantarella; G.M.B. Ambrosano; E.A. Schammas; N. Guirado; F.Rossi; P.C.D. Mendes; T. Muraoka. 2005. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. *Scientia Agrícola*, 62:534-542, 2005;
- Archimède H. et al, la canne à sucre et ses coproduits dans l'alimentation animale, Innovations agronomiques, vol 16, 2011, pp165-179 ;
- Ashraf, M.Y. and S.S.M. Naqvi. 1995. Studies on water uptake, germination and seedling growth of wheat under PEG-6000 induced water stress. *Pak. J. Sci. Indust. Res.*, 38: 130-133;
- Ashraf, M.Y., A.R. Azmi, A.H. Khan and S.S.M Naqvi. 1994. Water relations in different wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under water deficits. *Acta Physiol. Plant*, 16:231-240;
- Ashraf, M.Y. and A.H. Khan. 1993. Effect of NaCl on nitrogen status of Sorghum. In: Current Development in Salinity and Drought Tolerance of Plants. (Eds.): S.S.M. Naqvi, R. Ansari, T.J. Flower and A.R. Azmi. pp. 84-88;
- Bernard M. et al, Fiche n°8 : mélasse de betterave et de canne, publications du comité national des coproduits, 1995, France ;
- Boukaid Wissal. 2016. La canne à sucre, une culture stratégique au Maroc. <http://www.agrimaroc.ma/la-canne-a-sucre-une-culture-strategique-au-maroc/>;
- Calderon H., R.A. Besosa, A. Luna. 1996. Evaluation of sugarcane varieties suitable for early harvesting under tropical conditions. *Proc. Int. Soc. Sugar. Cane Technol.* 22:239-297 ;
- Cantarella H. and R. Rossetto. 2014. Fertilizers for Sugarcane. p.405-422. In Luis Augusto Barbosa Cortez (Coord.). Sugarcane bioethanol — R&D for Productivity and Sustainability, São Paulo: Editora Edgard Blücher., http://dx.doi.org/10.5151/BlucherOA-Sugarcane-Sugarcanebioethanol_39;
- Chapman, L.S.; Haysom, M.B.C.; Saffigna, P.G. 1992. N cycling in cane fields from 15N labelled trash and residual fertilizer. *Proceedings of the Australian Society of Sugarcane Technologists, Conferência 1992*, p. 84-89, 1992;
- Donaldson R.A., K.A.R. Redshaw, R. Rhodes, V.R. Antwerpen. 2008. Season effects on productivity of some commercial South African sugarcane cultivars and trash production. *Proceeding South African Sugar Technology Association* 81: 528-538;
- El-Monayeri, M.O., A.M. Hagazi, N.H.. Ezzat, H.M. Saleem and S.M. Tohoun. 1984. Growth and yield of some wheat and barley varieties grown under different moisture stress levels. *Ann. Agri. Sci.*, 20: 23 1-243;

Fellah Trade. Non daté. La canne à sucre. <https://www.fellah-trade.com/fr/filiere-vegetale/fiches-techniques/canne-a-sucre;>

Fiche technique de la canne à sucre, 1972, INRA/Maroc ;

Franco, H.C.J.; I.R. Bologna; C.E. Faroni; A.C. Vitti; P.C.O Trivelin. 2007. Acúmulo de macronutrientes em cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada e dos resíduos culturais incorporados ao solo no plantio. *Bragantia*, v.66, p.669-647, 2007;

Gava, G.J.C.; P.C.O. Trivelin; A.C.Vitti; M.W. Oliveira. 2003. Recuperação do nitrogênio (15N) da ureia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 621- 630, 2003.

Gilbert R., J. Shine, J. Miller, R. Rice, C. Rainbolt. 2004. Maturity curves and harvest schedule recommendations for canal point sugarcane varieties at Florida. University of Florida, 1-12;

HILAL A., Etude des altérations technologiques de la canne à sucre dues aux attaques de *Sesamia nonagrioides* (LEF), 1985, INRA/Maroc ;

Hunsigi G. 1993. Production of sugarcane, Theory and Practice. Springer-Verlag, New York, 19-23;

Hussein, S. 2008. Unpublished Report on Intercropping. Legalega Research Station, Nadi;

Iftikhar, T., L.K. Babar, S. Zahoor, N.G. Khan. 2010. Impact of land pattern and hydrological properties of soil on cotton yield. *Pak. J. Bot.*, 42(5): 3023-3028;

Jorge H., H. Garcia, I. Jorge, N. Bernal. 2010. Improving the harvest season based on the maturity in four sugarcane growing regions in Cuba. *Proc. Int. Sugar Cane Technol.* 27: 56-59;

Long, S.P., S. Humphries and P.S.J. Falkowskj. 1994. Photo inhibition of photosynthesis in nature. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 45: 633-662;

Muchow R.C., A.W. Wood, M.F. Spillman, M.J. Robertson, M.R Thomas. 1993. Field techniques to quantify the yield-determining processes in sugarcane. *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.* 15: 336-343;

NADIF A., Canne à sucre : Un homoptère et un lutéovirus - deux agents de jaunisse affectant la production dans le Gharb, *Agriculture du Maghreb*, n°70, 2013, pp 85-87 ;

NADIF A. et al, la canne à sucre face au gel, une rude épreuve pour l'agriculture dans le Gharb, *Agriculture du Maghreb*, n°58, 2012 ;

NADIF et al, Impact du syndrome de la feuille jaune sur la canne à sucre, *Bulletin de la société de pharmacie de bordeaux*, vol 145, 2006 ;

NETAFIM. No date. The Root System. [http://www.sugarcaneecrops.com/growth_morphology/the_root_system/;](http://www.sugarcaneecrops.com/growth_morphology/the_root_system/)

ORMVAG, référentiel technique de la canne à sucre. *Marché n°74/2012/DDA* ;

Orlando Filho, J.; Zambello JR., E.; Rodella, A. A. 1980. Calibração de potássio no solo e recomendação de adubação para a cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, 97(1):18-24, 1980;

Prasad N., A.R. Nand. 2015. Intercropping Pulses with Sugarcane. *Technical Bulletin. Issue N°1* ;

Qureshi, M.A. and S. Afghan. 2005. Sugarcane cultivation in Pakistan. *Sugar Book Pub. Pakistan Society of Sugar Technologist*;

Qudsieh H.Y., S. Yosuf, A. Osman, R.A. Rahman 2001. Physico-chemical Changes in Sugarcane and the Extracted Juice at Different Portions of the Stem during Development and Maturation. Journal of Food Chemistry 75:131-137;

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico. 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100);

Singh J.V. 2010. Intercropping Systems in sugarcane;

SPC. 1991. Legumes. Auckland New Zealand. Leaflet No. 16;

TANJI Abbès, Désherbage de la canne à sucre : résultats de trois campagnes agricoles 2010 - 2013, transfert de technologie en agriculture, MAPM/Institut agronomique et vétérinaire Hassan II ;

Takayoshi T., M. Makoto, N. Hiroshi. 1999. Characteristics of early maturing sugarcane varieties with a high sugar content in relation to growth and invertase activities. Jap J Trop Agri 43:271-276;

Trivelin, P.C.O.; A.C.; Vitti, M.W Oliveira; G.J.C Gava,.; G.A. Sarriés, 2002b. Utilização de nitrogênio e produtividade da cana-de-açúcar (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 26:636-646, 2002b ;

Uzair F., S. Mehmood, S. Afghan, A. Shahzad and M. Asad Comparative Study on Agro-Physiology of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Genotypes at Different Irrigation Co-efficient Values. Pak. J. Bot., 47(2): 527-532, 2015;

<http://www.agriculture.gov.fj/images/docs/publications/technical-bulletin/technical-bulletin-issue-1-jan-31-2015.pdf> ;

www.about.flora.blogspot.com;

www.ademe.fr;

www.afcas-asso.org;

www.agri-mag.com,

www.apsnet.org;

www.doc-developpement durable.org ;

www.iloveturf.com;

www.inra.org.ma;

www.labetterave.com;

www.nzdl.org;

www.ormvag.ma;

www.reunion.fr;

www.sott.net;

www.vulgarisation.net;

محمد عباد ، تقنيات تحسين إنتاجية قصب السكر بالمغرب، مجلة الفلاحة المغربية، ملحق عدد 70، 2013.



المكتب الوطني للإستشارة الفلاحية
Office National du Conseil Agricole

Siège : Avenue Mohamed Belarbi Alaoui – Rabat
Adresse postale : B.P : 6672 – Rabat Instituts
Tél : 0537.77.65.13
Fax : 0537.77.92.89
www.onca.gov.ma/

NOVEC
GROUPE CDG

Immeuble NOVEC, Park Technopolis 11 100, Sala El Jadida/ Rabat-Salé
Tél : 0537 576 800
Fax : 0537 566 741
www.novec.ma