



المكتب الوطني للإستشارة الفلاحية
المكتب الوطني للإستشارة الفلاحية
Office National du Conseil Agricole

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 MARAICHERES



Livrable :

Guide pratique pour les conseillers agricoles

Version définitive 471-N1077-18b

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
LISTE DES TABLEAUX	4
LISTE DES FIGURES	4
PREAMBULE	5
1. IMPORTANCE ECONOMIQUE DES CULTURES MARAICHERES	6
2. CULTURE DE LA POMME DE TERRE	6
2.1. LES EXIGENCES AGRO ECOLOGIQUES	6
2.2. SEMENCES.....	7
2.2.1. Variétés utilisées.....	7
2.2.2. Choix des semences	7
2.3. PLANTATION	8
2.3.1. Préparation des plants	8
2.3.2. Densité de plantation	8
2.3.3. Profondeur de plantation	8
2.4. TRAVAIL DU SOL	8
2.5. FERTILISATION	9
2.6. IRRIGATION	9
2.7. OPERATION D'ENTRETIEN.....	10
2.7.1. Buttage	10
2.7.2. Binage	10
2.8. MALADIES.....	11
2.9. RAVAGEURS.....	17
2.10. CONTROLE DES MAUVAISES HERBES.....	20
2.10.1. Utilisation des herbicides	20
2.10.2. Binages et buttages.....	20
2.11. RECOLTE	21
2.11.1. Défanage.....	21
2.11.2. Maturité	22
2.11.3. Récolte	22
2.12. CONSERVATION DES SEMENCES DE POMME DE TERRE.....	23
2.12.1. Méthode de conservation.....	23
2.12.2. Précautions à prendre lors du conditionnement et d'entreposage.....	26
3. CULTURE D'OIGNON	27
3.1. LES EXIGENCES AGRO ECOLOGIQUES.....	27
3.1.1. Température	27
3.1.2. Structure et texture du sol.....	27
3.1.3. pH.....	27
3.1.4. Place dans la rotation.....	28
3.2. VARIETES.....	28
3.3. SEMIS.....	28
3.4. TRAVAIL DU SOL	30
3.5. FERTILISATION	30
3.6. IRRIGATION	31
3.7. DESHERBAGE.....	32

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

3.8.	MALADIES.....	33
3.9.	RAVAGEURS.....	38
3.10.	RECOLTE.....	40
3.11.	SECHAGE.....	40
	3.11.1. Pré-séchage au champ	40
	3.11.2. Séchage	40
3.12.	CONSERVATION.....	41
	3.12.1. Méthode de conservation	41
	3.12.2. Facteurs influençant la qualité de l'oignon pendant le stockage	42
	3.12.3. Moyens de limitation des pertes de conservation	44
4.	CULTURE DE TOMATE	46
4.1.	DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA PLANTE.....	46
4.2.	CYCLES DE CULTURE.....	46
4.3.	EXIGENCES AGRO ECOLOGIQUE.....	47
	4.3.1. Exigences climatiques.....	47
	4.3.2. Exigences édaphiques.....	48
	4.3.3. pH.....	48
	4.3.4. La salinité.....	48
4.4.	LE MATERIEL VEGETAL.....	48
4.5.	PRODUCTION DES PLANTS.....	49
	4.5.1. Semis.....	49
	4.5.2. Stade de transplantation ou de repiquage.....	49
4.6.	INSTALLATION DE LA CULTURE.....	50
4.7.	ENTRETIEN DE LA CULTURE.....	50
	4.7.1. Irrigation.....	50
	4.7.2. Fertigation.....	52
	4.7.3. Autres travaux d'entretien.....	53
4.8.	MALADIES ET RAVAGEURS DE LA TOMATE.....	54
4.9.	RECOLTE ET CONDITIONNEMENT.....	61
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES RELATIVES A LA CULTURE DE LA POMME DE TERRE.....	62
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES RELATIVES A LA CULTURE DE L'OIGNON.....	63
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES RELATIVES A LA CULTURE DE LA TOMATE.....	64

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LES PRINCIPALES VARIETES UTILISEES AU MAROC EN FONCTION DE TYPE DE CULTURE	7
TABLEAU 2: PROGRAMME DE FERTIGATION DE LA POMME DE TERRE.....	10
TABLEAU 3: MALADIES DE LA POMME DE TERRE	12
TABLEAU 4: RAVAGEURS DE LA POMME DE TERRE	17
TABLEAU 5 : LES METHODES DE MISE EN PLACE DE L'OIGNON.....	28
TABLEAU 6 : PERIODE DE SEMIS DE L'OIGNON SELON LES ZONES DU PAYS	29
TABLEAU 7 : LES BESOINS DES CULTURES D'OIGNON BLANC ET D'OIGNON DE COULEUR	31
TABLEAU 8 : PROGRAMME DE FERTIGATION DE L'OIGNON (KG/HA).....	31
TABLEAU 9 : METHODES DE DESHERBAGE	32
TABLEAU 10: MALADIES DE L'OIGNON	34
TABLEAU 11: RAVAGEURS DE L'OIGNON	38
TABLEAU 12: LES DOSES D'IRRIGATION DE LA TOMATE DURANT LE CYCLE CULTURAL.	51
TABLEAU 13: COEFFICIENTS CULTURAUX SELON LE STADE DE LA CULTURE DE TOMATE.....	51
TABLEAU 14: LES NORMES D'EXPORTATION DE LA TOMATE EN UNITE/TONNES DE FRUITS.....	52
TABLEAU 15: LES EXPORTATIONS EN KG/T DE FRUITS, POUR DES RENDEMENTS DE 50T/HA.	52
TABLEAU 16: FRACTIONNEMENT RECOMMANDE DES APPORTS MINERAUX EN % DU TOTAL : CALCULE SELON LE PRINCIPE DE LA RESTITUTION	52
TABLEAU 17: LES CONCENTRATIONS RECOMMANDEES EN ELEMENTS DANS L'EAU D'IRRIGATION (G/M3) POUR LA CULTURE DE TOMATE.	53
TABLEAU 18: LES MALADIES ET RAVAGEURS DE LA TOMATE: SYMPTOMES, DEGATS ET MOYENS DE LUTTE	55

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : VARIETES DE POMME DE TERRE	7
FIGURE 2: STADE DE DEVELOPPEMENT DE L'OIGNON.....	33

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 (TDR), les prestations à réaliser dans le cadre de la présente proposition 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
- **Phase 4** : Voies d'amélioration et mesures d'accompagnement

Le présent dossier est relatif à la phase 3 : **Elaboration d'un guide pratique des cultures maraichères pour les conseillers agricoles.**

1. Importance économique des cultures maraîchères

Les cultures maraichères (oignon, tomate et pomme de terre) occupent 116 240 ha en moyenne, soit 44% des superficies dédiées au maraichage au pays. La pomme de terre occupe une grande superficie suivie de l'oignon et la tomate en troisième rang.

La production des oignons réalisée au titre de la campagne 2014/2015 est évaluée à près de 886209 t de bulbes (DSS), soit une hausse de 2% par rapport à 2013/2014 et une baisse de 5% par rapport à 2012/2013.

La production des tomates a enregistré une nette augmentation passant de 1 219 072 t en 2011/12 à 1 412 380 t en 2014/15.

En 2015/14, la production des pommes a enregistré aussi une progression de 16 % par rapport à 2011/12, et elle a atteint 1 924 430t.

2. Culture de la pomme de terre

2.1. Les exigences agro écologiques

La température influence beaucoup le type de croissance des tiges ; par contre les basses températures favorisent davantage la croissance du tubercule. (CHIBANE A., 1999)

La pomme de terre est très sensible au gel, le zéro de végétation est compris entre 6 et 8°C. Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18°C le jour et 12°C la nuit. Les températures du sol supérieures à 25°C sont défavorables à la tubérisation (ACHBANI, 2016).

La croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur du jour élevée (14 à 18h). Une photopériode à 12h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures.

La plupart des sols convient à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés et pas trop pierreux. Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles.

En générale, la pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossière (texture sablonneuse ou sablo limoneuse) que dans des sols à texture fine et battante (texture argileuse ou argilo limoneuse) qui empêche tout grossissement de tubercule. (Chibane A., 1999)

La pomme de terre se développe mieux dans un sol légèrement acide (pH=5.5 à 6). En sols à pH basique, qui sont d'ailleurs, les plus rencontrés au Maroc, certaines micro-éléments demeurent indisponibles pour la plante notamment le fer, le manganèse, le zinc et le cuivre. Cependant, une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercule. (skiredj et al., 2002)

la pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraichères. Cependant un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. (Chibane, 1999)

Lorsque la teneur en sel est élevée, le point de flétrissement est atteint rapidement. On peut réduire la salinité d'un sol en le lessivant avec une eau d'irrigation douce.

2.2. Semences

2.2.1. Variétés utilisées

On classe les variétés selon leur type de culture: culture de primeurs ou culture de saison et arrière saison. Ainsi les principales variétés utilisées par type de culture sont mentionnées sur le tableau 1.

Tableau 1 : les principales variétés utilisées au Maroc en fonction de type de culture

Type de culture	Variétés
Primeurs	Nicola, Roseval, charlotte, Aida, Innova, Timate, Isabel, Yesmina
Saison principale	Désirée, Spunta, Mondial, Liesta, Kondor, Barna, Atlas, Escort, Burren.
Arrière-saison et montagne	Désirée, Spunta, Kondor

(Source : MAPM, 2010)



Nicola

Désirée

Spunta

Figure 1 : variétés de pomme de terre

(Source : FAO, 2008)

2.2.2. Choix des semences

Il est conseillé d'utiliser autant que possible les semences sélectionnées et certifiées car la plupart des maladies virales peuvent s'étendre avec l'utilisation de plants produits sur l'exploitation. De plus, les viroses sont contagieuses et aucun traitement curatif n'est possible en cours de végétation.

Le choix du calibre des semences est fait en fonction de la fertilité et du type du sol. Les petites semences peuvent produire des tubercules de calibre aussi satisfaisant que celui des grosses semences à condition que le sol suffisamment fertile. En milieu peu favorable, on utilise de préférence, pour la plantation, les gros tubercules. Normalement, on utilise des tubercules de 50-60g.

Il faut éviter les trop petits tubercules qui risquent de provenir de plantes dégénérées.

Il est déconseillé de sectionner les gros tubercules dans un but d'économie des charges élevées des semences puisque le sectionnement des tubercules risque d'être un moyen de transmission de maladies comme le fléchissement bactérien, par exemple, ou la pourriture des semences.

Il est également déconseillé d'utiliser des tubercules ayant été stockés à 0°C car les yeux se détériorent à cette température. Les meilleures conditions de stockage des tubercules sont à une température de 2-3°C et une humidité relative de 90% (Skiredj et al., 2002).

2.3. Plantation

2.3.1. Préparation des plants

La plantation de la pomme de terre ne peut avoir lieu qu'après la levée totale de la dormance. L'utilisation des plants non pré germés est suivie par un retard de l'émergence, donnent des plantes mono tiges et par la suite un rendement faible.

La préparation des plantes doit conduire à une émergence uniforme et rapide, à des plantes poly tiges et enfin à un rendement élevé.

Pour assurer une bonne préparation des plants, il est nécessaire de procéder au retrait du frigo 2 à 3 semaines avant la plantation. En cas où la germination a déjà démarré, il faut éliminer le germe apicale afin d'accélérer les germes latéraux. Après la sortie du frigo les plants doivent être déposés dans un local bien aéré et éclairé ; cela a pour avantage d'obtenir des germes trapus, lignifiés, facile à manipuler au cours de la plantation (Chibane A., 1999).

2.3.2. Densité de plantation

La densité d'une culture de pomme de terre n'est autre que le nombre de tiges/m². Pour une bonne occupation du sol, 15-20 tiges /m² paraît optimal. Un plant de calibre 35-55 mm pré-germé produit approximativement 5 à 6 tiges principales. Généralement, on place 4 plants/m². Avec une distance de 70 cm entre lignes et 30 cm entre plants, on a besoin de 2000 à 2500 kg de semences par hectare.

2.3.3. Profondeur de plantation

Pour obtenir une culture homogène, les tubercules doivent être plantés à une profondeur uniforme. La profondeur de plantation dépend du type de sol, des conditions climatiques et de l'âge physiologique des plants. La plantation superficielle (5 à 6 cm) est préférée dans un sol lourd et humide, où les tubercules mère risquent de s'épuiser avant que les germes puissent atteindre la surface du sol. Inversement, pour les sols à texture légère où les risques de dessèchement sont à craindre, une plantation profonde est conseillée (10 cm environ) (chibane A., 1999 et Achbani E., 2016).

Les plants physiologiquement vieux sont relativement faibles et s'épuisent rapidement. Il est préférable de les planter superficiellement dans un sol humide.

2.4. Travail du sol

La préparation du sol consiste à assurer un bon contact entre le plant (ou tubercule) et le sol. La levée ainsi que le développement du système racinaire vont généralement tarder si le sol est mal préparé.

Le sol doit être préparé sur une profondeur d'au moins 25-30 cm. Une telle couche meuble favorise l'aération du sol, assure un bon développement racinaire et facilite le buttage.

la réalisation d'un bon lit de semis peut se faire de la façon suivante:

- Labour moyen: 25 à 30 cm avec charrue.
- Epannage de la fumure organique et des engrais phospho-potassiques que l'on enfouie à l'aide d'un cover-crop croisé.
- Confection des lignes ou billonnage: Ces travaux sont beaucoup plus faciles à réaliser dans un sol léger que dans un sol lourd. Dans un sol lourd les travaux du sol doivent se limiter à la

couche supérieure suffisamment ressuyée. Une bonne préparation des dix premiers cm permet une bonne couverture du plant.

2.5. Fertilisation

La pomme de terre est une plante très consommatrice des éléments fertilisants, que ceux-ci soient apportés par une fumure organique ou par une fumure minérale. Elle présente un besoin particulier pour le potassium et pour l'azote. Elle est sensible aux carences en manganèse, en zinc et en fer. Elle est moyennement sensible à la salinité (Van der Putten, 2010).

Selon chibane A. (1999), les doses de fertilisation à apporter sont comme suit :

- Fumure de fond

Azote: 20 à 30 unités/ha soit 100 à 150 kg de sulfate d'ammoniaque à 21%.

P205: 150 unités/ha soit 850 kg de superphosphate à 18%

K20: 180 à 200 unités/ha soit 375 à 400 kg de sulfate de potasse à 48%.

- Fumure de couverture

Azote: 100 unités/ha soit 300 kg d'ammonitrate à 33.5% fractionnés en trois périodes: Levée, 1er buttage et 2ème buttage.

Les doses préconisées ne sont que des moyennes et doivent être adaptées en fonction de la richesse du sol. Une analyse préalable du sol s'avère nécessaire afin d'évaluer le niveau de fertilité du sol. L'application d'une fertilisation foliaire peut être utile en cas d'une attaque de gel afin de favoriser la plante à reconstituer son feuillage.

2.6. Irrigation

✓ Dose d'irrigation

Les besoins hydriques de pomme de terre s'évaluent entre 400 et 600 mm selon les conditions climatiques, le type de sol et la longueur du cycle. (chibane A., 1999)

✓ Fréquence d'irrigation

Au cours de la germination, la quantité d'eau nécessaire est faible. Le tubercule mère doit être entouré du sol humide, mais pas mouillé. De ce stade jusqu'à la formation des tubercules (60 à 90 jours) après plantation, l'irrigation doit être faite à un intervalle très court, 6 à 7 jours en sol léger et 12 à 15 jours en sol lourd. Pour tous les types de culture (primeurs ou saison) on arrête l'irrigation 10 à 20 jours avant la récolte.

La culture préfère un régime continu d'apport d'eau (80 à 100 % de l'évapotranspiration maximale). Dans le cas d'une sécheresse imposée, il est recommandé de faire au moins trois irrigations d'appoint, à la mi-croissance (40 Jours Après Plantation), à la tubérisation (55-60 JAP) et au début grossissement des tubercules (75-80 JAP). Il est souhaité de porter régulièrement le sol à sa capacité au champ.

✓ Qualité de l'eau d'irrigation

La pomme de terre est relativement sensible à la présence des sels. L'irrigation par aspersion avec de l'eau contenant du sel peut brûler les feuilles. La présence de 4 g/l de sels totaux dans l'eau peut engendrer une réduction du rendement allant jusqu'à 50%.

✓ Programme de fertigation :

Utilisation de la fertigation en culture de pomme de terre

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

L'utilisation de cette technique est très avantageuse pour les raisons suivantes :

- Une meilleure maîtrise de la fertilisation par une répartition plus homogène des éléments minéraux et de la localisation des apports dans la zone active du système racinaire ;
- Une économie de main d'œuvre, et ;
- Une flexibilité et rapidité d'intervention permettant de garantir une bonne adéquation entre l'époque d'apport d'engrais et la demande nutritionnelle au niveau du système racinaire.

D'après les résultats de recherche et les expérimentations effectuées dans différentes zones de production, le programme de fertigation adopté pour une culture de pomme de terre est le suivant :

Tableau 2: programme de fertigation de la pomme de terre

Stade	après la levée	développement végétative	tubérisation	grossissement des tubercules
période	à partir de la 1 ^{ère} semaine	De la 1 ^{ère} à la 8 ^{ème} semaine après la levée	De la 9 ^{ème} à la 12 ^{ème} semaine après la levée	De la 13 ^{ème} à la 15 ^{ème} semaine après la levée
Quantité d'engrais à apporter	<ul style="list-style-type: none">• Démarrer la fertigation• Appliquer les équilibres des éléments suivants : N : P2O : K2O.	3 :1 :2	2 :1 :2	1 :1 :3

- Les apports d'eau et des éléments fertilisants doivent être quotidiens tout en tenant compte des besoins de la plante selon le stade végétatif, le type du sol et les conditions climatiques ;
- Arrêter la fertigation 10 à 20 jours avant la récolte ;
- Ajuster le pH de la solution fille à 6 ou 6.5 avec une salinité maximale de 2.5 g/l.

2.7. Opération d'entretien

2.7.1. Buttage

Le buttage est défini comme étant l'opération qui consiste à ramener la terre, préalablement ameublie vers le billon pour former la butte. Cette opération consiste à:

- Couvrir les racines superficielles de la plante
- Couvrir les tubercules nouvellement formés qui verdissent en contact de la lumière
- Couvrir les engrais azotés et potassiques appliqués au cours de la culture.
- Prévenir la culture de la teigne.

Le 1er buttage doit se faire 2 à 3 semaines après levée. Les plants doivent être buttés de façon à être couverts au moins 10 cm de terre. Puis l'opération se répète chaque 2 à 3 semaine.

Le buttage est important car il empêche le verdissement des tubercules et les protège contre le mildiou et la teigne. Ils conseillent de faire 2 buttages et ces derniers peuvent être effectués au stade mi croissance et deux semaines plus tard.

2.7.2. Binage

Pour une bonne production, la pomme de terre demande une terre propre. L'opération consiste à prélever toutes les mauvaises herbes poussant entre les lignes avec la charrue et la sape entre les plants.



Le 1er binage de fait 2 à 3 semaines après la levée, puis il est répété chaque fois qu'on irrigue. Il faut veiller à ne pas toucher le système racinaire et les tubercules nouvellement formés (Chibane A., 1999).

Il est conseillé de faire 2-3 binages lors de la période végétative (jamais en période de tubérisation) (Skiredj et *al.*, 2002).




2.8. Maladies de pomme de terre

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques



Tableau 3: maladies de la pomme de terre

Maladies	Symptômes	Méthode de lutte	Photo
Maladies fongiques			
Mildiou : <i>Phytophthora infestans</i>	<p>Sur feuilles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sur la face supérieure : petites taches décolorées qui brunissent et sont entourées d'un halo jaune. - Sur la face inférieure : apparition de feutrage blanc caractéristique sur le pourtour des taches. <p>Sur tiges et bouquets terminaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apparition par temps humide de taches brunes, parfois nécrotiques. <p>Sur tubercules :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extérieurement : taches aux contours mal défini, de couleur brune ou gris bleuâtre. - Sur coupe de tubercule : zone marbrées de couleur rouille en surface qui peuvent s'étendre vers le centre du tubercule. 	<p>Lutte chimique : Utilisation des fongicides : soit les fongicides de contact (agissent essentiellement sur la sporulation et la germination des spores.) ; les fongicides pénétrants (ils sont donc utilisés de façon préventive, en association avec des fongicides de contact.), les fongicides systématiques (Ils sont à la fois curatifs et préventifs). On signale que les agriculteurs doivent utiliser les produits homologués par l'ONSSA. Pour la lutte contre le mildiou, il existe 171 produits inscrits dans l'index phytosanitaire de l'ONSSA.</p> <p>Lutte biologique : consiste à contrôler les germes de mildiou au moyen d'agents de lutte biologique (ou antagonistes) tels que : <i>Streptomyces melanosporofacins</i> EF-76 ou <i>Streptomyces saraceticus</i> et Bactéries comme Bacillus, Pseudomonas, Rahnella et Serratia.</p> <p>Stratégie de lutte :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser les semences saines, - Eliminer les tas de déchets de pomme de terre issus de la récolte précédente pour réduire la quantité d'inoculum primaire ; - Traiter chimiquement : la lutte chimique reste la méthode de lutte la plus efficace contre le mildiou. - Utiliser les systèmes de prévisions des risques du mildiou 	
Alternariose : <i>Alternaria solani</i> <i>Alternaria alternata</i>	<p>Sur feuilles : Taches nécrotique bien délimitées, situées plutôt sur les feuilles du bas ; présence d'anneaux concentriques sur les taches importantes.</p> <p>Sur tubercules : Pourritures brunes à noires, très sèches, assez typiques, avec une dépression.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eviter les stress nutritionnels provoquant une sénescence accélérée ; - Utiliser des traitements anti-mildiou efficaces sur Alternaria. 	

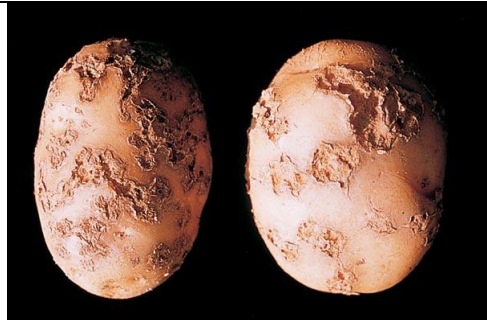


Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

<p>Rhizoctone brun <i>Rhizoctonia solani</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apparition de nécroses sèches sur la partie souterraine des tiges ou des stolons ; - Observation de mycélium blanc visible au collet des tiges ; - Présence de petits sclérotés (corpuscules durs) de dimension et forme très variables, plates ou rugueuses, noir mat, fortement adhérents à la peau mais à l'ongle ; - Apparition de petites taches brunâtres arrondies, bien délimitées (2-4 mm), formant un bouchon liégeux (dry core) et peuvent être observé sur des tubercules. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminer les débris de végétaux (sources d'inoculum primaire) ; - Prévenir les attaques au plus tard à l'apparition des premières pustules au bas des feuilles ; - Maintenir la protection si les conditions favorables persistent. 	
<p>Gale argentée <i>Helminthosporium solani</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - la contamination se fait avant la récolte, mais aucun symptôme ne s'observe sur les parties aériennes ; - Observation des taches circulaires d'aspect argenté, à contours irréguliers, à la surface du tubercule qui se couvre de fines ponctuations noires (sclérotés) ; - Fusion des taches sous température supérieure à 5°C et humidité relative supérieure à 90% ; - Présence d'un port dressé sur les sujets contaminés, et à l'aisselle des feuilles, la présence éventuelle de petits tubercules aériens. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eviter les plantations trop précoces ; - Plantation en sol réchauffé et bien préparé ; - Utiliser les variétés moins sensibles, il est noté que les variétés précoces sont plus atteintes que les tardives ; - Récolter dès que la peau des tubercules est suffisamment formée ; - Ne pas laisser inutilement les récoltes en terre après défanage ; - Entreposer les tubercules secs dans un local frais et aéré, de même, de sécher les tubercules à la sortie de chambre froide ; - Traiter le plant avec des fongicides efficaces (spécialités à base de mancozèbre en particulier). 	
<p>Gale poudreuse <i>Spongospora subterranea</i></p>	<p>Sur racine : Formation de chancres sur les racines, blancs d'abord puis qui brunissent ensuite.</p> <p>Sur tubercule : Les symptômes ultimes de la gale poudreuse correspondent à de nombreuses petites dépressions liégeuses sur les tubercules, entourées de morceaux d'épiderme déchiré.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser des plants sains ; - Pratiquer en cas de zones à risque, de longues rotations (au moins 5 ans) ; - Drainer les parcelles humides ; - Traiter les semences par des fongicides appropriés. 	




Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

<p>Fusariose :</p> <p><i>Fusarium roseum</i> <i>var. sambucinum</i></p> <p><i>Fusarium solani</i> <i>var. coeruleum</i></p>	<p>Sur tubercule :</p> <ul style="list-style-type: none"> - elle se manifeste en cours de conservation, provoquant la destruction du tubercule ; - les tissus touchés brunissent et se dépriment (déshydratation), pouvant aller jusqu'à présenter des stries concentriques, parfois ornées de coussinets mycéliens blanchâtres ; - Dessèchement progressif du tubercule jusqu'à donner un tubercule « momifié » de consistance dure. En revanche, en cas d'attaques bactériennes associées, les tubercules deviennent mous. <p>Sur coupe de tubercule :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une pourriture marron qui se développe vers l'intérieur où des cavités internes tapissées de mycélium apparaissent. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser la semence saine et favoriser la vigueur des levées ; - Récolter dans un délai de trois à quatre semaines après le défanage ; - Limiter les blessures à la récolte et au conditionnement ; - Sécher les tubercules et veiller à la cicatrisation au début de conservation ; - Maîtriser la température et l'humidité des locaux de conservation ; - Traiter peu de temps après la récolte avec un fongicide à base de thiabendazole + imazalil pour contrôler toutes les souches, - Désinfecter les locaux et les matériels ; - Pratiquer une rotation de 5 ans minimum. 	
<p>Verticilliose :</p> <p><i>Verticillium dahliae</i></p> <p><i>Verticillium albo-atrum</i></p>	<p>Les symptômes en végétation s'expriment tardivement :</p> <p>Sur la partie aérienne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - jaunissement des feuilles ; - flétrissement du feuillage qui se généralise ensuite à l'ensemble de la plante ; - le jaunissement ou le flétrissement peut ne concerner qu'un côté de la feuille, de la tige ou de la plante. <p>sur les coupes de tiges :</p> <ul style="list-style-type: none"> - coloration brunâtre des vaisseaux. <p>Sur coupe de tubercules :</p> <ul style="list-style-type: none"> - présence de taches brunes tout au long de l'anneau vasculaire, pouvant évoluer en cavités. <p>Sur les yeux de tubercules :</p> <ul style="list-style-type: none"> - peuvent présenter parfois des nécroses rose-brun. 	<p>Lutte chimique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absence de traitement chimique curatif efficace contre la verticilliose ; - Appliquer des traitements fongiques préventifs avant la plantation <p>Lutte culturale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eviter la plantation dans des parcelles atteintes par la fusariose ; - Pratiquer une rotation minimale de 3 ans entre les cultures de solanacées ; - Utiliser des plants certifiés. 	

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques


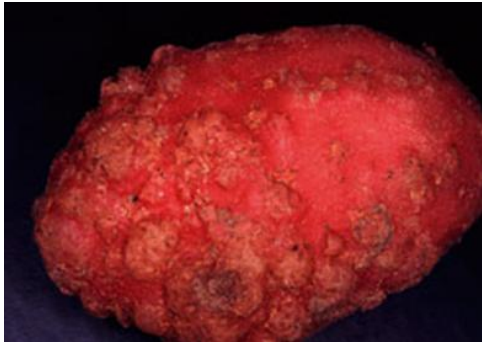
Maladies bactériennes			
<p>La galle commune en relief : <i>Streptomyces scabies</i> <i>S.europaeiscabies</i> <i>S. stelliscabies</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les pustules se manifestent par des chancres en dépression ou en relief, de tailles et d'aspects variables ; - Sur certaines variétés, les attaques peuvent se limiter à des symptômes en étoile. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser des cultivars résistants malgré la grande diversité des souches de streptomyces qui rend le développement de variétés résistante complexe ; - Eviter un sol à pH élevé qui favorise la croissance de <i>S. scabiei</i> et accroît la sévérité de la galle ; - Les pertes peuvent être significativement réduites dans des soles avec des niveaux de pH de 5.2 ou moins ; - Eviter un sol sec qui favorise la croissance de <i>S. scabiei</i>. Si l'humidité du sol est maintenue près de la capacité au champ durant 4 à 6 semaines après l'initiation des tubercules, l'infection par <i>S. scabiei</i> pourra être réduite ; - Eviter les sols sablonneux ou à texture grossière qui sont plus à risque pour le développement de la galle à cause de leur faible capacité de rétention d'eau. - Pratiquer les rotations de 2 ou 3 ans avec des espèces qui peuvent réduire la galle commune (telle que du canola ou du colza qui ont permis de réduire entre 18 et 25% selon certaines études). - Utiliser des fertilisants soufrés et d'amendements organiques riches en azote qui ont démontré une bonne efficacité pour réduire la galle commune. 	
<p>La galle plate ou en liège <i>Streptomyces reticuliscabies</i> certaines souches de <i>S. europaeiscabies</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Epaissement de l'épiderme ; - Taches liégeuses qui peuvent couvrir la totalité du tubercule et finissent par éclater ; - Les racines ou les stolons, en cas d'attaque précoce, peuvent être aussi infectés. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eviter les sols sablonneux ou à texture grossière qui sont plus à risque pour le développement de la galle à cause de leur faible capacité de rétention d'eau. - Pratiquer les rotations de 2 ou 3 ans avec des espèces qui peuvent réduire la galle commune (telle que du canola ou du colza qui ont permis de réduire entre 18 et 25% selon certaines études). - Utiliser des fertilisants soufrés et d'amendements organiques riches en azote qui ont démontré une bonne efficacité pour réduire la galle commune. 	
<p>Pourriture molle et jambe noire</p>	<p>Provoque en conditions plus chaudes un flétrissement et une pourriture brune à noire de l'intérieur des tiges.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Éliminer en végétation l'ensemble des plantes présentant des symptômes (épurations), • Éviter des fumures azotées excessives ainsi que des irrigations trop importantes, • Limiter les blessures de tubercules lors des manipulations car elles constituent des portes d'entrée pour les bactéries, • Éviter les excès d'humidité en séchant dès la récolte et en conservant en conditions aérées et sèches à basse température, • Proscrire le trempage et la coupe des plants. Bien sécher après les traitements contre la fusariose et le rhizoctone. 	

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques



Maladies virales			
<p>Le virus de l'enroulement foliaire de la pomme de terre (PLRV) : transmis par les pucerons.</p>	<p>Sur feuilles :</p> <p>S'il s'agit d'une infection de l'année :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les feuilles de l'apex de la plante s'enroulent légèrement et présentent un jaunissement. <p>S'il s'agit d'une infection de l'année précédente :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les feuilles de la base sont fortement enroulées et durcies, avec parfois une bordure violette due à la formation d'anthocyanes ; le port de la plante est plus dressé et les entrenœuds sont plus courts. On constate un jaunissement et parfois un nanisme de la plante. <p>sur tubercules :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les tubercules-mères se décomposent plus difficilement et les tubercules-fils restent de petite taille. - Des nécroses internes en réseau peuvent apparaître dans les tubercules de certaines variétés. 	<p>La lutte est essentiellement préventive :</p> <p>Lutte chimique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation d'insecticides systémiques et de contact pour réduire considérablement la propagation par les pucerons, que ce soit par traitement foliaires de plants, ou dans les sillons. <p>Lutte culturale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de semence certifiée exempte de virus provenant de cultivars non vulnérables ; - Défaner les plants avant l'arrivée des pucerons ; - Mise en terre tôt au printemps ; - Réduction des apports d'azote ; - L'utilisation d'un rotobatteur, d'un coupe-racines et de défanants chimiques assure une élimination rapide des pucerons pendant la période de croissance active des plants tôt dans la saison ; - Surveillance des pucerons à l'aide de pièges ; - Contrôler et éliminer tous les plants présentant les symptômes cités. 	 <p align="center">Infection primaire</p>  <p align="center">Infection secondaire</p>
<p>Le virus Y de la pomme de terre (PVY) Transmis par pucerons et par semence</p>	<p>Sur feuilles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elles sont les premières à manifester les symptômes ; elles sont plus petites, d'aspect gaufré et des mouchetures qui varient du vert pâle au vert foncé. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cultiver les végétaux non hôte (comme le soja) en périphérie des champs peut aider à réduire la propagation des virus ; - Prévoir en post-récolte les niveaux possibles d'infection ; - Pulvériser régulièrement une huile minérale. Une bonne couverture de celle-ci est essentielle pour une réduction effective de la propagation de PVY ; - Utiliser des insecticides pour éliminer les vecteurs des virus. 	

2.9. Ravageurs de la pomme de terre


Tableau 4: ravageurs de la pomme de terre

Ravageur	Symptômes	Méthode de lutte	Photo
<p>Nématode <i>Ditylenchus dipsaci</i></p>	<p>Sur tige : Apparition de renflement et de distorsions sur les jeunes tiges.</p> <p>Sur feuille : Les pétioles s'épaississent et les feuilles deviennent petites et difformes</p> <p>Sur tubercule : Sur l'épiderme, apparition de petites nécroses ; En coupe longitudinales, les nécroses s'enfoncent profondément suite à l'envahissement des tissus par les nématodes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La lutte contre le genre <i>ditylenchus</i> reste très difficile vu le leur faculté de résistance dans le sol, - La destruction des restes de la culture pour réduire les niveaux d'inoculum puisque le nématode se conserve dans les tissus infectés. - La désinfection chimique pour détruire des formes de résistance du nématode à ce niveau. Cependant, cette méthode n'a qu'une efficacité limitée à cause du coût du traitement et de l'importance de l'inoculum dans le sol. 	
<p>Les nématodes à galle : transmis par tubercules. <i>Meloidogyne incognita</i> <i>M. javancia</i> <i>M. arenaria</i> <i>M. hapla</i> <i>M. chitwoodi</i> <i>M. fallax</i></p>	<p>Sur racine :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boursouflures à la surface. <p>Sur tubercule :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Galles causées par des femelles globuleuses qui pondent leurs œufs dans des masses mucilagineuses. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser des tubercules exempte de ces nématodes. - Alternier entres des plantes résistantes ou non hôte avec la culture de pomme de terre. - Lutte chimique en cas de fortes infestations. - Ne pas importer des semences qui proviennent de régions infestées par les espèces de quarantaines <p><i>M. fallax</i> et <i>M. chitwoodi</i>.</p>	

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

<p>Taupin : Coleoptère Agriotes obscurus A. lineatus A. sputator A. ustulatus</p>	<p>Sur l'ensemble du champ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diminution de la densité du peuplement végétal . <p>Sur tubercule :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perforation des tubercules. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation d'insecticides du sol au moment de la plantation. Ces traitements ne couvrent pas la protection des tubercules en cas d'attaques tardives ; - Procéder à l'évaluation du niveau d'infestation, grâce à des appâts avant de recourir aux produits chimiques. 	
<p>Teigne de la pomme de terre : lépidoptère Phthorimaea operculella</p>	<p>Sur tubercules :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apparition de fine galeries tapissées de soie et d'excréments ; - Au terme ultime de l'évolution, le tubercule disparaît sous l'action de pourritures secondaires, sèches ou humides bactériennes ou cryptogamiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Labours : de fréquents labours avant la plantation de façon à bien ameublir le sol et à pulvériser les mottes sont recommandés ; - Buttage des pommes de terre quand elles atteignent une belle taille sans pour autant craqueler le sol ; - A défaut d'un bon buttage, il faut réaliser une plantation profonde pour réduire le danger d'atteinte par les chenilles ; 20 à 25 cm étant la meilleure profondeur ; - Rotation culturale : ramène la pomme de terre sur le même terrain tous les 5 ou 6 ans. On évitera également le voisinage des cultures de pomme de terre avec l'aubergine qui représente un foyer permanent d'infestation ; - les tubercules seront ensachés et les sacs enlevés le plus rapidement possible surtout par les temps chauds ; - Hygiène culturale : évacuer les tubercules abimés ou petits et les fanes pour éviter les attaques de mildiou, éliminer les solanacées sauvages ; - Protection des tubercules stockés : tri des tubercules (prophylaxie) ; - Lutte chimique : utilisation des produits homologués par l'ONSSA. 	

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

<p>Pucerons <i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Aulacorthum solani</i> <i>Aphis nasturii</i></p>	<ul style="list-style-type: none">- les prélèvements de la sève entraînent de pertes de rendement ;- Transmission du virus Y et le virus de l'enroulement.	<ul style="list-style-type: none">- Utiliser des hyménoptères parasitoïdes ;- Ou des prédateurs spécifiques comme la coccinelle (consomme 60 pucerons par jour), les chrysopes (Jusqu'à 500 pucerons au cours de sa vie) et les syrphes (De 400 à 700 pucerons au cours de sa vie) ;- Lutte chimique : utilisation des produits homologués par l'ONSSA.	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

2.10. Contrôle des mauvaises herbes

Dans la culture de pomme de terre, les adventices utilisent l'humidité, les éléments fertilisants et la lumière et par conséquent ils réduisent le rendement, déprécient la qualité des tubercules, et maintiennent une humidité favorable au développement des maladies (en particulier du mildiou) et des ravageurs.

2.10.1. Utilisation des herbicides

a. Herbicides de prélevée

Linouren, métribuzine et prosulfocarbe sont des herbicides homologués au Maroc pour le désherbage de pré-levée des adventices et de la culture. Ces herbicides agissent sur les semences des adventices en cours de germination. Il ne faut pas oublier que l'application de ces herbicides de pré-levée nécessite : a) un sol bine travaillé (sans mottes) b) une humidité de sol suffisante et c) un matériel de traitement bien réglé.

L'irrigation après les traitements pourrait améliorer l'efficacité des traitements herbicides.

Le risque de phytotoxicité de ces herbicides sur pomme de terre n'existe que si la pulvérisation est trop proche de la levée de la culture, surtout si l'application est suivie d'une irrigation ou de précipitations abondantes.

b. Herbicides de post-levée

Rimsulfuron est un herbicide de post-levée des adventices et de la culture. Ce produit est efficace sur les très jeunes plantules adventices dicotylédones et graminées annuelles. Plusieurs herbicides anti-graminées sont homologués : cléthodime, cycloxydime, fluazifop, haloxyfop, propaquizafop, quizalofop, etc. ces herbicides sont réputés pour leur excellente efficacité sur différentes graminées annuelles comme les repousses de céréales, l'avoine stérile... mais, il faut faire attention à l'effet parapluie de la culture : toutes les plantules adventices cachées sous le feuillage de la culture ne vont pas recevoir une dose létale des herbicides.

Pour éviter la toxicité des herbicides de post-levée sur la pomme de terre, il ne faut pas traiter en cas de forte chaleur ($\geq 25^{\circ}\text{C}$). De même il faut éviter de traiter s'il y a un vent fort qui favorise la dérive et le déplacement des gouttelettes d'herbicides sur les cultures adjacentes sensibles.

2.10.2. Binages et buttages

Les opérations de binage et de buttage sont réalisées en vue de réduire les infestations par les adventices.

Le premier binage avec la sape est fait une à deux semaines après la levée de la culture. Il permet essentiellement l'aération du sol et la destruction des adventices. Un deuxième binage, également avec la sape ou la charrue à traction animale, est possible si nécessaire deux à trois semaines après le premier binage.

Le binage et le buttage avec le tracteur sont possibles, mais il faut a) équiper le tracteur de pneus étroits, et b) régler la bineuse de façon à éviter tout dégât aux feuilles, racines ou stolons. En fait, les dégâts retardent le développement de la culture et augmentent le risque des maladies.

Le mode de plantation en lignes jumelées irriguées goutte à goutte est pratiqué par certains producteurs. En plus des binages et des buttages à traction animale, ce mode nécessite de la main d'œuvre pour les opérations de buttage à la main entre les deux lignes jumelées.

L'arrêt des opérations de binage et de buttage à partir du troisième mois de la culture favorise dans certains cas le développement des adventices vers la fin du cycle de la culture. En cas de forte infestation par les adventices, le recours à l'arrachage manuel (ou avec la faucille) des adventices et des tiges aériennes de la pomme de terre sont nécessaires pour faciliter la récolte. La biomasse collectée est généralement utilisée pour l'alimentation du cheptel.

2.11. Récolte

La date de récolte dépend étroitement de la destination finale de la culture. Pour les pommes de terre destinées à la consommation en frais, trois critères importants déterminent la date de récolte : le calibre, la forme et l'apparence. En ce qui concerne la pomme de terre destinée à la transformation : frite, chips, et autres, le facteur composition est aussi important que la forme ou l'apparence du tubercule (Dean, 1994).

2.11.1. Défanage

Le défanage consiste en une destruction des parties aériennes, suivie d'un maintien en terre des tubercules avant la récolte. La destruction des fanes est obligatoire en production de plants, pour limiter la contamination des tubercules par les maladies à virus et produire des plants de petit et moyen calibre de valeur marchande plus élevée. Mais elle est également indispensable pour les autres types de pomme de terre pour limiter les risques de contamination des tubercules par le mildiou en fin de végétation, produire des plants de calibre souhaité et de teneur en matière sèche convenable, faciliter les travaux de récolte, favoriser la formation de l'épiderme et réduire la sensibilité des tubercules aux endommagements mécaniques.

Dans le cas de la pomme de terre de consommation, il est souhaitable de procéder au défanage. Alors qu'il est obligatoire de décroûter la durée de la culture en détruisant les fanes (enlèvement des tiges et des feuilles) pour les pommes de terre destinées à la production des plants.

Cette destruction des fanes qui intervient avant la récolte à maturité complète (en vert pour certaines variétés à chair ferme), durant la phase de sénescence du feuillage, est une opération jugée essentielle pour presque tous les types de culture de pomme de terre, en raisons purement phytotechniques liées à la grosseur, à l'état physiologique et notamment sanitaire, pour éviter la contamination des tubercules par des phytopathogènes d'origine aérienne ou tellurique.

Pour les pommes de terre de consommation, le défanage permet de contrôler le grossissement des tubercules et leur teneur en matière sèche en fonction de leur destination.

Pour les tubercules destinés au stockage, cette façon culturale favorise la subérisation (cicatrisation de petites blessures) et elle réduit par conséquent l'incidence de maladies ; les tubercules deviennent plus tolérants aux blessures mécaniques lors de la récolte.

La date de défanage est raisonnée en fonction de la destination du produit. Pour les pommes de terre à destination de l'industrie, on recherche des hautes teneurs en matière sèche, et le défanage doit être tardif, proche de la maturité physiologique de la plante. Pour d'autres productions, en particulier la consommation en frais, un défanage plus précoce (lorsque le feuillage est encore bien vert) est nécessaire pour limiter tant la teneur en matière sèche que la proportion de tubercules de gros calibre. Les tubercules sont maintenus deux à quatre semaines dans le sol avant la récolte.

La date de défanage peut être alors déterminée par des contrôles, au cours de végétation, du grossissement des tubercules, et leur teneur en matière sèche, tout en tenant compte du fait qu'en raison d'une légère reprise en eau des tubercules, le taux de matière sèche diminue d'environ 1 à 1.5% après défanage.

Le délai entre le défanage et la récolte est de deux à quatre semaines.

Trois types d'opérations de défanage sont possibles : le défanage mécanique, réalisé par des faucheuses, broyeuses ou arracheuses de fanes ; le défanage thermique (il reste peu utilisé mais est conseillé pour réduire l'utilisation d'intrants chimiques), et le défanage chimique.

2.11.2. Maturité

La maturité de la pomme de terre est fonction du temps écoulé depuis sa plantation et diffère selon la variété. La durée complète du cycle végétatif varie d'environ 80 à 150 jours. La maturité s'annonce par une couleur jaunâtre du feuillage. Au moment de la pleine maturité, on peut observer un fanage complet des tiges et des feuilles. Le tubercule se détache alors facilement de la plante, et la pelure ne se détache plus aisément par frottement du doigt.

Les principaux indices de maturité utilisés pour les tubercules de pomme de terre sont :

- Coloration, épaisseur et qualité du péri derme (peau) des tubercules à maturité, la peau est résistante et ne se décolle pas facilement.
- Floraison des plants (certaines espèces ne fleurissent pas et certaines fleurissent plusieurs fois avant maturité des tubercules).
- Début de jaunissement et de fanaison des tubercules avec chute des premières feuilles peut être accentué en utilisant des produits défanants.

2.11.3. Récolte

a. Récolte manuelle

La récolte peut s'effectuer avec une arracheuse. L'aligieuse permet de faire une récolte manuelle avec un tri sur le sol et la ramasseuse trieuse permet une récolte mécanique avec triage sur la machine. Le tri permet le calibrage (élimination des tubercules trop petits ou trop gros) et l'élimination des tubercules présentant des défauts (déformation, verdissement, attaque de taupins, tâches de maladies, blessures...).

Afin de limiter l'incidence de maladies après la récolte et de faciliter le travail, l'arrachage se fait de préférence par temps sec et avec beaucoup de soin pour éviter les blessures de la pelure des tubercules. Après l'arrachage, il est recommandé de laisser les tubercules se ressuyer au soleil pendant quelques heures dans le but de faciliter la subérisation. Éviter un soleil trop ardent et une exposition allant au-delà de quelques heures. Ensuite, on débarrasse si nécessaire les tubercules de la terre et on les trie. Les tubercules de plus de 50 g conviennent à la vente, ceux qui pèsent entre 30 et 50 g peuvent être conservés comme semences. Quant aux tout petits (la grenaille), ils peuvent servir à l'alimentation des animaux.

Il est préférable d'utiliser le crochet pour déterrer les tubercules; la sape provoque des blessures et réduit la qualité marchande du produit.

b. Récolte mécanisée

La récolte se fait à l'aide d'arracheuses mécaniques, dont les performances (vitesse de travail et prévention des endommagements) ont été considérablement accrues au cours des dix dernières années. L'opération consiste successivement à :

- soulever le billon dans lequel sont les tubercules,
- le désagrèger pour isoler les corps étrangers (mottes, pierres, fanes...),
- isoler les tubercules,
- les déposer sur le sol pour la mise en sac ou les vider en vrac dans une remorque.

Ces opérations sont réalisées le plus souvent en une seule fois à l'aide d'une machine comprenant un soc souleveur, un organe séparateur (souvent constitué d'un tablier élévateur formé de barres transversales et animé de mouvements de secouage) et un tapis roulant qui entraîne les tubercules vers la remorque (ou vers un organe trieur et ensacheur sur les machines les plus perfectionnées). Une autre approche peut consister à décomposer l'opération en deux phases : arrachage et mise en andains des pommes de terre, puis reprise de l'andain.

Des calibreuses à secousses ou rotatives permettent d'éliminer les petits tubercules (ou "grenaille", de calibre < 30 g) et de séparer les gros des moyens calibres.

2.12. Conservation des semences de pomme de terre

Pour assurer une bonne conservation, seuls les tubercules non blessés sont à conserver. Puisque le tubercule est un fragment de tige vivante, il continue à vivre pendant la période de conservation. Afin de maintenir son processus de vie, il faut un bon contrôle de l'environnement; température et humidité relative. Ces facteurs varient selon la destination du produit.

Les conditions idéales de conservation sont les suivantes:

Température: 2 à 4°C pour la pomme de terre de semences, 4 à 8°C pour la pomme de terre de consommation. Une température supérieure à 8°C pour favoriser l'accumulation des sucres réducteurs, facteur responsable de la coloration brune de pommes frites.

Humidité relative: 90 à 95% tout en évitant l'accumulation de CO₂ par ventilation.

2.12.1. Méthode de conservation

Il existe trois types de conservation de la pomme de terre :

a. Stockage traditionnel

Eu égard aux contraintes économiques et à l'insuffisance de capacité d'entreposage, voire le manque d'unités frigorifique dans certaines régions de productions, les agriculteurs utilisent encore les méthodes de stockage traditionnelles.

Ce type de stockage consiste en l'utilisation de structures simples, temporaires ou permanentes créant des conditions favorables pour une période de conservation ne dépassant pas 3 à 4 mois en moyenne. Ce qui correspond (ou est même supérieur) à la durée du repos végétatif de la variété, ce qui se traduit par un départ en germination des tubercules.

Pour les pommes de terre de consommation, l'obscurité est nécessaire afin d'éviter la production de la chlorophylle et la solanine (alcoïde toxique) en présence de la lumière, ce qui donne lieu à des tubercules verts. Quand la conservation se fait en tas, celui-ci ne doit pas dépasser une hauteur qui peut causer l'écrasement des tubercules sous l'effet du poids. En outre, les pertes dues aux maladies et ravageurs et à l'évolution physiologique du tubercule peuvent être considérables selon l'état des tubercules à la récolte et les conditions de stockage.

Parmi les méthodes traditionnelles, on peut citer :

- **Stockage dans le sol au champ (retarder l'arrachage)** : c'est une méthode simple, faisable uniquement pour une courte durée de stockage. Elle consiste à retarder l'arrachage et à garder les tubercules dans le sol jusqu'à 1 mois après maturation. Ce système est pratiqué dans certaines régions de production de pomme de terre d'arrière saison, mais il peut engendrer des pertes, parfois significatives à cause des pourritures et verdissement des tubercules ;

- **Stockage en tas (en vrac) sous les arbres de la forêt** : c'est une méthode très répandue pour le stockage de pomme de terre de saison dans les régions du Gharb et du Loukkous. Après la récolte, les pommes de terre sont mises en tas dans la forêt. On couvre le tas avec de la paille et éventuellement avec la fougère. Ce système ne permet, cependant, de stocker les pommes de terre que pour une courte durée ne dépassant pas 30 à 60 jours ;
- **Stockage dans des locaux en bois** : ce sont des structures simples et plus ou moins permanentes et confectionnées avec du matériau local, généralement des poteaux de bois, des roseaux et couverts de paille, de roseaux, de chaumes et même avec parfois des fanes de pomme de terre. Une grande porte d'un côté servira au chargement et déchargement des pommes de terre. La capacité de stockage peut varier de 100t à 2000t. cette structure peut être améliorée en incorporant des conduits d'air à la base des structures de conservation et des ouvertures au sommet des locaux. Les conduits d'air peuvent être constitués par des caisses de cueillette permettant l'admission de l'air ;
- **Stockage à la lumière diffuse** : c'est une technique utilisée uniquement pour les pommes de terre de semences. C'est une alternative pour la conservation frigorifique permettant le stockage pour une durée moyenne allant de 3 à 4 mois. La technique est simple et consiste à exposer les tubercules au rayonnement indirect.

Dans les entrepôts traditionnels reposant sur la ventilation naturelle (circulation de l'air par convection), la lumière peut être utilisée pour compenser les effets de température optimale de conservation.

En utilisant la lumière diffuse, on ne prolonge pas la période de dormance, mais on freine la croissance et l'élongation des germes.

L'exposition à la lumière diffuse donne des germes courts et robustes aux manipulations de la plantation et qui garantissent une levée rapide. Par contre, la conservation à l'obscurité donne des germes blancs, faibles, allongés et qui se cassent facilement lors de la plantation.

A part l'effet de l'effet de la lumière de réduire l'évolution des germes, on peut citer d'autres effets de moindre importance tels que le verdissement des tubercules. Ces derniers deviennent impropres à la consommation, ce qui impose leur utilisation comme semences. Le verdissement semble augmenter.

La résistance contre certaines maladies (pourritures molle et sèche). Par contre, l'exposition des tubercules aux rayonnements directs du soleil peut entraîner la déshydratation des tubercules.

Il est à noter que la lumière diffuse peut être aussi utilisée comme technique de pré-germination après un stockage frigorifique.

b. Stockage traditionnel amélioré

Les installations améliorées, bien qu'elles apparaissent onéreuses sont plus fiables et plus sûres au niveau du contrôle et de la maîtrise des conditions de la conservation des tubercules. Ces structures sont solides et permanentes, elles garantissent une meilleure protection de la production. Parmi ces structures, on cite :

- **Stockage dans un bâtiment ventilé** : la ventilation présente un grand intérêt dans la mesure où elle permet le ressuyage des tubercules, la cicatrisation des blessures après récolte et la limitation de risques de développement des pourritures. Dans cette structure de stockage, les chambres sont isothermes et équipées ou non de ventilateur et d'extracteur de l'air. L'admission de l'air froid le matin permet d'abaisser la température au niveau du local.

Quand les températures deviennent excessives (> 25 à 30°C), il est préférable de fermer les entrées d'air, pendant les heures chaudes pour garder la fraîcheur dans les entrepôts ;

- **Stockage dans un local ventilé et humidifié** : la différence par rapport à la première structure réside dans l'incorporation d'un système d'humidification statique. L'air à l'entrée du local passe sur un bassin ou un film d'eau permettant ainsi une augmentation de l'humidité dans le local. Ce système est important dans les régions où l'air est trop sec. Néanmoins, il existe plusieurs techniques traditionnelles pour l'humidification du local telles que la pulvérisation de l'eau sur le sol du local, l'emploi des torchons ou sacs en jutes et les humidifier fréquemment, l'emplacement dans le local des bassines ou seaux pleins d'eau.

Si le stockage est en vrac, la hauteur du tas ne doit pas dépasser 2 mètres surtout si la température et l'humidité ne sont pas contrôlées avec précision. Si le stockage est fait en caisses ou en palettes, la distribution de l'air ne doit pas offrir de passage préférentiel entre les caisses ou palettes pour que la température y soit homogène. La température du tas est progressivement descendue au niveau souhaité. Un thermostat permet alors le déclenchement automatique des ventilateurs dès que la température de l'air extérieure est inférieure de 2 à 3°C à celle du tas. Il faut éviter un refroidissement rapide qui crée une condensation de l'eau à la surface du tas.

Lors de la reprise du tas (à la vente), un réchauffement progressif jusqu'à 12°C est nécessaire pour éviter les blessures et le noircissement interne.

c. Conservation frigorifique industriel

Au Maroc, la conservation au froid est souvent décrite comme une méthode onéreuse pour le stockage de la pomme de terre à cause du coût de l'énergie.

L'utilisation d'un système de refroidissement mécanique permet d'obtenir un climat de stockage entièrement indépendant des conditions extérieures et, par conséquent, la possibilité de stocker pour une longue période.

Le système est basé sur la circulation de l'air froid à travers le tas de pomme de terre. Cet air se réchauffe en prélevant les calories dégagées par les tubercules, ce qui les refroidit. Cet air réchauffé est aspiré par un évaporateur qui à son tour le refroidit et le cycle recommence. Il s'agit d'une réutilisation continue de l'air, c'est un circuit fermé avec un minimum de renouvellement d'air (pour évacuation du CO₂ accumulé dans l'enceinte de stockage). Le système permet de contrôler la température et l'humidité.

Certes les faibles températures peuvent causer des dégâts de froid ou vitrescence mais sont surtout responsables de l'accumulation des sucres réducteurs au niveau des tubercules. Ces derniers ne sont pas appréciés chez la pomme de terre de consommation.

L'humidité relative à l'intérieur du local doit être autour de 90 à 95%.

Dans ce système, les pertes dues aux maladies et ravageurs sont très limitées car leurs agents causaux ne se développent pas à ces températures faibles.

La température de conservation dépend de la destination et de l'utilisation finale des tubercules :

- Pour les tubercules destinés à être consommés à l'état frais ou à être transformés en flocons (purée) : 7°C ;

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

- Pour les variétés utilisées en tant que pommes de terre salades : variétés à chair ferme : 5 à 6°C ;
- Pour les pommes de terre transformées en chips ou en frites : 9-10°C pour éviter l'accumulation des sucres réducteurs ;
- Pour les semences : le principal objectif est d'empêcher la germination et de maintenir leur faculté germinative : 2 à 4°C ;
- Pour un stockage de courte durée, un stockage sans ventilation peut être envisagé à condition que les tubercules soient secs et les blessures bien cicatrisées
- Pour les semences et après sortie de frigos, les tubercules doivent être entreposés à une température de 15 à 20°C et en lumière diffuse pour initier la germination et pour que les germes soient courts, trapus et résistants aux manipulations de plantation.

2.12.2. Précautions à prendre lors du conditionnement et d'entreposage

Au niveau des lieux de stockage, il faut procéder aux opérations du conditionnement et du calibrage des tubercules. Les calibres retenus pour la pomme de terre sont classés en fonction du diamètre équatorial du tubercule :

- Hors calibre : >11 cm
- Gros calibre : 8-11 cm
- Moyen : 5-8 cm
- Petit calibre : 2-5 cm
- Grenaille : <2 cm

Pour protéger les plants de pomme de terre durant leur conservation de toute attaque parasitaire, il faut traiter avec un insecticide chimique, genre : Malathion, Carbaryl, Deltamethrine ou biologique tel que *Bacillus thuringiensis*. (Chibane A., 2016).

3. Culture d'oignon

3.1. Les exigences agro écologiques

3.1.1. Température

La température optimale de germination est de 15-18°C.

La levée dure de 8 à 20 jours selon les conditions climatiques, elle est lente aux températures basses : 30 jours à 5°C.

Le zéro de végétation est bas : 1,5°C. La plante est sensible au gel pendant la phase d'installation surtout en situation d'humidité excessive.

La bulbaison est amorcée lorsque la photopériode dépasse un seuil critique (fonction de la variété) de 10 à 13 heures/jour pour les cultivars à jour court et 14 heures/jour pour les variétés à jour long. La montée à graine "bolting", correspondant à l'émission d'hampe florale, se fait en général sur bulbe de taille moyenne dépassant 20 à 25 mm, à des températures relativement basses (moins de 10°C). Un bulbe en phase juvénile (diamètre <17 mm) ne peut monter à fleur même sous des températures très froides. Les variétés à "jour long" répondent relativement avec rapidité à la montée en graine, sous le froid (4 à 10°C), par rapport aux cultivars à "jour court". Le bulbe entre en dormance à des températures basses (-1 à 4°C) ou élevées (> 20°C). Une humidité relative de l'air élevée (>70%) favorise l'enracinement du bulbe récolté et réduit ainsi sa qualité. L'optimale de germination a lieu à une température de l'air entre 23° et 27°C (initiation du processus entre 2 et 3°C). L'optimum de croissance se situe entre 20 et 24°C de l'air (minimum: 8°C; maximum: 30°C) et entre 10 à 30° C du sol. La culture résiste au froid jusqu'à -5 à -10°C pour le feuillage et au seuil de -15°C pour le bulbe. La vernalisation ou la levée de dormance, suivie d'une montée en graine, est provoquée par les basses températures (4 à 10°C) durant une longue période (4 à 8 semaines) (Skiredj et *al.*, 2002)

La plante est très exigeante en lumière surtout au stade "plantule". La bulbaison nécessite normalement un minimum de 10 heures de lumière par jour (caractère variétal).

3.1.2. Structure et texture du sol

L'oignon est une espèce peu exigeante du point de vue du type de sol. Cependant, il préfère un sol avec une bonne structure, filtrant ou bien drainé. Il craint l'excès d'eau, qui favorise les pourritures de bulbes, notamment durant l'hiver. Ces productions sont donc à proscrire en zone humide. L'oignon craint aussi la présence de matière organique fraîche ou insuffisamment décomposée.

Un sol acide entraîne des dégâts par fonte de semis dans le cas de semis en place (ou pépinière). Les attaques de nématodes peuvent être plus graves en sol argileux (40% d'argile).

La culture n'est pas exigeante en sols, à l'exception d'une texture argileuse pauvre en humus (contraintes d'adhésivité et de plasticité des argiles), alors que les sols sablo-limoneux bien fertilisés favorisent la précocité en plus de l'amélioration de la productivité (Skirjed A. et *al.*, 2002).

3.1.3. pH

Les oignons réussissent moins bien dans les sols dont le pH est inférieur à 6,5. Il est alors nécessaire de procéder à un chaulage approprié pour éviter des blocages avec certains éléments fertilisants. (BONNEMORT C., 2008).

Le pH convenable est proche de la neutralité (6,5 à 7,8). (Skirjed A. et *al.*, 2002).

3.1.4. Place dans la rotation

Il faut un minimum de 4 à 5 ans entre deux Allium pour se prémunir de certaines maladies et certains ravageurs comme le nématode du bulbe.

Pour des raisons sanitaires le précédent doit laisser peu de résidus de culture ou des résidus bien décomposés.

Ainsi, les rotations doivent être de 3 à 5 ans pour se prémunir des nématodes communs des tiges (*Ditylenchus dipsaci*) et de différents champignons (*Sclerotium cepivorum*, *Botrytis* ...). Ce délai de rotation inclut également les autres alliacées (ail, poireau ...). (Hallouin I., 2004)

Précédents favorables : céréales, pomme de terre, betterave, cultures sarclées

Précédents défavorables : autres alliacées, pois, luzerne, prairie (problèmes d'enherbement).

3.2. Variétés

Les variétés connues au Maroc sont la rouge des Doukkala et la jaune de Valence. Il faut faire attention au choix des variétés en évitant d'importer des variétés de jours longs qui nécessitent plus de 15-16 heures pour leur bulbaison; cette durée de jour n'est pas commune au Maroc; il faut plutôt choisir des variétés dont la photopériode critique est faible. Puisque l'oignon est une plante de jour long pour sa bulbaison, il suffit de dépasser la longueur de jour critique pour que le bulbe se forme, sinon, on n'aura que de la végétation (Skirjed A. et al., 2002).

3.3. Semis

Trois principales méthodes de mise en place peuvent être utilisées : le semis direct, la plantation de mottes ou de plants en racines nues et, pour les oignons de conservation, la plantation de bulbilles. Les cultures se font sous abri ou en plein champ pour les oignons frais bottes, en plein champ pour l'oignon de conservation. On peut planter sur paillage micro et macro-perforé pour les bulbilles et les mottes. (Hallouin I., 2004)

En semis direct, l'utilisation de paillage est impossible et la maîtrise de l'enherbement est plus difficile. Il est conseillé de réaliser le semis en ligne éclatée, les oignons sont plus homogènes et mieux formés qu'avec un semis en ligne simple.

La plantation en motte est réalisée avec des mottes de 4 cm de côté avec 3 à 4 graines par mottes (environ 3 bulbes par motte) ou avec des bouchons (plaque de 240 bouchons) avec un optimum de 2 bulbes par bouchon. La durée d'élevage des plants est de 30 jours environ en été à 60 jours en hiver. Elle dépend également de la taille du plant que l'on souhaite obtenir.

Pour les oignons de conservation, la plantation de bulbilles présente l'avantage de permettre un développement plus rapide de la culture et une récolte plus précoce, elle facilite également le désherbage. Cependant, avec cette méthode, la conservation post récolte serait moins bonne et la sensibilité au *Botrytis allii* plus importante.

La mise en place sur planche surélevée est recommandée pour le ressuyage et le réchauffement du sol, notamment en sol argileux, par exemple des planches de 140 cm avec 4 rangs par planche.

Tableau 5 : les méthodes de mise en place de l'oignon

Type d'implantation	Densité	Distance entre ligne	Nombre de graines ou plantes / ml	Distance entre motte ou plante	Profondeur de semis, de plantation
Semis direct oignon botte	80 à 100 plantes/m ²	30 cm	35 à 40 graines/ml		1 à 2 cm

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

			(5 à 6 kg de graines/ha)		
Semis direct oignon de conservation	50 à 80 plantes/m ²	30 cm	25 à 35 graines/ml		1 à 2 cm
Plantation en mottes oignon botte ou oignon de conservation	22 mottes/m ²	30 cm		15 cm entre mottes	Les mottes doivent être enterrées en plein champ pour une meilleure reprise
Plantation en mottes sur paillage 28 trous / m ² Oignon botte	28 mottes/m ²	25 cm		15 cm entre mottes	Les mottes doivent être enterrées pour une meilleure reprise
Plantation de bulbilles oignon de conservation	50 à 65 plantes/m ²	30 cm	16 à 20 bulbilles/ml	5 à 6 cm	
Repiquage de plants en racines nues oignon bottes	50 plantes/m ²	30 cm	20 plantes/ml	5 cm	Plantation à 2 – 3 cm maximum

(Source : fiche culturale oignon, juin 2004)

On distingue deux types d'implantation. Le semis de graines pour la conservation en raison des variétés disponibles et la plantation de bulbille favorable pour un développement plus rapide, qui favorise les interventions de désherbage. La densité de semis sur la ligne sera de 35 à 40 graines au mètre linéaire pour assurer un peuplement de 25 à 30 oignons au mètre linéaire. En bulbille, on visera une densité de 20 oignons au mètre linéaire (Ajaanid I., 2016).

La faculté germinative des graines se perd facilement si l'emballage des semences n'est pas hermétique. Il ne faut acheter que la semence d'une maison connue, avec l'emballage propre de la maison et de la variété. Le semis se fait en pépinière. Le substrat peut être constitué en terreau (60%) + tourbe (10%), en sable d'oued (15%) et en terre de jachère (15%), à raison environ de 20 l de mélange/m². La dose de semis est de 12,5 g/m². On procède ensuite à la confection des planches de semis. On couvre ces planches par le substrat fabriqué. Le peuplement adopté est de 200-250 mille pieds/ha. Après deux à 3 mois en pépinière, les plantules sont soigneusement arrachées (après humectation copieuse du sol) et sont transportées sur la parcelle destinée à la plantation. Cette parcelle doit être bien préparée (labourée, nivelée, roulée et billonnée). La plantation est effectuée aux arrangements de 60 cm x 3 cm. On peut confectionner des cuvettes à 4 ou 5 lignes, écartées de 30 cm. On laisse 3 à 7 cm entre plantes sur la ligne. On laisse également des passages de 50-60 cm entre cuvettes. Le travail de sol doit être profond afin de faciliter le grossissement des bulbes. Les lignes doivent être assez espacées entre elles afin de pouvoir faire le buttage. Le billonnage est ainsi préféré à la cuvette (skiredj et al., 2002).

La date de semis dépend du lieu de semis.

Tableau 6 : période de semis de l'oignon selon les zones du pays

Zone	Période de semis	Période de repiquage	Récolte des bulbes
Zone littorale	entre Août et Novembre	entre Novembre et Janvier	Avril-Juin
Zone intérieure du pays	Octobre-Novembre	Mars-Avril	Juillet et Août

(Source : El Alami F., 2009)

3.4. Travail du sol

Selon BONNEMORT C. (2008), une bonne préparation est un facteur important qui concourt à la réussite de la culture. Il repose au départ sur la qualité du labour qui devra être réalisé en tenant compte des caractéristiques propres à la terre de façon à présenter lors de sa reprise au printemps un ensemble friable mais sans excès pour éviter les phénomènes de compacité. On recherchera donc :

- En surface : une terre fine sans excès, si la battance est à craindre, mais suffisante pour assurer un contact étroit entre la graine et la terre
- En profondeur : un profil sans cavité

Le sol doit être parfaitement ameubli, drainé et enrichi d'humus. Un labour à 15 – 18 cm de profondeur suffit pour éviter la présence des adventices au semis. Cette préparation du sol doit être effectuée 2 à 3 semaines avant le semis ou la plantation. (Ajaanid I., 2016)

3.5. Fertilisation

✓ Matière organique

Il est préférable de ne pas apporter de matière organique peu compostée avant une culture d'oignon car cela risquerait d'augmenter la sensibilité de la culture aux différents agents de pourriture (Sclerotium). Par contre, les apports de matière organique réalisés sur les cultures précédentes seront favorables à la culture d'oignon si elle est bien décomposée.

✓ Fertilisation azotée

Le développement racinaire de la culture reste superficiel. Il convient de ne pas enfouir trop profondément la fertilisation.

Les apports azotés doivent être réalisés en fonction des besoins de la culture et des teneurs en azote déjà disponible dans le sol. Les excès d'azote sensibilisent les oignons aux maladies (mildiou, bactériose) et peuvent affecter la conservation (germination précoce, pourritures).

Les besoins azotés sont en moyenne de 100 kg/ha. Il est possible de fractionner les apports d'azote surtout en sol filtrant, par un apport en fond puis un apport dans les premier mois de culture avant le stade 5-6 feuilles. En effet, les besoins en azote sont plus faibles pendant la phase de maturation du bulbe. Des apports réalisés après le stade 5-6 feuilles pourraient entraîner des risques sanitaires (éclatement, mauvaise conservation).

Pour une culture de cébettes, plus courte qu'une culture d'oignons botte les besoins en azote seront moins importants. (Hallouin I., 2004)

✓ Autres éléments

Les apports de potasse peuvent être fractionnés également et effectués en fond et avant la bulbaison, car c'est à ce stade que les besoins sont les plus importants.

L'oignon est très sensible aux carences en cuivre et manganèse, il est sensible aux carences en zinc, molybdène et magnésie et assez tolérant en ce qui concerne le bore (Hallouin I., 2004).

✓ Exportation d'une culture d'oignon blanc et d'une culture d'oignon de couleur

Les besoins des cultures d'oignon blanc et d'oignon de couleur sont décrits dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Les besoins des cultures d'oignon blanc et d'oignon de couleur

Exportation d'une culture d'oignon blanc (Source fiche PEP Oignon blanc / SERAIL – CA Rhône Alpes)				
Eléments	N	P2O5	K2O	MgO
Exportations kg/ha	115	45	145	30
Exportations d'une culture d'oignon de couleur (Source Monographie Ctifl L'oignon de garde / SERAIL - CA Rhône Alpes)				
Eléments	N	P2O5	K2O	MgO
Exportations kg/ha	100 en moyenne	80	160	60

(Source : fiche culturale oignon, juin 2004)

La formule de fond est de 80-70-150 kg/ha, respectivement de N, P2O5 et K2O. La formule globale est de 250-100-350 kg/ha. La différence étant la fumure de couverture. L'azote peut être apporté sous forme d'ammonitrate, P sous-forme de supertriple et K sous forme de sulfate de potasse. On conseille la localisation manuelle des engrais au milieu de la raie. On peut faire jusqu'à 5 fractionnements de N et de K. L'apport de soufre est important pour l'oignon de conservation. L'élément S aide à la bonne conservation des bulbes (Skiredj et *al.*, 2002)

Un apport complémentaire d'engrais azoté peut s'effectuer à l'implantation. À la période de Mars-Avril, la minéralisation est lente et la disponibilité de l'azote sera progressive jusqu'au début de la bulbaison (stade 8 à 10 feuilles). Ainsi, un apport complémentaire de potasse et de magnésie voire de phosphore, pourra être éventuellement réalisé. Les besoins globaux de la culture sont estimés à 120 unités en azote, 80 unités en acide phosphorique, 160 unités en potasse. (Ajaanid I., 2016)

Le tableau suivant présente le programme de fertigation de l'oignon :

Tableau 8 : Programme de fertigation de l'oignon (kg/ha)

Stade de développement de l'oignon	Nombre de jours	Eléments (kg/ha)		
		N	P2O5	K2O
10 jours après semis ou transplantation jusqu'à stade 4 feuilles	15	13	22	10
Développement végétatif (du 4 feuilles jusqu'à 8 feuilles)	30	95	27	55
Début de bulbaison (du 8 feuilles jusqu'à 15 feuilles)	49	102	46	117
Développement du bulbe	49	41	6	168
Total	143	251	101	350

(Source : Borealis, 2017)

3.6. Irrigation

En général, la culture demande une bonne répartition des apports d'eau:

- (1) les variétés précoces exigent un volume d'eau total de l'ordre de 400 mm/cycle productif;
- (2) les variétés tardives en ont besoin d'environ 600 mm/cycle.

L'irrigation peut être pilotée par le bac classe A; on prend comme coefficient cultural 0,5-0,8 durant la période de transplantation-début grossissement du bulbe; 1 pour la période de grossissement du bulbe et on arrête l'irrigation durant la période proche de la maturité-récolte. (Skiredj et *al.*, 2002)

Selon Hallouin I. (2004), les besoins en eau de la culture augmentent à partir du stade 4 feuilles. La culture est très sensible au stress hydrique pendant la formation du bulbe. Le coefficient cultural va de 0.5 à 0.8 pendant la phase de croissance végétative (jusqu'au stade 4 feuilles). Il est autour de 1 pendant la bulbaison.

A titre indicatif, les besoins en eau d'une culture d'oignons blancs frais de jours courts sont estimés à 370 mm (Source BRL).

Pour un oignon de conservation, l'irrigation doit être arrêtée à l'approche de la maturation du bulbe, c'est à dire à partir du stade plant couché. L'arrêt des arrosages va stopper la croissance végétative, aider la maturation, mais aussi favoriser une récolte groupée et une meilleure conservation. (Hallouin I., 2004)

Pour limiter les problèmes sanitaires (mildiou ...) veiller à ce que le feuillage sèche dans la journée après l'arrosage.

L'oignon est une culture qui nécessite des conditions d'alimentation hydrique non limitant. Les besoins hydriques de l'oignon sont compris entre 450 mm et 650 mm. Le volume à apporter par irrigation et les fréquences d'apport se déterminent en fonction de la nature du sol, du stade de la culture et de la demande climatique. (Ajaanid I., 2016)

3.7. Désherbage

La culture de l'oignon couvre peu le sol et peut être fortement concurrencée par les plantes adventices.

Le désherbage sera réalisé en fonction du mode d'implantation de la culture, avec ou sans paillage. Sans paillage, les méthodes utilisées sont les mêmes pour une plantation en mottes, pour un semis direct et pour une plantation de bulbilles :

Tableau 9 : Méthodes de désherbage

Méthodes de désherbage	Caractéristiques
Faux semis	<p>✓ Avant mise en place de la culture (semis direct, plantation de bulbilles ...)</p> <p>Le faux semis est fortement conseillé. Les plantes adventices sont détruites par passage d'un outil en surface ou par désherbage thermique. Une solarisation peut être pratiquée avant les semis de fin d'été, début d'automne. La méthode de l'occultation peut-être aussi une méthode de désherbage avant semis.</p>
Désherbage mécanique en cours de culture	<p>En cours de culture sur des plantes bien racinées, des passages de bineuse ou herse étrille permettent de désherber en inter rangs. Attention cependant de ne pas abîmer le système racinaire présent sur les premiers centimètres du sol. Sur le rang, un désherbage manuel peut être nécessaire. Le binage permet également de garder une bonne structure superficielle du sol, essentielle en début de culture si semis direct.</p>
Désherbage thermique	<p>Le désherbage thermique peut-être utilisé en cours de culture car l'oignon supporte la flamme directe à certains stades de son développement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Du semis au stade crochet (stade A à B dans le tableau) (= début de la levée, le cotylédon sort de terre il est replié en forme de crochet). Attention cependant au stade crochet à l'intégrité du cotylédon qui est primordiale pour le devenir de la plante. • Du stade chute de la première feuille au stade début de la bulbaison

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

	(stade F à G)
Désherbage chimique	En agriculture conventionnelle, plusieurs produits sont utilisables en pré et en post levée. Une large gamme des produits chimiques sont utilisés pour le désherbage chimique. Parmi ces produits figurent l'acide sulfurique dilué, la Cyanamide à raison de 75 kg/ha, Dinosol 50, Prévanol 56, appliqués avant l'émergence de l'oignon (Skiredj, 1978 cité par El Alami F., 2009).

(Source : Fiche culturale oignon, Juin 2014)

Une bonne combinaison des interventions (faux semis, thermique, binage mécanique) sera la seule solution pour contrôler les mauvaises herbes. Le désherbage thermique permet de contrôler les premiers stades de la culture. Ces passages exigent une main d'œuvre importante (150 heures/ha). Les binages mécaniques peuvent commencer dès que les oignons sont suffisamment développés pour ne pas être enterrés (stade 2 feuilles). On réalise des binages réguliers (compter 3 passages) dans les entre-rangs. (Ajaanid I., 2016)












A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
									
se- mis	Germination croise	Fouet	Chute cotylé- don	4 ^e feuille	Chute 1 ^e feuille	bulbaison 8 à 13 feuilles	Epaississement bulbe	Plante cou- chée	Maturité du bulbe

Figure 2: Stade de développement de l'oignon



(Source fiche Culture biologique de l'oignon – SERAIL Chambre d'agriculture Rhône-Alpes)

3.8. Maladies


Tableau 10: maladies de l'oignon

Maladies	Symptômes	Méthode de lutte	Photo
<p>Mildiou</p>	<p>feuillage vert clair, taches allongées, apparition d'un duvet gris violacé (fructifications), jaunissement des parties atteintes, cassure de la partie supérieure des feuilles, réduction de la surface photosynthétique, d'où des pertes de rendement à la récolte.</p>	<p>Lutte chimique elle repose sur des traitements préventifs car il n'existe pas de traitements curatifs efficaces. La protection commence dès que les conditions climatiques sont favorables. Utilisation des produits de contact en général en début de culture puis utilisation des fongicides hauts de gamme dès le début de la bulbaison (stade le plus sensible à la maladie) pour bien protéger le bulbe en formation. La cadence des traitements varie en fonction des produits utilisés : entre 7 et 10 jours. Il est conseillé d'arrêter la protection au stade tombaison car à partir de ce stade, les attaques ne seront plus préjudiciables pour la culture.</p> <p>Lutte génétique Des variétés résistantes sont disponibles depuis quelques années sur une gamme encore restreinte mais la création variétale continue sur ce thème. Il convient néanmoins de prendre des précautions par rapport au caractère monogénique de cette résistance et de son contournement potentiel.</p> <p>Mesures prophylactiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matériel végétal : un trempage des plants dans de l'eau chaude (40°– 44°C) avant plantation permet d'éliminer les formes de conservation présentes sur les bulbes. • Choix de la parcelle : rotation au minimum de 4 ans recommandée, ne pas planter à proximité d'autres parcelles d'échalote ou d'oignon pour limiter les sources de contamination ou sur des zones mal drainées. • Conduites culturales : éviter les plantations trop serrées afin d'assurer une bonne aération sur les planches de cultures, raisonner la fertilisation azotée pour éviter les excès. • Eliminer les déchets de cultures qui sont des sources potentielles de la maladie et les adventices sur les planches de cultures afin de favoriser l'aération de la culture. 	



Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

<p>Brûlure des feuilles sur oignon (<i>Botrytis squamosa</i>)</p>	<p>Le champignon peut affecter tous les stades de la culture (du semis à la récolte). Les symptômes sont observés uniquement sur le feuillage, ils se manifestent sous forme de taches blanches rondes à ovales de 1 à 5 mm et légèrement en creux évoluant jusqu'au dessèchement des feuilles. L'infection commence au niveau des feuilles les plus âgées et à leur extrémité provoquant des brûlures, pour évoluer sur l'ensemble du feuillage. La maladie peut être confondue avec des brûlures d'herbicide ou des blessures</p>	<p>Lutte chimique Il est recommandé de traiter préventivement contre le <i>botrytis squamosa</i>, dès que le feuillage atteint 15 à 20 cm de hauteur</p> <p>Mesures prophylactiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des plants sains, en effet les bulbes peuvent être porteurs de l'agent pathogène • Favoriser les rotations longues, au minimum 4 à 5 ans entre deux oignons ou autre culture sensible. • Eviter les excès d'azote. 	
<p>Pourriture du collet sur Oignon</p>	<p><i>Botrytis allii</i> est une maladie qui se développe en cours de culture sur les Allium. Elle est responsable de pourritures en cours de stockage des bulbes.</p> <p>Sur Oignon, les symptômes sont essentiellement visibles lors de la conservation. Les dégâts se présentent sous la forme de moisissures gris-foncé sur les écailles allant jusqu'au cœur du bulbe si la maladie est avancée</p>	<p>Lutte chimique Il est recommandé de traiter en préventif dès le début de la période à risque soit 1 mois à 15 jours avant la tombaison.</p> <p>Mesures prophylactiques</p> <p>Afin de limiter l'incidence de la maladie et d'éviter les contaminations primaires, il est conseillé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • privilégier des rotations de 3 ans (voire 5 ans) entre deux alliacées ; • trier les bulbes avant la plantation ; • éliminer les déchets de cultures. 	

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques



Mildiou	feuillage vert clair, taches allongées, apparition d'un duvet gris violacé (fructifications), jaunissement des parties atteintes, cassure de la partie supérieure des feuilles, réduction de la surface photosynthétique, d'où des pertes de rendement à la récolte.	Lutte chimique elle repose sur des traitements préventifs car il n'existe pas de traitements curatifs efficaces. La protection commence dès que les conditions climatiques sont favorables. Utilisation des produits de contact en général en début de culture puis utilisation des fongicides hauts de gamme dès le début de la bulbaison (stade le plus sensible à la maladie) pour bien protéger le bulbe en formation. La cadence des traitements varie en fonction des produits utilisés : entre 7 et 10 jours. Il est conseillé d'arrêter la protection au stade tombaison car à partir de ce stade, les attaques ne seront plus préjudiciables pour la culture. Lutte génétique Des variétés résistantes sont disponibles depuis quelques années sur une gamme encore restreinte mais la création variétale continue sur ce thème. Il convient néanmoins de prendre des précautions par rapport au caractère monogénique de cette résistance et de son contournement potentiel. Mesures prophylactiques <ul style="list-style-type: none">• Matériel végétal : un trempage des plants dans de l'eau chaude (40°— 44°C) avant plantation permet d'éliminer les formes de conservation présentes sur les bulbes.• Choix de la parcelle : rotation au minimum de 4 ans recommandée, ne pas planter à proximité d'autres parcelles d'échalote ou d'oignon pour limiter les sources de contamination ou sur des zones mal drainées.• Conduites culturales : éviter les plantations trop serrées afin d'assurer une bonne aération sur les planches de cultures, raisonner la fertilisation azotée pour éviter les excès.• Eliminer les déchets de cultures qui sont des sources potentielles de la maladie et les adventices sur les planches de cultures afin de favoriser l'aération de la culture.	
----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques


<p>Brûlure des feuilles sur oignon (<i>Botrytis squamosa</i>)</p>	<p>Le champignon peut affecter tous les stades de la culture (du semis à la récolte). Les symptômes sont observés uniquement sur le feuillage, ils se manifestent sous forme de taches blanches rondes à ovales de 1 à 5 mm et légèrement en creux évoluant jusqu'au dessèchement des feuilles. L'infection commence au niveau des feuilles les plus âgées et à leur extrémité provoquant des brûlures, pour évoluer sur l'ensemble du feuillage. La maladie peut être confondue avec des brûlures d'herbicide ou des blessures</p>	<p>Lutte chimique Il est recommandé de traiter préventivement contre le <i>botrytis squamosa</i>, dès que le feuillage atteint 15 à 20 cm de hauteur</p> <p>Mesures prophylactiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des plants sains, en effet les bulbes peuvent être porteurs de l'agent pathogène • Favoriser les rotations longues, au minimum 4 à 5 ans entre deux oignons ou autre culture sensible. • Eviter les excès d'azote. 	
<p>Pourriture du collet sur Oignon</p>	<p><i>Botrytis allii</i> est une maladie qui se développe en cours de culture sur les Allium. Elle est responsable de pourritures en cours de stockage des bulbes.</p> <p>Sur Oignon, les symptômes sont essentiellement visibles lors de la conservation. Les dégâts se présentent sous la forme de moisissures gris-foncé sur les écailles allant jusqu'au cœur du bulbe si la maladie est avancée</p>	<p>Lutte chimique Il est recommandé de traiter en préventif dès le début de la période à risque soit 1 mois à 15 jours avant la tombaison.</p> <p>Mesures prophylactiques</p> <p>Afin de limiter l'incidence de la maladie et d'éviter les contaminations primaires, il est conseillé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • privilégier des rotations de 3 ans (voire 5 ans) entre deux alliacées ; • trier les bulbes avant la plantation ; • éliminer les déchets de cultures. 	

3.9. Ravageurs

Tableau 11: ravageurs de l'oignon

Ravageurs	Dégâts	Méthode de lutte	Photo
<i>Mouche mineuse</i>	Ils sont principalement dus aux larves qui minent les feuilles. Ils sont d'autant plus importants que la plante est jeune. Une forte attaque sur des oignons développés peut être aussi préjudiciable car les galeries réduisent l'activité photosynthétique et peuvent aussi être des entrées pour plusieurs maladies cryptogamiques ou bactériennes	Quand le plant est jeune (jusqu'au stade 5-6 feuilles), il faut traiter dès l'apparition des symptômes (galeries sur les feuilles) sous peine de perdre rapidement la culture	
<i>Les Thrips (Thrips tabaci, Thrips palmi et Frankliniella occidentalis.)</i>	Ils sont causés à la fois par les larves et les adultes. Ils attaquent l'épiderme des feuilles et sucent la sève des plantes. Cela provoque de petites taches blanches sur les feuilles. L'oignon est très sensible aux attaques de thrips entre la levée et le stade 5 feuilles. Lorsque les feuilles sont encore de petite taille, les piqûres de thrips peuvent dessécher la plante et compromettre fortement le rendement.	<p>Lutte chimique :</p> <p>Traiter sans tarder les zones où les populations sont supérieures au seuil.</p> <p>On recommande de faire systématiquement un second traitement 5 à 7 jours après le premier. Ce traitement a pour but d'atteindre les thrips qui étaient sous forme d'œuf (inséré dans la feuille) ou de nymphe (dans le sol) au moment du premier traitement. Cinq à 7 jours plus tard, refaire le décompte de la population pour vérifier s'il y a lieu d'intervenir à nouveau.</p> <p>Mesures prophylactiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Éviter de planter les oignons près des champs de foin et de céréales à paille. • Tondre fréquemment les bordures des champs et les zones enherbées. • Irriguer les champs d'oignons lors des périodes sèches. L'irrigation par aspersion, tout comme les orages forts, a pour effet de détruire un grand nombre de thrips. De plus, des oignons dont la 	

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

		<p>croissance est retardée par le manque d'eau sont davantage affectés par les thrips, la production de nouveau feuillage ne permettant plus de compenser pour la surface foliaire endommagée par l'insecte. On sait également que les surfaces foliaires touchées perdent plus d'eau par transpiration que les surfaces intactes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Détruire les oignons infectés. Les thrips peuvent survivre sur les collets des oignons durant l'entreposage de sorte que, par la suite, les repousses sur les tas de rebus au printemps peuvent leur servir de sites de multiplication. 	
<p><i>Le nématode des tiges <i>Ditylenchus dipsaci</i> Filipjev (Tylenchida: Tylenchidae)</i></p>	<p>Les individus se nourrissent des sucs cellulaires qu'ils aspirent avec leur stylet après avoir injecté leur salive dans les cellules. Les substances toxiques contenues dans la salive provoquent des nécroses et des déformations des tissus. Les attaques de <i>D.dipsaci</i> provoquent en général de symptômes de gonflement, de décoloration, de distorsion et de malformation des organes.</p> <p>Sur oignon et ail, les symptômes se traduisent par un jaunissement des feuilles et de la pseudotige, un gonflement de la pseudotige, une croissance en hauteur altérée, un rabougrissement des tissus de la base de la pseudotige, un écartement des écailles au niveau du plateau et un écartement des bulbes qui deviennent mous dans le cas de l'oignon.</p>	<p>Pour éviter d'introduire le nématode, inspectez les oignons à repiquer pour vous assurer qu'ils sont exempts de maladie avant la plantation. Si le nématode est présent dans le sol, la fumigation peut représenter un bon moyen de contrôle. Il importe d'enlever et de détruire entièrement les tas de déchets végétaux, les re-semis d'oignons et les adventices hôtes pour réduire l'incidence de ce nématode. En outre, une rotation des cultures sur quatre ans en utilisant des espèces non-hôtes telles que les épinards, les carottes, les betteraves, les crucifères, les laitues ou les céréales, s'est avérée efficace.</p> <p>Pour lutter contre les nématodes, il faut utiliser les produits homologués par l'ONSSA. Un seul produit est homologué par l'ONSSA et il s'agit de :</p>	

3.10. Récolte

La récolte de l'oignon est comme suit :

a. Récolte de l'oignon de conservation

La récolte de l'oignon de conservation est une étape primordiale pour la qualité de sa conservation. Une récolte au bon stade permettra d'éviter la germination et les attaques parasitaires en cours de conservation. Pour une qualité de conservation optimale un équipement est nécessaire pour le séchage et le stockage des oignons.

Si on dispose d'un équipement pour le séchage, l'oignon doit être récolté lorsque le feuillage est sec au deux tiers (3 à 4 feuilles vertes subsistent, le feuillage est tombé). C'est le stade d'arrêt de croissance, les racines ne retiennent plus le bulbe au sol.

Si on ne dispose pas d'équipement pour le séchage des oignons après récolte, la récolte des oignons sera alors réalisée plus tard à sur-maturité en veillant cependant à ce que les bulbes ne restent pas trop longtemps en terre car ils peuvent être attaqués par des champignons ou des insectes saprophytes.

La récolte s'effectue en trois temps :

- Coupe des feuilles à 12-20 cm au dessus des bulbes
- Soulèvement des bulbes qui sont ensuite mis en andains pour un séchage au champ pendant 5 à 7 jours s'il n'y a pas de pluie.
- Reprise des andains et chargement

Une fois récoltés, les oignons finiront de sécher en utilisant une ventilation mécanique ou naturellement si on ne dispose pas de matériel.

b. Récolte de l'oignon frais botte

Les cébettes et oignons sont récoltés manuellement pour ne pas abîmer les jeunes feuilles. Après épluchage et lavage, les cébettes sont vendues en bottes de 4-6 cébettes.

Les oignons sont récoltés en un ou plusieurs passages en commençant par les bulbes les plus gros. Ils sont vendus en bottes de 3-4 oignons. La première tunique des bulbes est enlevée et les oignons sont lavés. Les feuilles sont parfois coupées si le marché le demande.

Pour les oignons frais vendus en vrac. Les feuilles sont coupées au niveau du collet. Ce mode de commercialisation est moins courant mais certains oignons qui n'ont pas pu être commercialisés en bottes pourront être vendus en vrac même si le feuillage commence à se ramollir au niveau du collet.

3.11. Séchage

3.11.1. Pré-séchage au champ

Pour l'oignon de conservation, après arrachage et mise en andain, et en l'absence de pluie annoncée, un pré-séchage au champ de 5 à 7 jours, pour enlever le maximum d'eau du feuillage, commencer à résorber les collets, peut-être effectuer. En conditions à risques de pluie importants, si on dispose de ventilation, on n'hésitera pas à rentrer les oignons sans pré-séchage au champ. C'est le meilleur moyen qu'ils ne soient pas tâchées, terreux.

3.11.2. Séchage

Lors d'une récolte à l'optimum de maturité, le pré-séchage au champ doit être complété par un séchage avant mise en conservation.

❖ Séchage naturel

Sans équipement, le séchage peut se faire en étalant les bulbes sur une bâche sous un tunnel ou dans un bâtiment bien ventilé. L'efficacité de ce séchage est alors dépendante des conditions climatiques. Les manipulations et le travail sont plus importants. La qualité du résultat n'est pas garantie car, sans ventilation dynamique, le collet est plus long à sécher ce qui permet au botrytis, présent naturellement sur cette partie de la plante, de continuer sa progression vers l'intérieur du bulbe et les années les plus humides, de coloniser les écailles interne (plaques noires, écailles internes noirâtres). (Dansette T., 2011)

❖ Séchage forcé

Un séchage forcé garanti un meilleur résultat. C'est le seul moyen de lutte véritablement efficace contre le botrytis allii qui ne se développe qu'en stockage. En conventionnel, les traitements fongicides au champ sont inefficaces contre ce botrytis dont les inoculations furtives (sans symptômes) ont lieu au cours du cycle végétatif. (Dansette T., 2011)

Pour des volumes restreints, une installation simple de ventilation forcée avec un ventilateur dans un caisson permet d'atteindre facilement cet objectif à coût réduit.

Les caisses ou pallox sont disposés ou empilés sur les claires voies du caisson afin d'y être ventilées.

Les caractéristiques à respecter sont un débit d'air de 150 m³ d'air /h/ m³ d'oignon (environ 500 kg) à une pression de 10 mm CE (colonne d'eau) par m de hauteur de stockage afin que l'air puisse traverser correctement les oignons.

Au démarrage de la ventilation, l'optimum de température de l'air se situe entre 25 et 30° avec une hygrométrie de 65 à 80 %.

Après élévation à la température de consigne du volume stocké (25 à 30°c selon maturité), la durée de séchage est de 4 à 6 jours pour obtenir un feuillage sec, craquant et un collet qui ne roule plus sous les doigts et qui soit fermé afin de se prémunir efficacement contre le botrytis allii.

Une fois secs, les oignons sont maintenus et ventilés par intermittence pendant 15 jours à 3 semaines à 18-20°c afin de terminer et approfondir le séchage du collet et de le fermer correctement.

3.12. Conservation

3.12.1. Méthode de conservation

Les méthodes de conservation de l'oignon en bulbe sont comme suit :

❖ Méthode traditionnelle de conservation

La méthode traditionnelle de conservation de l'oignon en bulbe repose sur la confection de silos traditionnels composés de deux murs parallèle en pierres d'une hauteur de 100 cm chacun et espacés de 80 à 90 cm. La longueur du silo est déterminée en fonction de la quantité d'oignons à stocker et de la géométrie du terrain disponible. L'espacement entre deux silos est généralement de 3 mètres. Les oignons secs sont déposés entre les deux murs sur une couche de paille de 20 à 30 cm d'épaisseur. La hauteur du tas de bulbe peut atteindre 100 cm à la périphérie et 130 cm au centre du silo de façon à former une pente vers l'extérieur et éviter la stagnation des eaux de pluies. Les bulbes sont ensuite couverts par une autre couche de 10 à 20 cm de paille et un film en plastique souvent

de couleur jaune et bien attaché au mur par une ficelle plastique rigide. L'orientation des silos est généralement parallèle à la direction Est-Ouest qui est celle des vents dominants.

La gestion du silo de stockage de l'oignon consiste à enlever le film plastique pour aérer les bulbes lorsque la température ambiante est élevée et le remettre quand il fait froid ou bien quand il pleut.

❖ **Conservation à la température ambiante avec système de ventilation**

La ventilation consiste à faire circuler de l'air conditionné autour et entre les bulbes pour éliminer la chaleur, maintenir des conditions uniformes et limiter l'humidité et la condensation.

Ce dispositif de stockage peut être fait en vrac et dans ce cas des systèmes de ventilation sont conçus pour ventiler l'entrepôt à partir de la partie inférieure à un débit de 2 m³/min, par m³ d'oignon. Pour le stockage en cartons ou en bacs, l'air doit circuler librement entre les piles et dans cas les conteneurs espacés de 15 cm environ sont empilés parallèlement à la direction du courant d'air et chaque rangée reçoit une masse d'air suffisante à la base. Dans ce genre de dispositifs la température est généralement réglée par un réseau thermique commandant des registres qui assurent le mélange d'air froid extérieur avec l'air recyclé.

❖ **Conservation à froid**

Ce type de stockage nécessite la construction d'installations frigorifiques ou chambres froides avec contrôle de la température entre 0 et 1°C et de l'humidité relative entre 70 et 75%. Les oignons sont généralement placés dans des caisses ou des bacs réservés à cette fin.

❖ **Conservation à atmosphère contrôlée**

En plus du contrôle de la température et de l'humidité relative, un contrôle de l'atmosphère peut être ajouté. Il consiste à régler la concentration de l'oxygène entre 2 et 3% et celle de dioxyde de carbone entre 4 et 5%. L'atmosphère contrôlée permet de conserver les bulbes deux à trois fois plus longtemps qu'une conservation au froid normal, car elle bloque la germination et le développement des pathogènes tout en maintenant une fraîcheur adéquate et une meilleure fermeté des produits.

Cependant, l'étanchéité des chambres tout comme le bon fonctionnement de l'équipement frigorifique, demeurent deux conditions indispensables à une bonne conservation en atmosphère contrôlée.

3.12.2. Facteurs influençant la qualité de l'oignon pendant le stockage

Plusieurs facteurs conditionnent l'aptitude de l'oignon au stockage. Ces facteurs comprennent le cultivar, les techniques culturales, l'utilisation des inhibiteurs de germination, les conditions de post-récolte et les conditions de stockage.

a. Cultivar

Le choix du cultivar se fait selon la destination que l'on donne à la production : oignons verts, oignons secs, oignons déshydratés... Les variétés diffèrent selon leur aptitude au stockage, différence que l'on peut mesurer à travers : le pourcentage de matière sèche (MS), la force de l'arôme, la teneur en sucres, le nombre de tuniques et la profondeur de la dormance. (Aminatou, 2001).

❖ **Matières sèche et sucres**

Les oignons ont des teneurs en matière sèche qui varient entre 7 et 20%. Les variétés destinées au stockage ont généralement des teneurs en matière sèche de l'ordre de 11 à 15% (Currah et Proctor,

1990, a). Globalement, les sucres constituent 60 à 80% de la matière sèche (Anonyme, 1996). Tronickova (1969) cité par Jarnail et al. (1975) et Fosket et Peterson (1950) ont montré une corrélation significative entre la teneur en matière sèche et le pourcentage de germination. Les bulbes ayant une forte teneur en matière sèche sont plus fermes et donc plus résistants aux différentes manipulations. Ils ont généralement des tuniques plus épaisses et plus adhérentes. Ceci permet une réduction de la perte en eau par transpiration (Currah et Proctor, 1990, a cité par Elalami F., 2009).

❖ **Arôme**

En général, les oignons ayant une forte teneur en matière sèche sont aussi très aromatisés et ont une meilleure aptitude au stockage comparés aux oignons doux à faible teneur en matière sèche. Ceci peut être dû aux propriétés antibactériennes et aux extraits antifongiques des composés soufrés (Mikitzel et Fellman, 1994 cité par Elalami F., 2009).

❖ **Repos végétatif**

Le repos végétatif est un état durant lequel la plante ne peut croître quelles que soient les conditions du milieu extérieur. La dormance quant à elle, correspond à une absence de croissance due aux conditions défavorables du milieu extérieur. Elle est donc levée dès que les conditions de croissance et de développement redeviennent optimales.

A la fin du cycle, le dessèchement et la chute du feuillage suite au ramollissement du collet indiquent que les oignons sont bons à récolter. Ils ont entré progressivement dans une phase de repos végétatif. La profondeur de cet état est fonction de la variété et peut varier aussi selon le climat, le stade de récolte, l'effeuillage avant récolte, l'état sanitaire des bulbes et les conditions de stockage.

b. L'utilisation de l'Hydrazide Maléique pour l'inhibition de la germination

L'hydrazide maléique (HM) est un régulateur de croissance du groupe des diazines (Clément, 1981). Pulvérisé sur le feuillage des oignons 10 à 20 jours avant la récolte. L'HM est transporté par le phloème vers le bulbe où il se concentre au niveau du méristème terminal. Lors de la fin du repos végétatif du bulbe, les divisions cellulaires sont bloquées (Anonyme, 1996), ce qui inhibe la germination des bulbes et prolonge leur durée de conservation.

Le moment d'application de l'HM est critique : appliqué tôt sur la culture, il affecte la texture du bulbe qui perd de sa fermeté tandis qu'appliqué trop tard il n'empêche pas la germination des bulbes (Currah et Proctor, 1990, a). En pratique, l'HM est appliqué sur la culture 2 à 3 semaines avant la récolte correspondant au stade où 50% du feuillage est fané (Thompson et al., 1972). De nombreux travaux ont prouvé l'efficacité de l'HM sur le maintien de la qualité commerciale des bulbes.

Stallknecht et al. (1982) cité par Elalami F.(2009) ont trouvé que l'HM, appliqué à raison de 2,24 Kg/ha ou à raison de 1,68 Kg/ha, permet de réduire significativement le taux de germination des bulbes traités par rapport à ceux non traités, et ce après 6 à 8 mois de stockage à 5°C. L'HM a également permis de réduire l'émission de racines des bulbes et d'abaisser le taux de respiration des bulbes stockés à 10°C.

Salama et al. (1990) in Elalami F.(2009) ont montré que les oignons traités à l'HM à raison de 2,24 Kg/ha et stockés à 30°C présentent une perte en poids moindre comparés aux bulbes non traités à l'HM.

Dutta et al. (1991) in Elalami F.(2009) ont rapporté qu'une pulvérisation en pré-récolte de l'HM à 3000 ppm réduit significativement le pourcentage de bulbes pourris après 4 à 8 mois de stockage pour une température d'entreposage variant entre 20,6°C et 30,7°C.

c. Conduite de la culture

❖ **Irrigation et fertilisation**

Lors du stockage, les oignons qui, en cours de culture, ont reçu de fortes doses d'azote et des irrigations tardives présentent une forte incidence de pourriture (Wright, 1993). Cet apport excessif d'azote et les irrigations tardives induisent une augmentation de la succulence et du diamètre du collet du bulbe qui, ainsi, sèche plus difficilement (Vaughan, 1960 cité par Currah et Proctor, 1990, a).

❖ **Stade de récolte**

Il s'agit de trouver un compromis entre le rendement à atteindre et la qualité de l'oignon en conservation. Généralement, l'oignon est récolté lorsque 50 à 70% des feuilles sont fanées (Currah et Proctor, 1990, a). Les bulbes immatures présentent davantage de pourritures et ont de plus en plus grandes pertes en poids en cours de conservation (Currah et Proctor, 1990, a). Un arrachage tardif induit des pertes de tuniques et la propagation des agents pathogènes à partir des feuilles sénescentes. Les bulbes sont également plus sensibles aux pourritures notamment à la pourriture noire causée par *Aspergillus niger*. Cependant, la teneur des bulbes en inhibiteurs de croissance est plus élevée (Wall et Corgan, 1994).

❖ **Protection phytosanitaires**

Un certain nombre d'agents pathogènes affectent la culture d'oignon mais leurs dégâts se font sentir surtout durant la conservation des bulbes :

- Pourriture basale (*Fusarium oxysporum f.sp. cepae*) ;
- Pourriture du collet (*Botrytis allii*) ;
- Pourriture blanche (*Sclerotium cepivorum*) (Anonyme, 1996).

3.12.3. Moyens de limitation des pertes de conservation

Parmi les moyens de limitation des pertes de conservation, on cite :

a. Le choix variétal

La culture des oignons destinés à la conservation nécessite l'utilisation de variétés résistantes à la germination et à la pourriture. Ces variétés ont généralement des teneurs en matières sèches de l'ordre de 11 à 15% et sont de ce fait plus fermes et plus résistantes aux différentes manipulations. Ainsi, l'oignon rouge présente une excellente aptitude à la conservation vu sa teneur élevée en matière sèche.

b. Limitation de la germination

L'utilisation d'un régulateur de croissance du groupe des diazines qui est l'hydrazide maléique permet d'inhiber la germination des bulbes et prolonger leur durée de conservation sans affecter leur qualité commerciale. Cependant, la dose et le moment d'application de ce produit sont très critiques. Les études menées dans ce sens ont prouvé que l'application de l'hydrazide maléique à la dose de 2.24 kg/ha, 2 à 3 semaines avant la récolte (stade correspond à 50% de feuillage fané) permet de réduire significativement le taux de germination des bulbes. Ce régulateur de croissance diminue également l'émission des racines et la respiration des oignons.

c. Lutte chimique contre les agents de pourriture

En cours de végétation le respect des traitements phytosanitaires contre les agents de pourriture permet de réduire les pertes d'oignons en conservation. Les fongicides homologués pour cette fin sont à base de carbendazime, manèbe et mancoèbe.

d. Autre précautions de conduite de la culture

- Eviter l'excès d'azote et inclure le soufre dans la fertilisation étant donné que cet élément aide à la bonne conservation des bulbes.
- Arrêter l'irrigation un mois avant l'arrachage pour faciliter le séchage des bulbes.

e. En post récolte

Il faut :

- Respecter la durée du séchage au champ recommandée qui est de 1 à 2 mois.
- Trier minutieusement lors de la récolte et au moment du dépôt des bulbes dans les silos, en évitant les blessures, peut diminuer les pertes notamment dus à la pourriture.

f. Au cours de la conservation

L'amélioration du dispositif traditionnel peut réduire les pertes occasionnées lors de la conservation, d'abord par le traitement chimique de l'emplacement des silos notamment s'il est utilisé pendant plusieurs années. La diminution de la hauteur du tas de bulbes de 100 cm à 50 cm pour éviter le tassement avec la possibilité de superposer 2 à 3 strates de 50 cm, en séparant ces couches par des isolants.

4. Culture de tomate

4.1. Description botanique de la plante

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est une plante herbacée, annuelle, appartenant à la famille des solanacées (De Lannoy, 2001) et originaire de la région andine du nord-ouest de l'Amérique du Sud.

La plante peut atteindre 1m et plus. Elle présente une tige succulente et visqueuse, des feuilles alternes, pennées et composées avec des folioles ovoïdes à lancéolées à marge dentée, des fleurs en grappes sous forme de cymes latérales. Le fruit de tomate est une baie rouge ou de teinte variée (verte, jaune, tachetée, violacée ou autre). Les formes et les dimensions sont également très variables (Adjanooun et al., 1985). Les tiges, les feuilles et les jeunes fruits sont recouverts de poils simples ou glanduleux, qui confèrent une odeur caractéristique à la plante. La fleur est hermaphrodite. Le pistil est entouré d'un cône de 5 à 7 étamines à déhiscence introrse et longitudinale.

Selon les variétés, on distingue deux types de croissance des tiges. Les plantes à croissance indéterminée et les plantes à port déterminé (De Lannoy, 2001). Pour les variétés à port indéterminé, les bouquets floraux sont séparés par 3 feuilles et la plante peut croître ainsi indéfiniment. Ce type variétal est le plus utilisé sous serres et abris et nécessite un tuteurage vertical ; Concernant les variétés à port déterminé, les inflorescences sont séparées par deux feuilles, puis une feuille, avant de se retrouver en position terminale sur la tige. Ce dernier type est le plus rencontré dans les cultures de plein air et ne demande pas de palissage car les plants sont sous forme buissonnante.

4.2. Cycles de culture

Etant une plante d'origine tropicale, et donc, exigeante en chaleur, la culture de tomate est pratiquée dans les plaines intérieures du pays en tant que culture de saison : elle est installée à la fin de l'hiver (février à mars) et récoltée en été (juin à juillet). Elle fait appel souvent à des variétés à croissance déterminée, destinées à la consommation en frais ou à la transformation industrielle.

Lorsque la culture de tomate est pratiquée le long du littoral, entre la ville de Berkane dans la région de l'Oriental, et la ville de Dakhla, dans les provinces sahariennes, elle est conduite en contre-saison (en primeur). La plus forte concentration de ce type de culture est localisée dans la région du Souss-Massa (Agadir). Le cycle commence généralement aux mois de juillet-août, une entrée en production dès la mi-octobre et une fin de cycle vers mai-juin. La production est naturellement orientée vers le marché extérieur en frais. Les producteurs utilisent des variétés à croissance indéterminée et très productives. La culture est pratiquée essentiellement sous abris mais elle peut se pratiquer en plein air. Les rendements dépassent généralement les 200 tonnes à l'hectare (El Fadl et Chtaina, 2010).

Le secteur des primeurs occupe une place de choix dans l'économie agricole marocaine. De nature intensive, la culture des primeurs revêt une importance, à la fois économique et sociale, dans la mesure où elle procure une devise importante au pays, et constitue l'un des principaux débouchés pour la main d'œuvre agricole. En effet, un hectare de tomate nécessite près de 1400 journées de travail, avec, en moyenne, 4 à 5 ouvriers permanents par hectare et par jour.

4.3. Exigences Agro écologique

4.3.1. Exigences climatiques

a- La lumière

La tomate est exigeante en énergie lumineuse et un manque peut inhiber l'induction florale. De même, la réduction de la lumière baisse le pourcentage de germination du pollen. Pour la culture de tomate, l'éclairage a un impact négatif sur le développement des plants, surtout en présence de journées courtes et d'un ciel couvert, caractérisant la période allant de la fin de l'automne et jusqu'au milieu de l'hiver, dans la région du Souss-Massa.

b- La température

Le facteur le plus déterminant dans la production de la tomate est la température. Elle influence le rythme de croissance de la culture et les différentes phases de développement du plant. Les basses températures (<10°C) ralentissent la croissance et le développement des plantes, entraînent un raccourcissement des entre-nœuds, la formation d'un feuillage abondant au détriment de la production, une ramification des bouquets, des difficultés de nouaison et de formation des fleurs. Les grains de pollen formés dans des conditions de température favorables de l'air (13 à 25 °C) sont de bonne qualité, avec au moins 95 % de grains normaux. Et quand le pollen est formé à basses températures de l'air (7 à 8 °C), sa qualité est moyenne ou faible, quelque soit la température racinaire. Il semble donc que le froid agit directement sur la partie aérienne pour induire un avortement du pollen (Cornillon et Maisonneuve, 1985). Par contre, des températures très élevées risquent de favoriser le développement végétatif au détriment de la fructification. Les températures optimales sont comprises entre 20 et 25°C pendant le jour et 13 et 17°C pendant la nuit. De ce fait, la tomate est très thermopériodique.

Bien que réputée pour son hiver doux et ses températures clémentes, les régions de production au Maroc souffrent de temps à autre de périodes hivernales froides qui influent négativement sur la production de tomate, même conduite sous abris. Les effets les plus remarquables sont relatifs à la production de fruits creux, des fruits déformés, ou ceux présentant une maturité inégale et parfois même une pourriture apicale due à une déficience en calcium.

De ce fait, il existe une relation directe entre la température ambiante et la nutrition hydrique et minérale de plante. En effet, l'abaissement de la température de l'air réduit de 60 à 80% l'absorption de l'eau par la plante (Cornillon et Maisonneuve, 1985). D'un autre côté, l'absorption minérale dépend de l'interaction température des racines-température de la partie aérienne. Il faut une valeur suffisante de la température au niveau des racines et de la partie aérienne pour observer une nutrition normale. Si l'un des 2 facteurs se situe dans une zone de température défavorable, l'absorption est très affectée (Cornillon et Maisonneuve, 1985).

c- Humidité relative de l'air

Une humidité relative de 75 % est jugée optimale. Elle permet d'avoir des fruits de bons calibres, avec moins de gerçures et sans défaut de coloration (Polèse, 2007). Le stress causé par une longue période sèche provoque la chute des bourgeons et des fleurs et le fendillement des fruits. Par contre, une humidité trop élevée induit la croissance des moisissures et la pourriture des fruits (Shankara Naika et al., 2005).

4.3.2. Exigences édaphiques

En général, la tomate n'a pas de besoins particuliers en matière de structure du sol. Cependant, elle a une préférence pour les sols profonds, meubles, bien drainés, fertiles, ayant une bonne capacité de rétention d'eau. Une texture sablonneuse ou sablo-limoneuse est souhaitable (MADRPM, 1999).

4.3.3. pH

La culture de tomate préfère un sol légèrement acide ($5,8 < \text{pH} < 6,8$). Un sol à pH basique ($\text{pH} > 7$) peut bloquer l'absorption de certains micro-éléments par la plante, tels que Fe, Mn, Zn et Cu (FAO, 2010).

4.3.4. La salinité

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis à vis de la salinité. Cependant, la baisse de rendement atteint les 10% pour une salinité de l'ordre de 2,5 g/l et de 25 % pour une salinité de l'ordre de 4 g/l, avec une réduction du calibre du fruit.

4.4. Le matériel végétal

Durant ce siècle d'importants travaux de sélection et de création variétale ont été conduits dans nombreux pays. En effet, l'intérêt d'un hybride F1 a été constaté dès 1932, on a montré ultérieurement que l'hétérosis se manifestait surtout par une meilleure nouaison- particulièrement en conditions défavorables. Ceci explique le succès qu'ont connu dès leur apparition, vers 1970, les hybrides F1 dans la culture sous abri froid et au printemps. Cette méthode permet, en outre, d'accumuler assez facilement des gènes favorables, et en conséquent, de sélectionner rapidement pour les qualités agronomiques et de résistance aux maladies (Chaux C. et Foury C., 1994).

Les objectifs principaux de sélection peuvent être répertoriés :

- La résistance aux maladies : elle porte principalement sur le TMV, *Pseudomonas*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Cladosporium*, *Pyrenochaeta* ; elle s'est étendue aux nématodes et plus récemment à certains ravageurs.
- Accroissement des rendements : par modification du nombre et de la grosseur des fruits, mais également par l'aptitude à fleurir dans des conditions extrêmes de températures basses ou élevées.
- Amélioration de la qualité : on la conduit de manière différente selon la destination de la variété : tomate industrielle ou tomate fraîche (Chaux C. et Foury C., 1994).

Pour la culture de plein champ, les principales variétés utilisées au Maroc sont Daniela en cas d'absence de nématodes et Gabriela en cas de présence de nématodes (Walaly Loudyi D. et al., 2003).

En ce qui concerne la tomate industrielle, les variétés utilisées au Maroc font partie des deux principaux groupes de tomate, à croissance indéterminée ou à croissance déterminée. Les variétés à croissance indéterminée sont les plus utilisées (exemples: Saint Pierre; Casaque rouge; Marglobe; Montfavet; Monymaker). Les variétés à croissance déterminée sont aussi utilisées (exemples: Heinz;

Roma; Homestead). Les américains utilisent exclusivement des variétés hybrides (obtention de 1995), exemples: Hally, Heinz 8892, Brigade, Heinz 3044, Heinz 9280 (Skiredj A. et al., 2007).

En ce qui concerne la production sous serre pratiquée essentiellement dans la région du Souss - Massa, le profil variétal choisi par les producteurs est très large, et on y trouve les typologies suivantes :

- Tomate ronde résistance au TYLCV : dominée par les trois variétés : Pristyla, Retyna et Brentyla, suivies de granite et Twarga.
- Tomate ronde non Tylc : dominée par la variété Calvi, suivie de Brenda.
- Tomate grappe : est toujours dominée par la variété Pitenza.
- Tomate cocktail : dominée par Genio, suivie de Shieren.
- Tomate cerise : dominés par Catalina, suivie par Marinika et Nancy.
- Type Santa (plum) : plusieurs variétés, dominées par Angelle, Vitorino, Ministar, Luci Plus et Santawest.

En ce qui concerne le porte greffe, on trouve Superpro F1, suivi de Maxifort, Arazi, Emperador et Beaufort.

4.5. Production des plants

4.5.1. Semis

Les semis doivent se faire en plateaux alvéolés. Les besoins par hectare sont de 70 à 80 grammes de semences et 40 à 50 sacs de 80 litres de tourbe. Dans le cas du greffage, la quantité de semences du porte greffe et celle de la tourbe doivent être majorées de 20 à 30% compte tenu de la faible capacité germinative du porte-greffe. Pour assurer une bonne germination, les plateaux doivent être couverts d'un film plastique les 2 ou 3 jours qui suivent le semis. (Chibane, 1999).

La période de semis de la tomate primeur sous- serre débute vers mi- Juillet pour les précoces et s'étale jusqu'à fin septembre pour les tardives et les extra-tardives. En ce qui concerne la tomate de saison pratiquée en plein champs les périodes de semis peuvent aller du mi- février jusqu'au mois de mars.

Pour la production de la tomate industrielle, la pépinière est d'une utilisation courante; dans le Loukkos, la pépinière dépasse 500 ha pour une plantation sur 5.000- 6.000 ha de tomate industrielle. Parfois, le semis direct est effectué; il ne réussit que si des précautions sont prises (désherbage, remplacement des manquants, éclaircissage, bonne préparation du lit de semence...etc) (Skiredj A. et al., 2007).

4.5.2. Stade de transplantation ou de repiquage

La plantation s'effectue lorsque les plants ont atteint 3 à 4 feuilles vraies, soit 3 à 4 semaines après semis. Juste avant plantation, effectuer une pré-irrigation, surtout si le sol est sablonneux. Essayer d'assoiffer les plants 1 à 2 jours avant plantation. Pour la tomate industrielle, Le stade de repiquage en place définitive est 6-7 feuilles (après 30-40 jours en pépinière selon les conditions de chaleur régnautes) (Skiredj A. et al., 2007).

4.6. Installation de la culture

La tomate exige un sol bien ameubli en profondeur. Il est recommandé de procéder à un labour et un sous-soulage en cas de présence d'une couche imperméable, mais aussi pour faciliter le drainage des eaux.

Afin d'éviter l'apparition des mauvaises herbes, maintenir l'humidité au niveau des racines et assurer le réchauffement du sol, les bandes de sol ont été recouvertes d'un film de paillage plastique noir, de 50 microns d'épaisseur.

Les plantations de tomate deviennent de plus en plus denses pour des raisons telles que :

- Maitrise de techniques culturales.
- Irrigation fertilisante localisée.
- Amortissement rapide d'investissement.

La densité est de 23.000 à 25.000 plants/ha pour la culture en plein champ. Pour la culture sous abri, la densité de plantation préconisée est de 18.000 à 20.000 plants/ha, cependant, cette densité peut être réduite à 12.000 plants/ha environ dans le cas des plants greffés (conduits généralement en 2 bras) (Walaly Loudy D. et al., 2003).

L'arrangement des plants diffère, pour la tomate industrielle, selon le type de croissance de la variété; pour la croissance indéterminée, on laisse 1 m entre les jumelées, 0,7 m entre lignes dans la jumelée et 0,4 m entre plantes dans le rang; pour la croissance déterminée, on laisse 0,7- 0,8 m entre jumelées, 0,5 m entre les rangs et 0,3 m entre plantes dans le rang. La date de semis est Mai-Juin, en général (Skiredj A. et al., 2007).

4.7. Entretien de la culture

4.7.1. Irrigation

L'alimentation hydrique est un facteur essentiel de rendement et de qualité, à la fois par sa contribution à l'élaboration de la matière sèche et par ses répercussions sur la nutrition minérale (Choux et Foury, 1994).

La tomate est une plante assez sensible à la fois au déficit hydrique et à l'excès d'eau. Le manque d'eau et, plus encore, sa disponibilité irrégulière ralentissent l'absorption du magnésium et surtout du calcium, provoquant, dans ce dernier cas, la nécrose apicale du fruit (blossom end rot) (Chibane, 1999), puis du phosphore et de l'azote (Choux et Foury, 1994) conduisant à un affaiblissement de la plante et donc à un faible rendement. Par ailleurs, la surabondance répétée d'eau entraîne l'azote en profondeur jusqu'à 1cm/mm de pluviométrie en sol sableux. Il en résulte des excès temporaires suivis de déficits au niveau des racines.

Les stades où les besoins en eau sont critiques se situent entre la floraison, la nouaison et le grossissement des fruits. En effet un stress hydrique au stade floraison, provoque une coulure des fleurs et une mauvaise nouaison (Chibane, 1999).

La stratégie d'irrigation la plus commune consiste donc à arroser pour reconstituer la réserve en eau facilement utilisable (RFU) lorsque celle ci est épuisée. Cette dernière est épuisée lorsque la

différence entre les pertes cumulées par évapotranspiration et les gains cumulés par pluviométrie et arrosage est égale à la RFU. Cette approche repose donc sur une évaluation du bilan de l'eau dont la principale composante est l'ETR (Urban, 1997).

❖ **Tomate plein champ**

L'irrigation doit être continue durant le cycle cultural. Il faut éviter les à-coups d'apports d'eau afin de sauvegarder la vigueur des plantes et la qualité des fruits formés (lutte contre la pourriture apicale). Les besoins en eau de la culture peuvent être couverts par des apports de 25 % des besoins globaux durant la phase végétative, 50 % durant le pic des cueillettes et 25 % à la dernière phase des cueillettes. Le sol doit être toujours porté à sa capacité au champ. Une erreur dans la conduite de l'irrigation provoque l'éclatement des fruits et leur exposition à la nécrose apicale (Skiredj, 2005).

Les doses d'irrigation de la tomate durant le cycle cultural figurent dans le tableau ci dessous.

Tableau 12: Les doses d'irrigation de la tomate durant le cycle cultural.

Période	Dose (L/plant/jour)	Dose en m3 /ha
Août - septembre	0,5	549
Octobre- Novembre	1,0	558
Décembre- février	1.5	2484
Mars - avril	2,0 à 2,5	2196 à 2745
Total		5787 à 6336

Source : Chibane 1999

❖ **Tomate sous serre**

Sous les conditions pédo-climatiques marocaines, sur la base d'un cycle de 9 à 10 mois et d'une densité moyenne de 18.000 plants/ha, les besoins en eau de la tomate sous serre conduite en irrigation goutte à goutte sont de l'ordre de 7.000 m3 /ha repartis par période (tableau 2) (Chibane, 1999).

Le calcul des besoins de la plante en eau dépend de la valeur de l'ETP qui est liée uniquement au rayonnement global à l'intérieur de l'enceinte (Rg). Selon O. de Villèle, la formule suivante donne la valeur de l'ETPs :

$$ETP_s = 0,01117 R_g$$

On adopte le plus souvent les coefficients culturaux suivants :

Tableau 13: coefficients culturaux selon le stade de la culture de tomate

Stades	Coefficients culturaux
Plantation- pleine croissance	0,5-0,9
la floraison du 4ème bouquet jusqu'à 3/4 de la récolte : grossissement des fruits	1,0
au-delà du stade précédent	0,7-0,8

Source : (Choux Cl. Foury Cl. (1994).

En sol lourd, on peut rationner quelque peu la plante au début de la phase de grossissement du fruit (K = 0,7-0,8 au lieu de 1), car la l'infiltration de l'eau se fait lentement.

On se contente souvent d'une détermination hebdomadaire de l'ETP bien que cela paraisse insuffisant, sous abri surtout.

Les doses et les fréquences d'irrigation sont fonction de la RFU. En sols sableux, il convient, afin d'assurer la plus grande régularité possible d'alimentation surtout en été, à cause des risques de nécrose apicale, de diminuer les doses et d'augmenter les fréquences.

4.7.2. Fertigation

Sous les conditions pédo-climatiques marocaines, les normes d'exportation de la tomate (fruit + appareil végétatif) en unités/tonnes de fruits sont les suivantes (Chibane, 1999):

Tableau 14: les normes d'exportation de la tomate en unité/tonnes de fruits.

Eléments	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Exportation (Unité/T)	2.8	0.85	6	2.8	1.3

Source : Chibane 1999.

Alors que les exportations pour l'ensemble de la culture, d'après Choux et Foury (1994), varient considérablement avec la durée du cycle, les rendements, le type de culture et les techniques qui s'y rapportent : irrigation et taille notamment. C'est ainsi que :

- L'ébourgeonnage diminue les consommations de P₂O₅, K₂O et MgO ;
- Le paillage plastique abaisse, à l'unité de rendement, celles de N, P₂O₅ et K₂O, mais augmente celle en MgO.

❖ Tomate plein champs

En ce qui concerne la fumure de fond, les doses de l'apport de fond doivent être déterminées en fonction de la richesse du sol, connue par analyses chimiques. Zuang (1982) a cité que la tomate aime bien le fumier, et pour éviter des excès d'azote, il faut éviter de dépasser 40T/ha.

La fumure d'entretien de la tomate plein champ a connue un développement important. Pour des rendements de l'ordre de 50 t/ha, les exportations en kg/t de fruits se situent, selon les auteurs, à l'intérieur des valeurs suivantes et ne permettant de fournir que des ordres de grandeur :

Tableau 15: les exportations en kg/t de fruits, pour des rendements de 50T/ha.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
2,3 – 5,8	0,8 – 1,9	3,9 - 8	2,5 – 5,6	0,6 – 1,4

Source : Choux Cl. Foury Cl. (1994).

Les besoins en potasse et en azote sont donc très élevés.

En plein champ et en été, seulement 20% d'entre eux sont concernés dans les 35 premiers jours du cycle ; 50% au cours des 75 à 90 jours suivants. Le fractionnement des apports d'engrais s'impose donc (Tableau 5).

Tableau 16: Fractionnement recommandé des apports minéraux en % du total : Calculé selon le principe de la restitution

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
A la plantation	10	50	30	50

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

A la floraison du 1 ^{er} bouquet	10	-	20	-
3 ^{ème} bouquet	15	25	10	-
Lors de la 1 ^{ère} récolte	10	25	10	20
Au cours des 3 semaines suivantes	10x3		10x3	10x3
4 ^{ème} à 8 ^{ème} semaines suivantes	5x5			

Source : Choux Cl. Foury Cl. (1994).

D'après Choux et Foury (1994), les rendements de la culture de tomate varient, selon la durée du cycle, de 40 à 60 t/ha pour le plein champ, les exportations sont considérables et requièrent des apports fractionnés notamment en azote et potasse.

❖ **Tomate sous serre**

Zuang (1982) a cité que la tomate aime bien le fumier, et pour éviter des excès d'azote, il faut éviter de dépasser 40T/ha.

Skiredj (2005) a cité qu'un apport de fond peut comprendre 50-60 T/ha de fumier et une fumure minérale dont les doses doivent être déterminées en fonction de la richesse du sol ; généralement 100 kg N/ha + 200 kg P₂O₅/ha + 250 kg/K₂O sont recommandés.

La relation qui existe entre les quantités de l'engrais considéré et le volume de la production traduit la réponse de la culture aux apports d'engrais (Bachta T., 1996).

D'après Choux et Foury (1994), les rendements de la culture de tomate varient, selon la durée du cycle, de 100 à 300 t/ha sous abri, les exportations sont considérables et requièrent des apports fractionnés notamment en azote et en potasse (voir Tableau 6).

Tableau 17: les concentrations recommandées en éléments dans l'eau d'irrigation (g/m³) pour la culture de tomate.

Elément	N	P	K
Teneur	150 -180	30 - 50	200-250

Source: Papadopoulos (1996).

L'irrigation fertilisante hebdomadaire a facilité grandement les opérations et elle a permis de mieux ajuster les équilibres N-P-K-Mg et de compléter aisément la solution nutritive avec des oligo-éléments.

4.7.3. Autres travaux d'entretien




- **Palissage** : Il commence dès que les plants atteignent une hauteur de 20 à 30 cm, il consiste à enrouler une ficelle doucement autour de la tige dans le sens de l'aiguille d'une montre. Au cours du palissage, on doit éviter l'enroulement de la ficelle sur les bouquets et la cassure du bourgeon apical. Le palissage a pour but d'augmenter la longévité des plants, faciliter la circulation de la sève en vue de mieux tirer profit de la lumière et bien alimenter la partie aérienne.
- **Ebourgeonnage** : Il consiste à éliminer tous les bourgeons axillaires et les autres gourmands afin d'éviter la compétition vis-à-vis de la nutrition et la lumière ; il peut être effectué manuellement avec des couteaux ou des sécateurs.



- **Couchage** : Il permet d'abaisser, incliner puis coucher les plantes dans un même côté tout en évitant leur cassure. Il se fait normalement lorsque les plants dépassent largement la hauteur du support horizontal. Selon El Fadl et Chtaina (2010), un plant de tomate sera couché sur environ 5 à 6 m de longueur à la fin du cycle de la culture.
- **Effeillage** : Il consiste à éliminer manuellement durant tout le cycle les feuilles basales âgées ou malades car elles peuvent priver les fruits de certains éléments, notamment le calcium, nécessaire pour la multiplication cellulaire et la fermeté.
- **Eclaircissage** : Il a pour but d'éliminer les fruits malformés ou présentant des symptômes quelconques pour améliorer le calibre. C'est une technique appliquée pour chercher un équilibre entre le nombre de fruits produits et la croissance végétative. Selon Benton (1999) l'éclaircissage tend à augmenter la taille des fruits non récoltés et celle des bouquets inférieurs dont les fruits voient leurs calibres augmenter, ce qui permet un rythme de croissance favorable pour la tomate.



4.8. Maladies et ravageurs de la tomate

Malgré l'utilisation de variétés hybrides, résistantes aux nématodes et aux maladies vasculaires (fusariose et verticilliose), la culture de tomate demeure sujette aux attaques d'autres maladies et ravageurs occasionnant parfois des dégâts très importants. Les principaux symptômes et dégâts des maladies et ravageur ainsi que leurs moyens de lutte sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 18: les maladies et ravageurs de la tomate: Symptômes, dégâts et moyens de lutte



	Symptômes et dégâts	Moyens de lutte	Photo
Maladies cryptogamiques			
Alternaria	<p>Sur feuille: Apparition de taches arrondies noirâtres montrant des cercles concentriques. Des taches chancreuses peuvent se manifester sur tige.</p> <p>Sur Fruit: la maladie s'attaque en premier lieu aux sépales qui se nécrosent, puis passe aux calices.</p>	<p>Utilisation des variétés résistantes, destruction des fanes des cultures précédentes, rotation culturale adéquate, aération des tunnels, traitement chimique</p>	
Oïdium	<p>Apparition de taches jaunes sur la face supérieure des feuilles, et d'un duvet blanc sur la face inférieure, Après jaunissement des feuilles, elles se dessèchent et tombent. Une malnutrition minérale accentue la maladie. La maladie ne se manifeste jamais sur fruit.</p>	<p>Assurer une bonne aération des serres pour éviter l'excès de chaleur, éviter les assoiffements des plants, supprimer les feuilles basales attaquées par la maladie, stimuler la croissance par un apport azoté, traitements chimiques</p>	
Mildiou	<p>Apparition des taches jaunâtres qui brunissent rapidement. Sur la face inférieure des feuilles on voit un duvet blanc, grisâtre qui déssimine les spores. Les tiges attaquées noircissent et la plante meurt en quelques jours.</p>	<p>Eviter les excès d'azote et d'eau, bonne aération des tunnels, élimination des plants malades, effeuillage régulier, traitements chimiques préventifs, alterner les produits pour éviter l'accoutumance</p>	



<p>Botrytis (ou pourriture grise)</p>	<p>Sur feuille et tige: Apparition des taches brunâtres accompagnées d'un duvet grisâtre. Ces taches peuvent évoluer en chancre sur tiges et pétioles. Sur fruit, on observe une pourriture molle grise. Chute des fleurs et fruits.</p>	<p>Réduire les sources d'infection, destruction des débris végétaux, choix de variétés résistantes, éviter l'excès d'eau, éviter l'excès d'azote, aération adéquate des serres, traitement chimique, en préventif (essayer d'alterner les produits de la famille benzimidazoles et les dicarboximides). En culture biologique, la bouillie bordelaise s'avère efficace pour la lutte contre la pourriture grise de la tomate. L'utilisation de certains champignons antagoniste est très efficace, la pulvérisation des plantes avec <i>Trichoderma Harzianum</i> ou le champignon <i>Gliocladium Roseum</i> a donné de bons résultats sur la culture de la tomate.</p>	
<p>Maladies bactériennes</p>			
<p>Chancre bactérien</p>	<p>Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total. Des coupes longitudinales sur tige et pétioles montrent des stries brunâtres. En cas de forte chaleur et HR élevée, on observe des chancres ouverts sur tiges et pétioles. Sur fruit, se forment des taches blanchâtres, dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair, d'où le nom de "oeil d'oiseau"</p>	<p>Eviter les terrains infestés Aération convenable des serres Eviter l'apport excessif d'azote Eviter les excès d'eau Eliminer les plants malades Appliquer des fongicides à base de cuivre qui ont un effet bactériostatique Désinfection des abris-serre avant plantation Utilisation de semences certifiées Traitement de semences Variétés résistantes</p>	

<p>Moucheture de la tomate</p>	<p>Sur feuillage: Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. Ces taches peuvent se joindre et forment une plage nécrotique brune-sombre. Les folioles se dessèchent et tombent. Si l'attaque est précoce, on assiste à une coulure importante des fleurs. Sur fruit, on observe des taches brunes nécrotiques.</p>		
<p>Gale bactérienne</p>	<p>Apparition des taches brunâtres relativement régulières entourées d'un halo jaune. De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles. Sur fruit, de petits chancre pustuleux apparaissent et prennent un aspect liégeux.</p>		

Elaboration des référentiels techniques et technico-économiques

<p>Viroses (TYLC V)</p>	<p>Ralentissement de la croissance Jaunissement des folioles Fruits petits et nombreux Enroulement des feuilles en forme de cuillère Rabougrissement des plants infectés</p>	<p>Lutte préventive contre le vecteur Bemisia tabaci Lutte biologique par l'utilisation de prédateurs naturels: Eucarsia formosa contre la mouche blanche Lutte culturale: éliminer les sources primaires et secondaires du virus, utilisation de filets étanches et utiliser les plants sains</p>	
<p>Nématodes à galles</p>	<p>Apparition de galles sur les racines des plants attaqués. La tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis la plante dépérit.</p>	<p>Eviter le sol infesté, désinfection avant plantation à l'aide de nématocides, utilisation de variétés résistantes, recours aux porte-greffes résistants</p>	
<p>Insectes et ravageurs</p>			
<p>Acarie</p>	<p>La face inférieure des folioles devient brune à bronzée. Sur fruit, la peau devient suberifiée et présente des craquelures.</p>	<p>Aération des tunnels, éviter l'assoiffement des plants par une irrigation régulière, assurer un bon binage pour éliminer les plantes hôtes, éviter l'excès de certains produits chimiques qui peuvent éliminer les prédateurs naturels et faire apparaître des résistances chez le ravageur, traitement chimique avec des acaricides</p>	

<p>Noctuelles</p>	<p>Les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante. Sur fruit, les larves creusent des galeries qui évoluent en pourriture, puis une chute prématurée des fruits attaqués.</p>	<p>Traitement insecticide à base de pérythrinoides (Deltametrine, permetrine etc..) en alternance avec les autres insecticides couramment utilisés</p>	
<p>Désordres physiologiques</p>			
<p>Nécrose apicale</p>	<p>Sur fruit, on observe une tache brunâtre qui se nécrose par la suite et provoque le dessèchement pistalaire du fruit qui devient sujette aux attaques des champignons. Les 2 ou 3 premiers bouquets sont les plus touchés par cette anomalie.</p>	<p>Apport d'engrais azoté à base de nitrates et de calcium Irrigation régulière, ébourgeonnage et effeuillage à temps, éviter l'irrigation avec des eaux saumâtres, traitement chimique avec les nitrates de chaux ou le chlorure de calcium</p>	
<p>Bouffissure Tomate creuse</p>	<p>Le fruit prend une forme triangulaire ou cordiforme. Les loges sont vides, présentant parfois peu de graines. La chair est moins épaisse.</p>	<p>Fertilisation potassique fractionnée, éviter l'apport excessif d'azote et de phosphore, Irrigation régulière, bonne fermeture des abris pendant la nuit au cours des mois les plus froids, amélioration de la nouaison par l'utilisation des vibreurs</p>	

<p>Eclatement</p>	<p>Au cours du grossissement du fruit, on observe des gerçures au niveau du collet qui peuvent évoluer, si les conditions deviennent favorables, en éclatement circulaire ou radial.</p>	<p>Irrigation régulière, aération judicieuse des abris fertilisation rationnelle, utilisation de variétés tolérantes</p>	
<p>Blotchy-ripening</p>	<p>Les fruits affectés présentent des plages verdâtres, irrégulières qui persistent même à maturité complète Une coupe longitudinale du fruit, montre un brunissement de péricarpe avec des vaisseaux liquéfiés.</p>	<p>Eviter l'excès d'azote, éviter l'excès d'eau, pratiquer un bon effeuillage et ébourgeonnage, surtout pour les variétés à forte densité de feuillage, aération régulière des abris-serres, éviter l'effet d'ombrage causé par des brise-vents ou des tunnels trop rapprochés</p>	

Source : Chibane A., 1999

4.9. Récolte et conditionnement

La **récolte** de la tomate sous serre se fait manuellement et elle est échelonnée sur plus de 5 à 8 mois. Le stade de récolte est fortement tributaire de la variété, des conditions climatiques, de la destination et des moyens de transport. La récolte doit se faire en temps sec, mais en dehors des heures les plus chaudes. Le recours au maintien des serres fermées pendant les mois de mars et d'avril afin d'accélérer la maturité engendre des pertes considérables sur la qualité (ramollissement et mauvaise coloration des fruits).

Si le marché local accepte l'écoulement en vrac de la tomate, le marché extérieur exige des critères stricts de conditionnement des fruits. Le choix du consommateur étranger est d'abord guidé par le calibre et le type d'emballage.

Le **calibrage** de la tomate est déterminé par le diamètre maximum de la section équatoriale du fruit. Les calibres autorisés à l'exportation selon les normes en vigueur sont les suivants:

Calibre I : 82 -102 mm de diamètre

Calibre II : 77 - 82 mm

Calibre III : 67- 77 mm

Calibre IV : 57- 67 mm

La tomate est conditionnée sous 2 types de **coloration**:

Coloration TR (40 % rouge maximum)

Coloration R (40 à 80 % rouge)

La coloration doit être rouge brillante, attrayante et uniforme pour tous les fruits.

Les tomates doivent être **conditionnées** et **emballées** de façon à assurer une protection convenable du produit. Chaque plateau doit porter les indications précises portant sur le nom de la variété, la coloration, le calibre, la catégorie, la marque commerciale, le code de la station et l'organisme chargé du contrôle (Chibane A., 1999).

Références bibliographiques relatives à la culture de la pomme de terre

- Abbad Andaloussi F., 2016. Les nématodes de la pomme de terre au Maroc In Les ennemis de la culture de pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. P41-54.
- Achbani E. et al., 2016. Protection phytosanitaire In la culture de pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. p 71-104.
- Achbani E., 2016. La culture de pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. pp 163.
- Achbani E., 2016. Les ennemis de la culture de pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. pp 216.
- Achbani E., 2016. Récolte de la pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. pp 163.
- Achbani E., 2016. Les maladies fongiques de la pomme de terre au Maroc In Les ennemis de la culture de pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. P41-54.
- Achbani E., Afechtal M., Ennaji M., 2016. Les maladies virales de la pomme de terre au Maroc In Les ennemis de la culture de pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. P41-54.
- Achbani E., Hafidi M., 2016. Le mildiou de la pomme de terre au Maroc In Les ennemis de la culture de pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. p21-40.
- Achbani E., Tahmiza R., 2016. Les maladies bactériennes de la pomme de terre au Maroc In Les ennemis de la culture de pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. P41-54.
- Chibane A., 1999. Techniques de production de la pomme de terre au Maroc. Transfert de technologie en agriculture. N° 52. Janvier 1999, pp 4.
- Chibane A., 2016. Caractéristiques botaniques, exigences écologiques et itinéraire technique de la pomme de terre In la culture de la pomme de terre au Maroc. INRA-Editions 2016, p15-24.
- Chibane A., 2016. La culture de la pomme de terre au Maroc In la culture de la pomme de terre au Maroc. INRA-Editions 2016, p25-46.
- El Ghazi K., 2011. Analyse de la filière de la pomme de terre dans la région de la Moulouya. Projet de fin d'étude. IAV II.
- El Iraqui AlHoussaini S., 2016. Les insectes de la pomme de terre au Maroc In Les ennemis de la culture de pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. p21-40.
- ELMAHDAOUI S., 2005. Filière d'exportation de la pomme de terre dans la région de Casablanca Enjeux et Perspectives. Projet de fin d'étude. IAV II. pp 166.
- Hamim A. et Mrabet R., 2016. Fertilisation minérale et organique de la pomme de terre : cas particulier de la zone du Loukkos. In la culture de la pomme de terre au Maroc. INRA-Editions 2016, p49-64.
- Hamal A., Chafik Z., 2016. Adventices et désherbage de la pomme de terre au Maroc In Les ennemis de la culture de pomme de terre au Maroc. INRA Editions 2016. p21-40.
- MOUGOULA I.G., 2005. Contribution à l'amélioration de la production de pomme de terre par pilotage de la fertigation : cas de Mnasra. Projet de fin d'étude. IAV II. pp165.
- Skiredj A., Elattir H., Elfadl A., 2002. La pomme de terre, la betterave potagère, l'oignon, la carotte. Transfert de technologie en agriculture. N° 98, Novembre. pp4.
- www.agrireseau.net
- www.plantdepommedeterre.org

Références bibliographiques relatives à la culture de l'oignon

- Ajaanid I., 2016. Comment réussir une bonne culture de l'oignon ? consulté sur <http://www.agrimaroc.ma/reussir-une-bonne-culture-de-loignon/>
- Aminatou N. 2001. Etude de l'effet de l'hydrazide maléique, de la température de stockage et de la variété sur la conservation de l'oignon *Allium cepa* L. Mémoire de 3ème Cycle Agronomie. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Complexe Horticole d'Agadir, Maroc. : 4-15.
- BONNEMORT C., 2008. Ail, oignon, échalote. Fiche technique. Chambre d'agriculture de l'Aude. pp6.
- Collin F. et Brun L., 2004. Produire des semences d'oignon dans un itinéraire agrobiologique. TECN'ITAB semences. FNAMS. pp16.
- Dansette T., 2011. Oignon, récolte, séchage et conservation. Fiches thématiques. Agriculture biologique. Chambre d'agriculture Rhône alpes, pp 4.
- ELALAMI F., 2009. Investigation sur les filières de la pomme de terre et de l'oignon dans la province d'El Hajeb : production et possibilités de valorisation industrielle. Projet de fin d'étude. IAV II. pp172.
- El Atiqy, M. 1996. Effet des prétraitements post-récolte et des conditions de stockage sur la qualité de l'oignon (*Allium cepa* L.) de la variété « rouge locale ». Mémoire 3ème Cycle Industries Agro-Alimentaires. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. : 52-57.
- El Kacimi, B, 1995. Investigation sur les techniques de culture et de stockage de l'oignon sec (*Allium cepa* L.) (Cas de la région de Meknès). Mémoire de 3ème Cycle Industries Agro-Alimentaires. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. : 30-35.
- El Yazidi Rachid, 1995. Investigation sur les techniques de culture et de stockage de l'oignon sec (*Allium cepa* L.) (Cas de la région de Meknès). Mémoire de 3ème cycle I.A.A., I.A.V. Hassan II, Rabat, Maroc. : 80-95.
- Hallouin I., 2004. Oignon botte et Oignon de conservation. FICHE CULTURALE OIGNONS. Chambre d'agriculture Rhône Alpes Juin 2014, pp16.
- Gourc D. Payet J-D., Monnier D., 2007. OIGNON Guide pratique Ile de La Réunion. ARMEFLHOR, pp 106.
- Leblanc M., 2002. Le thrips de l'oignon : un insecte difficile à réprimer. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Canada.
- Leblanc M., 2002. Le thrips de l'oignon : quelques pistes pour accroître l'efficacité des traitements. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Canada.
- SERRAR M. 2013.conservation traditionnelle de l'oignon à Elhajeb les pertes engendrées et les moyens de les limiter. Agriculture du Maghreb. N°67. Avril 2013. P 154-168.
- Skiredj A., Elattir H., Elfadl A., 2002. La pomme de terre, la betterave potagère, l'oignon, la carotte. Transfert de technologie en agriculture. N° 98, Novembre. pp4.
- <https://seminis.fr/informations/guides-des-maladies/oignons/stem-bulb-nematode/>
- www.e-makane.net
- www.arme-flhor.fr
- www.agro.basf.fr

Références bibliographiques relatives à la culture de la tomate

- Adjanohoum, J., L. Ake Assi, P. Chibon, DE Vecchy, E. Duboze, J. Eyme, JN. Gassita, E. Goudote, S. Guinko, A. Keita, B. Koudobgo, M. Lebras, I. Mourambou, E. Mve-mangome, MG. Nguema, JB. Ollome, P. Posso, et P. Sita. 1985. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques à la Dominique. Agence de coopération culturelle et technique, p : 400.
- Bachta, T. (1996). Evaluation économique de l'irrigation fertilisante. Fertilization- irrigation : fertigation. Advanced Short Course. ed. CIHEAM. 249-258
- Benton J. J., 1999 – Tomato plan culture. In the field, greenhouse, and home garden. Crop Science Gardening Horticulture. 199pt.
- Chibane A., 1999 - Fiche Technique: Tomate sous serre. Transfert de Technologie en Agriculture. N° : 57. 4p.
- Choux, Cl. Foury, Cl. (1994). Production légumière. Tome 3 : légumineuses potagères, légumes fruits. 145-231.
- Cornillon, P. et B. Maisonneuve. 1985. Effet de basses températures appliquées aux parties aérienne ou racinaire de la tomate sur l'absorption d'éléments minéraux et la fertilité pollinique
- De Lannoy, D. 2001. Légumes. Tomate. In Agriculture en Afrique Tropicale, Bruxelles, DGCI, p.503-512.
- El Fadl, A., N. Chtaina. 2010. Etude de base sur la culture de la tomate au Maroc : 2010. Projet GTFS/REM/ITA. FAO.
- FAO, Septembre 2010. Etude de base sur les cultures d'agrumes et de tomates En Tunisie.
- MADRPM, 1999. Fiche technique tomate sous serre.
- Papadopoulos, L. (1996). Micro irrigation/fertigation- application of fertilizers with the irrigation water. Fertilization-irrigation: fertigation. Advanced Short Course. ed. CIHEAM. 185-216.
- Polèse, J. 2007. La culture des tomates, Artemis edition.
-
- Skiredj, A. Elattir, H. et ElFadl A., La culture de tomate industrielle Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II. Département d'horticulture 2007.
- Skirej, A. (2005). Les fruits et les légumes au Maroc. <http://www.legumes-fruit-maroc.com>
- Urban, L. (1997). Introduction à la production sous serre : L'irrigation fertilisante en culture hors sol. Tome 2. p: 210.
- Zuang, H. 1982. La fertilisation des cultures légumières. Edition CTIFL, 378p



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