



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master II

Science de nature et de la vie

Option : Phytoprotection durable

Thème

***Effets comparés de l'apport d'engrais biologique sur
une glycophyte cultivée***

Réalisé par : BOUKEROUI KAHINA

Devant le jury composé de :

M^{me} OUTTAR F.	M.C.B	U.S.D.B.1	Présidente.
M^{me} ALLAL L.	Professeur	U.S.D.B.1	Promotrice.
M^{me} SABRI K.	M.A.A	U.S.D.B.1	Examinatrice.
M^{me} CHAOUATI K.	DOCTORANTE	U.S.D.B.1	Co-promotrice.

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2016/2017

Remerciement

Tout d'abord, je voudrai remercies le bon Dieu de m'avoir aidé et m'a donné la force et le courage afin d'accomplir cette thèse.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance et ma gratitude à M^m. Outtar pour avoir accepté de présider mon travail, sans oublier M^f. Mahdjoubi. Je vous remercie énormément.

Merci a Mm.Allal de m'avoir attribué le thème, d'accepter de m'encadrer et de m'avoir guidé pour bien mener cette thèse.

Je remercie également Mm.Chaouati de m'avoir aidé dans la réalisation de mon travail.

Je voudrais remercier aussi Mm. Sabri d'avoir accepté d'examiner mon travail . Sachez madame que grâce a vos remarques que je l'ai amélioré.

Je souhaite particulièrement remercier Mr. Fallag qui par ses paroles, ses conseils et ses critiques a guidé mes réflexions et a accepté de répondre a mes questions durant mes recherches .Un grand Merci pour vous Monsieur.

Un grand merci également a Amina, Ingenieur

Je remercie aussi ma belle sœur Meriem et mon beau frère Hichem pour m'avoir aidé à finaliser mon travail.

Enfin un grand merci a toutes mes amies en particulier : Wissam, Majda et Farah.

Dédicace

(À l'âme de ma belle-mère)

Djamila

À ma chère maman Lila

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse ALLAH, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

À mon cher papa adoré hamou

L'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour lui . Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation. puisse ALLAH vous accorder la santé le bonheur et la longue vie

À mon cher beau-père Rabah

Vous m'avez accueilli à bras ouverts dans votre famille.

En témoignage de l'attachement, de l'amour et de

L'affection que je vous porte .

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur,

Puisse dieu vous accorder longue vie et vous guérir inchalah

Merci pour VOTRE AMOUR et tous ce que vous faites pour nous

A mon très cher mari Fouad

Quand je t'ai connu, j'ai trouvé, mon ameceur et la lumière de mon chemin. Ma vie à tes cotés est remplie de belles surprises.

Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse sans égal, ton profond attachement m'ont permis de réussir dans mes études.

Sans ton aide, tes conseils et tes encouragements ce travail n'aurait jamais vu le jour.

Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein et que ce travail soit le témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.

A MA CHÈRE Sœur AMINA

C'est mon modèle, ma vie, ma sœur. Elle me complète à deux on ne fait qu'une seule personne . Tu es loin de mes yeux mais je te porte dans mon cœur je ne te l'ai jamais dis je te le dis aujourd'hui je t'aime ma chère grande sœur et je te souhaite tout le bonheur du monde dans ta nouvelle vie

A mon cher frère amine

Mon deuxième papa tu m'as toujours épaulé malgré ton dur caractère tu nous a toujours aimé et je sais que personne ne pourra nous faire du mal en ta présence je t'aime mon grand frère et je te souhaite tout le bonheur du monde

A MES BELLES SOEURS MERIEM KENZA MAROUA ET ZAHRA

vous êtes mes sœurs d'une autre maman je vous dédie ce travail et je vous remercie pour votre soutien moral et physique je vous aime de tout mon cœur

A MA COUSINE MA CONFIDENTE MA SOEUR DE COEUR DALILA

A MES BEAU FRERES HAMZA ET HICHEM

A MES NIECES KAOUTER ZINOUBA FERIOUL ET A AYA

MES NEUVEUX RABAH ET YOUSSEF

A toute la famille boukeroui bennour et chenouf

A mes chères copines Maroua Madjda Wissem et Farah

Kahina

Sommaire

Remerciement	
dédicace	
sommaire	
liste des tableaux	
liste des figures	
Introduction	1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Présentation de la plante : le concombre <i>Cucumis sativus</i> L	3
I.1. Généralités	3
I.2. Classification botanique du concombre.....	3
I.3. Caractéristiques morphologiques du concombre.....	3
I.3.1. Appareil végétatif	3
a. Tige et feuilles	4
b. Système racinaire	4
I.3.2. Appareil reproducteur	4
a. fleurs	4
b. fruits	5
c. Graines	5
I.4. Exigences édapho-climatiques	6
I.4.1. Exigences climatiques	6
a. Température	6
b. Lumière	6
c. Hygrométrie	6
I.4.2. Exigences édaphiques	6
I.5. Exigences nutritionnelles	7
I.6. Irrigation	7
I.7. Importance nutritionnelle et intérêt pharmaceutique, parapharmaceutique et alimentaire du concombre	7

Sommaire

I.7.1. Valeur nutritive du fruit du concombre	7
I.7.2. Intérêt pharmaceutique du concombre	8
I.7.3. Intérêt alimentaire	9
I.7.4. Intérêt parapharmaceutique	9
I.8. Production et intérêts agro-économique du concombre	9
I.8.1. Dans le monde	9
I.8.2. En Algérie	10
I.9. Maladies et ennemis du concombre	11
II. Généralité sur la fertilisation	12
II.1. Les nutriments dans le sol	12
II.2. Les propriétés du sol	13
II.3. Introduction à la fertilisation	14
II.4. Types de fertilisation	14
II.4.1. L'engrais comme fertilisant	15
II.4.2. L'amendement organique comme fertilisant	15
II.5. Ensembles fonctionnels de fertilisants et gestion des nutriments	16
II.5.1. Les ensembles fonctionnels	16
II.5.1.1. Les majeurs azotes	16
II.5.1.2. Les majeurs phosphore	16
II.5.1.3. Les majeurs potassiums	17
II.5.2. La fonction engrais	17
II.5.3. Inconvénients et avantages de la fonction « engrais »	18
II.5.4. La fertilisation organique: la fonction « amendement »	19
II.6. Le compostage	19
II.6.1. Définition.....	19
II.6.2. Le Co-compostage	20
II.7. Processus du compostage	20
II.8. Les types de compostage	22
II.9. La compostière et paramètres de compostage	23

Sommaire

II.10. Les buts et les avantages du compostage	24
II.11. Manipulations nécessaires avant l'utilisation du compost.....	25
III. Généralité sur les polyphénols	25
III.1. Les composés phénoliques	25
III.2. Présentation des polyphénols	25
III.3. Classification des polyphénols	26
III.4. Biosynthèse des polyphénols	27
Chapitre II : Matériel et Méthodes de travail	28
Objectif de travail	28
I. Matériel de travail utilisé (voir annexe)	28
I.1. Origine des produits biologiques	28
II. Méthodes de travail	28
II.1. Expérience (A)	29
II.1.1. Première expérience	30
II.1.2. Deuxième expérience	30
II.2. Expérience (B)	30
II.3. Détermination de la matière sèche	31
II.4. Extraction des polyphénols	32
II.4.1. Mode opératoire	32
II.4.2. Extraction des extraits méthanolique	32
Chapitre III : Résultats et Discussions	34
1. Résultats relatifs à l'effet des engrais seuls avec le sol sur la vitesse de croissance de la plante du concombre	34
1.1. Expérience A	34

Sommaire

1.1.1. Expérience 1 : Amendements organiques administrés seuls.....	34
1.1.2. Expérience 2 : Amendements combinés	34
1.2. Expérience B	36
2. Etude de l'effet du marc de raisin et du compost sur la hauteur moyenne des plants de concombre	37
3. Etude de l'effet du marc de raisin et du compost sur la moyenne de la vitesse de croissance des plants de concombre pour la durée de 20 jours par rapport au témoin.....	37
4. Analyse de l'effet des combinaisons des produits biologiques incorporés	38
5. Evaluation des rendements en polyphénols sous l'effet des amendements organiques étudiés	40
Discussion générale	41
 Conclusion	 46

référence bibliographiques

المخلص: عملنا على نبات الخيار وذلك لمصلحته الدوائية والشبه صيدلانية. و لقد تضمن عملنا اظهار آثار الأسمدة العضوية التي هي بقايا عنب وسماد النبات بالمقارنة مع الأسمدة التقليدية .

لتحديد سرعة نمو النبات اتخذنا طريقة دمج الاسمدة البيولوجية وحدها في التربة بقايا العنب/تربة ,سماد النبات/تربة ,سماد تقليدي /تربة , او جمع ما بين بقايا العنب/سماد النبات و دمجهم في التربة. النتائج المتحصل عليها من خلال هذه التجربة تبين لنا ان سرعة نمو نبات الخيار بوجود حتى و لو نسبة قليلة من السماد تقليدي يؤدي الى موت النبات و لكن بوجود السماد النباتي نلاحظ سرعة فائقة في النمو اما بوجود بقايا العنب فان سرعة نمو النبات تتوقف. اما مردود البوليفينول , فيكون عاليا بوجود بقايا العنب

كلمات المفتاح: - نبات الخيار - الأسمدة العضوية - الأسمدة العضوية - الاسمدة البيولوجية - بقايا العنب

- السماد تقليدي - بوليفينول

Résumé :

on a travaillé sur la plante du concombre pour son intérêt alimentaire pharmaceutique et parapharmaceutique .Notre travail consiste à montrer l'effet des engrais biologiques qui sont le marc de raisin et le compost végétal par rapport à l'engrais conventionnel.

Pour déterminer la vitesse de croissance, on a adopté la méthode d'incorporer les engrais seul (marc de raisin/sol)(compost végétal/sol)(engrais NPK /sol) ou bien faire une combinaison entre (compost végétales + marc de raisin). Les résultats du suivis de la croissance des plants de concombre en présence de la plus faible dose NPK, montre une forte inhibition du développement végétatif. Contrairement au compost végétal, nous avons remarqué une stimulation de la croissance de la plante et ce avec toutes les doses testées. Par ailleurs les proportions employées du marc de raisin montre de très fortes valeurs du pourcentage de mortalité des plants lorsqu'il est seul ou bien incorporé jusqu'a 8 fois son poids en mélange avec du compost végétal .

Pour le rendement de l'extraction des polyphénols, on a trouvé que lorsqu'on incorpore le marc de raisin avec le compost, le pourcentage du rendement est plus élevé que si on utilise le compost végétal seul .

Mots clés :

- plante du concombre - engrais biologique - engrais conventionnel - polyphenols
- marc de raisin - compost végétal

Summary:

We worked on the cucumber plant for its pharmaceutical and parapharmaceutical alimentary benefits. Our work has shown the effects of organic fertilizers which are grape marc and plant compost compared to conventional fertilizer.

To determine the plants growth speed, we adopted the method of incorporating the fertilizer alone (grape marc/soil), (plant compost /soil), (NPK fertilizer /soil) and making a combination between plant compost.

The results of the growth follow up of the cucumber plants in the presence of the lowest dose NPK, shows a strong inhibition of vegetative development. Unlike plants compost, we observed a stimulation of the growth of the plant with all the doses tested. On the other side, Grape marc shows very high values of mortality percentage of the plants when incorporated up to 8 times its weight in mixture with vegetable compost.

For the yield of the polyphenols extraction, it has been found that when the grape marc is incorporated with the compost, the percentage of the yield is higher than if the plants compost is used alone.

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau1	Valeur nutritive du fruit du concombre dans 100 gramme de fruit	8
Tableau2	Production nationale du concombre du 2004 à 2012	10
Tableau3	Maladies et ennemis du concombre et la lutte conseillée	11
Tableau4	Les rôles principaux des éléments minéraux indispensables	12
Tableau5	Volumes de chaque produit (convertis en grammes)	29
Tableau6	Amendements conventionnels (NPK) et biologiques (Compost, marc de raisin) incorporés séparément	30
Tableau7	Pourcentages des amendements biologiques (compost + marc de raisin) utilisés en combinaison avec le sol sans engrais conventionnels (NPK)	30
Tableau8	Combinaison entre compost + marc de raisin et le sol à raison selon les neuf (9) dosages	31
Tableau9	variation des durées de mortalité du concombre sous l'effet des combinaisons incorporées en condition de laboratoire	35
Tableau10	Variation des durées de mortalité du concombre sous l'effet des combinaisons incorporées de l'expérience B (m.r : marc de raisin, cmp : compost végétal)	36
Tableau11	Résultats de la comparaison des hauteurs moyennes sous l'effet des amendements organiques (ANOVA, systat 7 vers 9.1)	38

Liste des figures

Fig.1	Fleur de concombre (google)	4
Fig.2	Fruit de concombre	5
Fig.3	Graine de concombre	5
Fig.4	Médicaments à base de concombre	9
Fig.5	Produits cosmétique	9
Fig.6	Compostage à froid dans une fosse	22
Fig.7	Compostage à chaud	22
Fig.8	Compostière artisanale	23
Fig.9	Compostiere industrielle	23
Fig.10	Les principaux composants phénolique (Roberau-Cayau, 1986)	26
Fig.11	Représentation des voies de biosynthèse des polyphénols (Fleeger et Flipse 1964 ; Richter 1993)	27
Fig.12	Préparation du produit marc de raisin (original)	28
Fig.13	Gobelets remplis de (a) : compost + sol, de (b) : sol+ marc de raisin et de (c) : engrais NPK+sol (Original)	29
Fig.14	Etapes de détermination de la matière sèche	31
Fig.15	Etapes d'extraction des extraits méthanoliques (Original)	33
Fig.16	Résultats de la mortalité (%) des plants de concombre après incorporation des amendements biologiques combinés	34
Fig.17	Variation temporelle des hauteurs moyennes des plantes de concombre sous l'effet des produits biologiques par rapport au témoin (sol seul)	37
Fig.18	Vitesses de croissance moyennes des plantes de concombre sous l'effet des amendements utilisés pendant une période de 20 jours	38
Fig.19	Effets comparés des amendements sur le concombre durant 20 jours de suivi	39
Fig.20	Différences de la croissance des plants de concombre sous l'effet des amendements biologiques étudiés durant la période de suivi (20 jours). (cb2 : 20g compost+ 0 g marc raisin ; cb1 : 17.5g compost+2.5g marc raisin, te : témoin 50g sol)	40
Fig.21	Rendements (%) des polyphénols quantifiés au niveau de la biomasse complète des plants de concombre au 20 ^e jour de suivi	41

Introduction générale

En milieu méditerranéen, l'agriculture durable ne peut être possible que si on maîtrise la gestion de l'eau, des fertilisants et des autres intrants, tout en respectant la qualité et la quantité des ressources naturelles et la diversité biologique. Cette agriculture doit être profitable aussi pour qu'elle subsiste.

En Algérie, s'il y a lieu d'évoquer un secteur ayant enregistré des résultats probants sur le terrain durant ces dernières années, c'est bien celui de l'agriculture. Depuis le lancement en l'an 2000 du Plan National pour le Développement Agricole et Rural (PNDAR), la production agricole ne cesse d'augmenter, notamment dans certaines filières comme les céréales, les cultures maraichères, l'arboriculture et la viticulture (crop science Algérie, 2017).

L'agriculture en Algérie intervient pour environ 12 % dans le PIB. Le secteur fait vivre de façon directe et indirecte 21 % de la population nationale. En agriculture biologique la fertilisation fait appel à des substances d'origine organique, animale ou végétale et à quelques minéraux répertoriés. Elle prend aussi en compte l'environnement et les pratiques agricoles adaptées, (SAOU, 2013).

Les cultures maraichères ont connu un développement important au cours des dernières années. A titre indicatif, la production totale est passée de 6 millions de tonnes en 2007/2008 à 9,5 millions en 2010/2011 (Office Nationale des statistiques). Il est important de savoir que la culture de concombre est extrêmement exigeante en eau et en éléments minéraux. L'apport de ces derniers indispensables et complémentaires à la plante sous forme d'engrais apparaît comme un facteur essentiel, (Chaux et Foury, 1994).

Selon Negri (1990), le concombre est considéré comme un légume de deuxième plan. Il est moins apprécié par le consommateur algérien en comparaison avec la pomme de terre et la tomate, mais peut présenter une des plus rentables spéculations si certaines améliorations sont apportées.

La production nationale totale du concombre a atteint 593 920 qx pour une superficie totale de 3230 ha en 2010, par exemple. Les principales wilayas productrices sont Tipaza, M'sila, Mostaganem et Chleff. Pour la wilaya de Tipaza qui est le principal producteur, la culture du concombre sous serre, couvre une superficie totale d'environ 268 ha pour une production de 183 420 qx.

Introduction générale

Comme l'agriculteur a pour objectif majeur d'assurer une productivité importante et un prix de vente intéressant, il est nécessaire de diriger l'alimentation nutritive de cette culture en vue d'augmenter son rendement et améliorer sa qualité. Dans ce contexte, la bio-fertilisation est une pratique durable d'apports de produits biologiques sous forme d'engrais ou d'amendements.

Dans ce travail, nous avons contribué à la connaissance de l'effet d'apports d'amendements biologiques dans une culture de plants de concombre en pots pour entrevoir au laboratoire une amélioration possible de la croissance mais aussi le rendement en polyphénols de cette espèce potagère à intérêt thérapeutique.

Le document se présente sous forme de 3 chapitres : le premier chapitre bibliographique rassemble trois parties relatives à des données générales sur la fertilisation, la présentation de l'espèce *Cucumis sativus* L. et les polyphénols, le deuxième chapitre présente le matériel et la méthodologie de travail, le troisième chapitre traite des résultats obtenus et leur discussion. Une conclusion avec des perspectives est donnée à la fin du document.

I. Présentation de la plante : Le concombre *Cucumis sativus* L

I.1. Généralités

La culture du concombre présente une certaine importance aussi bien dans les jardins potagers et les cultures maraichères intensives. C'est une plante annuelle, originaire de l'Inde où elle est cultivée depuis plusieurs milliers d'années (LAUMONNIER, 1979).

Selon CHAUX (1972), la culture du concombre est très ancienne en Europe et dans tous les pays méditerranéens, à une époque récente des améliorations très sensibles obtenues par sélection, ont abouti à un type nouveau, le concombre de serre qui a conquis une place importante dans la plus part des pays industrialisés d'Europe occidentale (Pays-Bas, Grande-Bretagne).

On retrouve également des traces au niveau des dynasties égyptiennes et dans la Grèce Antique. Son introduction en Amérique et les premières descriptions botaniques datent de la Renaissance. Le concombre est cultivé sous châssis ou en plein champ dans l'ensemble des secteurs maraîchers jusqu'à la première moitié du 20^{ème} siècle (BRAJEUL, 2001).

I.2. Classification botanique du concombre

Le concombre ou *Cucumis sativus* L. est une plante potagère de la famille des Cucurbitacées (la même famille que le melon et la courge). C'est une plante annuelle, herbacée et rampante. La partie consommée est le fruit avant maturité. (FREE, 1993). Selon EMBERGER (1960), le concombre a la classification suivante :

Classe : Dicotylédones.

Série: Gamopétales

Ordre: Gempanulales

Famille : Cucurbitaceae

Genre: Cucumis

Espèce : *Cucumis sativus* L.

I.3. Caractéristiques morphologiques du concombre

I. 3.1. Appareil végétatif

La plante du concombre pousse mieux quand on la laisse s'étaler tout au long du sol dans la pépinière. Ceci est dû au fait que les racines secondaires se développent le long de la tige principale rampante au niveau des nœuds. Les racines secondaires sont une source supplémentaire de nutriments pour les plantes et les fruits (ELMHIRST, 2006).

a. Tige et feuilles

Le Concombre présente des tiges herbacées, rampantes, flexibles, rêches au toucher, fibreuses, anguleuses et hirsutes munie de vrilles lui permettant de se fixer à un support. Il n'y a production que d'une seule feuille par (BRAJEUL, 2001).

Selon BOUSSARD (1996), le concombre présente une tige garnie de poils rudes et pourvus de feuilles. Le concombre a des feuilles pentagonales rarement trilobées larges, très poilues (CHAUX et FOURY, 1994)

b. Système racinaire

Selon CHAUX et FOURY (1994), le système racinaire du concombre est dense, plutôt superficiel, plus au moins ramifié selon la nature du substrat. En pleine terre certaines racines peuvent atteindre 0.80 m de profondeur.

I.3.2. Appareil reproducteur

a. fleurs

Selon BRAJEUL (2001) les fleurs de concombre assez semblables à celles du melon. Elles présentent néanmoins un pédoncule plus court et un ovaire éffilé. Les fleurs sont jaunes, les males généralement fasciculés naissent les premières. Les fleurs males beaucoup plus nombreuses, naissent en bouquets et apparaissent quelques temps avant les fleurs femelles (ANONYME, 2001).

Selon le même auteur, les fleurs femelles sont habituellement solitaires et sont portés par un fort pédoncule, elles sont facilement reconnaissables par leur ovaire allongé à la base de la fleur, leur stigmate formé de 3 lobes épais et porté par un large style. L'ovaire est formé de trois chambres, chacune est pourvue de plusieurs rangs d'ovules (fig. 1).



Figure 1: fleur de concombre (google) .

b. fruits

Les fruits allongés et charnus, au toucher rugueux, peuvent atteindre 30 cm de long et 5 cm de diamètre. Ce sont des baies contenant de nombreuses graines. Leur couleur à maturité varie selon les variétés du vert au blanc en passant par le jaune (EMBERGER, 1960).

Le fruit est récolté manuellement 14 à 16 jours après la floraison. il pèse entre 400 et 900 g. le rendement est de 30 à 40 kg/m² pour une culture de printemps et de 10 à 20 kg/m² pour une culture d'automne (SKIREDJ et al, 2005) (fig. 2).



Figure 2 : fruit de concombre .

c. Graines

Les graines sont nombreuses longues ovales aplaties, blanchâtres semblables à celles du melon, Elles sont trouvées noyées dans la pulpe qui remplit les trois loges centrales des fruits (KOLEV, 1976) (fig. 3).



Figure 3 : graine de concombre.

I.4. Exigences édapho-climatiques

I.4.1. Exigences climatiques

A. Température

Le concombre requiert, un climat chaud et humide. La température doit être maintenue entre 16 et 18 degré C° la nuit et entre 23 et 26 degré C° le jour. (CHAUX, 1972).

Ce dernier souligne que le concombre est souvent considéré comme plus exigeant en température du substrat que celle de l'air. Elle joue un rôle important dans l'absorption de l'eau.

Les concombres de serre sont très sensibles aux extrêmes de température et aux modifications brusques de cette dernière. Elle influe sur la vitesse de développement de la plante, la longueur du fruit, sa couleur et l'équilibre végétation-fructification (ELMHIRST ,2006).

B. Lumière

Selon CHAUX et FOURY (1994), l'espèce a une capacité naturelle à croître, fleurir et fructifier en jour court de 12 heures au moins, à condition de bénéficier suffisamment de lumière. Elle réagit positivement jusqu'à des niveaux d'intensité lumineuse très élevés.

C. Hygrométrie

Le concombre est très exigeant en humidité du sol et de l'air en raison d'un système racinaire superficiel et de la structure particulière des feuilles (cuticule très mince favorisant l'évapotranspiration) (BEN LAREDJ, 1990).

Le concombre est exigeant en humidité, dans certaines zones les producteurs doivent recourir à l'irrigation par aspersion. Il est conseillé de maintenir le niveau d'humidité entre 70 et 90% (CHAUX et FOURY ,1994).

L'humidité est étroitement surveillée et contrôlée pour les cultures de concombres de serre. Une humidité trop forte favorise le milieu, tandis que les variations brusques de la température peuvent mener à la condensation sur les feuilles, qui favorise les maladies, telles que la moisissure grise (*BOTRYTIS*) (BRAJEUL, 2001).

I.4.2. Exigences édaphiques

Le concombre pousse mieux sur des sols meubles, des marnes sablonneuses mais il peut tout aussi bien se développer sur n'importe quel sol bien drainé avec un pH de 6.0 à 7.3 (BRAJEUL, 2001).

Selon CHAUX (1972), pour la production précoce, on recherche des sols fertiles humifères et se réchauffant facilement. Ils doivent être profond aérés et riches en matière organique. Par ailleurs il faut éviter une préparation du sol trop fine qui pourrait favoriser le tassement du sol ce qui influera négativement sur le système racinaire du concombre.

I.5. Exigences nutritionnelles

Une fertilisation rationnelle et au bon moment associée à des conditions de milieu favorables améliore la qualité et le rendement (LAUMONIER, 1979).

D'après CHENOUN (2004), les engrais supplémentaires peuvent augmenter considérablement la production, l'épandage sera fractionné en 3 étapes : La première fraction se fera à l'apparition des premières fleurs.

La deuxième et la troisième fraction se feront à un intervalle de 15 à 20 jours à partir de la première fraction.

Selon CHENOUN (2004), il est conseillé d'apporter les engrais supplémentaires alternativement

fumier-engrais minéraux comme suivant :

67 unités d'azote à apporter 20 jours après plantation

100 unités de K₂O à apporter 40 jours après plantation

33 unités d'azote à apporter 80 jours après plantation.

I.6. Irrigation

L'eau est un aliment essentiel. C'est un constituant fondamental des tissus végétaux, en particulier des tissus ayant une vie active (COIC et LESANT, 1975).

Le concombre a besoin de suffisamment d'eau pour un rendement adéquat. Le système adéquat est l'irrigation au système goutte à goutte. Il est recommandé d'arroser les plantes chaque semaine s'il ne pleut pas (ELMHIRST, 2006).

I.7. Importance nutritionnelle et intérêt pharmaceutique parapharmaceutique et alimentaire du concombre

I.7.1. Valeur nutritive du fruit du concombre

Le concombre est riche en eau, bien pourvu en minéraux (en particulier en potassium). C'est un légume très désaltérant et particulièrement léger en calories. Il fournit un large éventail de vitamines (toutes les vitamines du groupe B « sauf B12 », de la vitamine C et un peu de provitamine A et de vitamine E (tableau 1), ses fibres sont mieux tolérées si on fait « dégorger » le concombre avant consommation (MÉNARD, 2010).

Tableau 1 : Valeur nutritive du fruit du concombre dans 100 gramme de fruit

Calories	39	Calories% provenant du gras	7.8
Total, matières grasses (g)	0.4	Calories% de glucides	73,8
Gras saturés (g)	0.1	Calories% de protéines	18,5
Gras polyinsaturés (g)	0.2	Refuse%	3.0
Cholestérol (mg)	0	Vitamine C (mg)	16
Glucides (g)	8.3	La vitamine A (UI)	647
Fibres alimentaires (g)	2.4	Vitamine B6 (mg)	0,13
Protéines (g)	2.1	La thiamine B1 (mg)	0,07
Sodium (mg)	6	B2 Riboflavine (mg)	0,07
Potassium (mg)	433	Folacine (mcg)	39,1
Calcium (mg)	42	La niacine (mg)	0.7
Fer (mg)	0.8	Zinc (mg)	0.6

I. 7. 2. Intérêt pharmaceutique du concombre

Un médicament (fig. 4) a été fabriqué à base du concombre il présente plusieurs intérêts dans le domaine pharmaceutique tel que :

- Des fibres, quelques antioxydants... et beaucoup d'eau ! A privilégier pour ceux qui veulent perdre du poids.
- Il contient des substances anti-cancer

- Il est bon pour le cœur et les vaisseaux



Figure 4: médicaments a base de concombre

I.7.3. Intérêt alimentaire :

- ✓ Il offre une combinaison unique de nutriments, notamment les cucurbitacines, les lignanes et les flavonoïdes.
- ✓ Il est fort apprécié durant les périodes de grosses chaleurs. A cause de sa teneur en eau.

I.7.4. Intérêt parapharmaceutique :

- Utilisé depuis toujours en cosmétique (fig. 5), le concombre est riche en vitamines, oligo-éléments et en minéraux.
- En plus d'être très hydratant, le Concombre est reconnu pour son action bénéfique sur les peaux ternes, manquant de clarté et de lumière.
- participe à la croissance et la multiplication des cellules de la peau.
- soigne des peaux grasses qu'il régule et purifie.



Figure 5 : produit cosmétique

I.8. production et intérêt agro-économique du concombre

I.8.1. Dans le monde

Le concombre étant un produit fragile et périssable, Les échanges commerciaux sont forcément limités en volume et en distance, Ils s'élèvent à 1.3million de tonnes par an, soit moins de 5%de la production mondiale. Leur importance est néanmoins variable selon les régions du globe (DSASI, 2001).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Le concombre occupe la 6^{ème} place parmi les légumes avec une production de 13 millions de tonnes. Les types cultivés et les formes de consommation sont très variables (FAO, 2009).

Le continent asiatique est celui qui donne la plus grande place à ce légume. L'Asie représente 75% du volume mondial, dont une grosse partie venant de Chine. Il y a également un pôle important de production au moyen Orient (DSASI, 2001).

L'Europe est la 2^{ème} zone de culture, L'Europe centrale ou Orientale fournit les plus gros volumes, notamment la Russie, l'Ukraine et la Pologne. En Europe occidentale, les Pays-Bas et l'Espagne dominent le marché (BRAJEUL et al, 2001)

L'Amérique du nord correspond à la dernière grande zone de production principalement grâce aux Etats-Unis et dans une moindre mesure au Mexique . Sur le continent américain, les Etats-Unis sont de loin les plus gros producteurs avec environ 800000 tonnes (FAO, 2009).

I. 8.2. En Algérie En Algérie, les conditions climatiques et du sol sont très favorables pour une production rentable et de qualité supérieure tant sous abris plastiques qu'en pleine terre (DSASSI, 2001). La production du concombre en Algérie est localisée dans les principales wilayas suivantes : Tipaza, M'silla, Mostaganem et Chleff (tableau 2).

Tableau 2 : production nationale du concombre du 2004 au 2012

Année	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Superficie (ha)	482,72	539,87	677,89	652,69	572,16	528,97	531,24	550,53	4 083
Production (qx)	365240	430 560	455150	470 211	335 348	470 128	444 695	456 333	1151564
Rdt qx/ha	756,6	797,5	671,4	720,4	586,1	888,8	837,1	828,9	282

Source : (ANONYME, 2013)

I. 9. Maladies et ennemis du concombre

Les principaux ennemis de la culture de concombre sont l'oïdium, l'araignée rouge, les pucerons, les thrips, les taupins et le vers gris (tableau 3). Il est conseillé de traiter contre ces ennemis d'une manière préventive, les traitements se limitent généralement aux insecticides, une attention particulière doit d'être donnée aux virus. Un plant virose doit être éliminé immédiatement du champ (SKIREDJ, 2005).

Tableau 3 : Maladies et ennemis du concombre et la lutte conseillée

Maladies et ennemis	Symptômes	Lutte conseillée	Observation
Oïdium	Poudrage blanc sur les feuilles	Thiovit (prev) Nimroud Avril Sys thane 12E	Ces produits sont efficaces sur deux types d'oïdium Thiovit est autorisé en bio.
Mildiou	Taches foliaires nécrotiques, surface inférieure un duvet blanc.	- 3Xrin QLrtiIR - La bouillie bordelaise. - La bactérie <i>Bacillus subtilis</i> .	- Utiliser des plants sains et variétés résistantes. - Eviter de planter trop serré.
Cladosporiose Anthracnose	Taches nécroses sur feuilles, en creux avec duvet gris sur fruit	Chlorothalonil Mancozebe Trioforme	-
Botrytis	Duvet gris sur fruit. Extrémité des fruits	Rovrelronilan Surmisclex	-
Pucerons	Feuillage cloque Présence de colonies à ta face inférieure des feuilles	Best karaté K	Intervenir très tôt sur les foyers de pucerons. Le traitement insecticide doit être réalisé seul le matin
	Taches circulaires sur les feuilles	Bioresmenthrine Deltamethrine	Lutte biologique s'avère efficace

(CHAUX 1994)

II. Généralité sur la fertilisation

II.1. Les nutriments dans le sol

Seize éléments sont essentiels pour le développement des plantes (C, H, O ; macronutriments : N, P, K, S, Ca, Mg ; micronutriments : B, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Cl, Ni). Cette caractéristique a été démontrée en premier lieu pour N (depuis 1804) et en dernier lieu pour NI (1987). D'autres éléments (Si, Co, ...) sont bénéfiques pour certaines cultures à certains égards.

Selon COIC (1989), chaque élément est indispensable car son déficit rend la plante incapable d'accomplir la phase végétative ou reproductive de sa vie. Les principaux rôles des éléments minéraux les plus importants sont mentionnés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Principaux rôles des éléments minéraux indispensables :

Éléments	Rôles
Azote	Composant des acides aminés et nucléiques, des protéines, des transporteurs d'énergie et d'enzymes d'oxydation.
Phosphore	Composant des acides nucléiques, transporteurs d'énergie, des phospholipides et des oses phosphates, cofacteur de différentes enzymes.
Phosphate	Neutralisation de radicaux acides, activation d'enzyme, rôle dans la pression osmotique.
Calcium	Composant des parois cellulaires, activation d'enzymes régulateur de la perméabilité cellulaire, rôle dans la neutralisation des radicaux acides.
Magnésium	Composant de la chlorophylle, cofacteur de nombreuses enzymes, régulateur de pH et de l'équilibre acido-basique.
Soufre	Composant de coenzyme A, réducteur par groupe S –H
Fer	Rôle dans le transfert d'électrons.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Manganèse	Activateur d'enzymes, rôle dans le transfert d'électron, rôle dans le processus d'oxydoréduction.
Zinc	Activateur d'enzymes.
Cuivre	Photosynthèse, respiration, réduction des nitrates, synthèse de lignine et floraison.
Bore	Transport des glucides, élasticité et division des parois cellulaires.
Molybdène	La réduction des nitrates.

COIC (1989)

Le sol contient d'importantes réserves de nutriments. Mais, il n'y a qu'une très petite partie de cette réserve qui est libérée et donc utilisée par la plante pendant la croissance. Par conséquent, les quantités d'éléments en solution ne satisfont que brièvement les besoins des plantes (surtout le phosphore et les micronutriments). Des formes disponibles adsorbées sur le sol ou rapidement minéralisées alimentent en permanence cette solution. (COIC 1936)

II.2. Les propriétés du sol

Un ensemble de propriétés du sol détermine l'équilibre chimique entre les différentes formes sous lesquelles un nutriment est présent. Certaines d'entre elles peuvent être modifiées par l'apport de matière exogène. L'apport direct d'éléments nutritifs (engrais) vise l'augmentation des réserves pour l'ensemble des fractions.

L'apport d'amendements cherche à augmenter la part présente sous formes disponible ou en solution. Parmi les principales propriétés chimiques que l'on peut modifier (« amender ») sont l'acidité (mesuré par le pH) et la capacité du sol à retenir des éléments sous forme disponible « échangeable », (mesurée par la Capacité d'Echange Cationique ou CEC).

L'acidité « optimale » est ainsi le résultat d'un compromis, influencé par les propriétés et les réserves du sol et par les besoins des plantes. Elle se situe généralement dans la fourchette correspondant à une légère acidité (pH 6-7). Une fertilisation trop forte (pH < 5) non seulement limite fortement la disponibilité de plusieurs nutriments essentiels (notamment P), mais peut également induire une disponibilité trop élevée

d'autres éléments devenant de ce fait toxiques. Les nutriments disponibles se trouvent en majeure partie plus ou moins solidement adsorbés sur les surfaces organiques et minérales du sol. Dans le cas de sols sableux, il peut être pertinent de modifier la « capacité d'échange » du sol, pour l'augmenter, ou pour l'amender avec une capacité d'adsorption légère (cas de sols à fort teneur en oxydes). La fertilité du sol est par ailleurs influencée par ses propriétés physicochimiques (e.g. acidité, teneur et fixation en nutriments, structure, capacité de rétention d'eau ...) et biologiques (activité microbienne,....).

II.3.Introduction à la fertilisation

La fertilisation est très souvent perçue de manière réductrice comme « la fourniture de NPK exogène (synthétique/minéral) aux plantes ». Il s'agit d'une conception très étroite et insuffisante : ces trois éléments sont loin d'être suffisants pour une bonne croissance, et le rôle du sol ne se limite pas à celui d'un support inerte. La fertilisation permet de préparer le mieux possible le sol à la culture de végétaux. En effet, certains sols sont plus fertiles que d'autres naturellement. Ainsi, même les sols riches en nutriments vont finir par s'appauvrir s'ils sont l'objet de culture intensive.(CARTER, 2002),

Le terme « fertilisation » est parfois remplacé par la « Gestion Intégrée des Nutriments » (GIN). Autrement dit, elle permet l'adaptation de la nutrition des plantes et la gestion de la fertilité du sol aux conditions locales, en exploitant les avantages de l'utilisation conjointe des sources de nutriments organiques, minérales et biologiques pour satisfaire les besoins concurrentiels de la production alimentaire et de la viabilité économique, environnementale et sociale.(KAY, 1998)

Les finalités de la GIN (gestion intégrée en nutriments) sont d'optimiser la production agricole maximiser les rendements nets, de minimiser l'épuisement du sol et les dommages environnementaux enfin de maximiser les interactions positives.(Martin et al., 1955 ; KEMPER et OSENAU,1986).

II.4.Types de fertilisation

On distingue deux types de fertilisation qui sont utilisés aussi bien pour le jardinage que pour l'agriculture :

- les engrais : ils apportent des nutriments dans le sol ;
- les amendements organiques : ils améliorent la structure physique du sol.

Certains produits destinés à la fertilisation vont agir comme engrais et comme amendement organique à la fois. C'est le cas du compost, le fumier ou les terreaux.

II.4.1.L'engrais comme fertilisant

Le recours à la fertilisation par engrais d'entretien sera limité si le sol est bien préparé et enrichi avec un engrais de fond.

Pour le jardinage, la fertilisation assure une bonne croissance pour les plantes, ainsi qu'un bon fleurissement ou une bonne fructification. Pour l'agriculture, les engrais de fertilisation vont servir à augmenter le rendement.

On fait la différence entre deux types d'engrais pour la fertilisation : l'engrais de fond à action lente et progressive, préparant la terre et l'engrais d'entretien à action rapide, soutenant la croissance des plantes.

II.4.2. L'amendement organique comme fertilisant

En jardinage ou pour l'agriculture, le recours à l'amendement organique comme fertilisation dépend avant tout de la nature du sol.

Pour la fertilisation par amendement organique, il existe trois techniques selon la nature du sol:

- **sol argileux** : pour une terre plus aérée, drainante et facile à travailler, il faut ajouter du sable, fumier et compost ;
- **sol sableux** : pour une terre qui retient l'eau et les nutriments, il faut ajouter de la terre argilocalcaire, du fumier et du compost ;
- **sol acide** : apportez du calcaire à la terre sous forme de chaux éteinte.

L'amendement organique aura les effets de fertilisation suivants :

- sol plus facile à travailler ;
- augmentation des capacités de stockage ou de drainage de l'eau ;

- limitation des pertes en nutriments ;
- amélioration de la circulation de l'air ;
- ajout de calcaire.

Ce n'est qu'une fois établie cette connaissance que l'on peut objectivement privilégier la correction de tel ou tel facteur estimé limitant et chercher à formuler des apports adaptés.

II.5. Ensembles fonctionnels de fertilisants et gestion des nutriments

Il existe de fortes différences dans la nature des nutriments majeurs N, P et K. Ces éléments conduisent à des devenir divergents malgré un apport souvent simultané.

II.5.1. Les ensembles fonctionnels

II.5.1.1. Les majeurs azotes

Ils sont présents dans le sol principalement sous forme organique. L'azote est fortement concentré dans la couche de surface. Son devenir réagit par l'activité biologique. Les formes inorganiques, assimilables par les plantes, représentent en général moins de 5% du total. Le N est très sensible au lessivage. Les pertes vers l'atmosphère sont généralement importantes. Dans le raisonnement de l'apport en N, il faut porter une attention particulière à la forme de l'apport (la molécule contenant l'élément N), au mode d'apport (épandage, enfouissement, etc.) et au calendrier d'apport. Une sur fertilisation en N provoque une croissance végétative disproportionnée des parties aériennes, donc une réduction de la résistance à la sécheresse, une augmentation de la sensibilité aux maladies et de l'attractivité des insectes.

Le N organique apporté peut être minéralisé, mais ensuite également immobilisé, l'équilibre entre libération et immobilisation dépendent en grande partie du C biodégradable.

II.5.1.2. Les majeurs phosphore

Le phosphore réagit avec le sol lors de son apport et évolue vers des formes chimiques que la plante ne peut pas utiliser. Contrairement à l'azote très mobile, le phosphore est un des nutriments le plus indisponible et immobile. La plante ne réussit en général à assimiler que 15 à 20% du P minéral apporté. Très peu de P reste en solution, une grande partie étant solidement adsorbée sur le complexe organo-minéral du sol en

l'espace de quelques heures. Une partie du P du sol est présente sous forme organique. Sa mise à disposition des plantes dépend de l'équilibre entre minéralisation et immobilisation. Seule la forme organique soluble peut être lessivée. Une fourniture adéquate en P permet un bon développement racinaire, procurant de ce fait une meilleure résistance à la sécheresse et aux maladies

II.5.1.3. Les majeurs potassiums

Un pourcentage de 90-98% du potassium est généralement présent sous forme minérale, presque inaccessible pour les plantes. Le K soluble apporté au sol est en général très majoritairement adsorbé sur le complexe d'échange et reste ainsi relativement disponible, sans trop de risque de lessivage.

II.5.2. La fonction engrais

Théoriquement, il conviendrait donc de raisonner l'apport nutriment par nutriment, mais cela imposerait de grosses contraintes pour l'agriculteur. De plus, il y a de fortes incertitudes sur la mobilisation des réserves du sol ou de devenir des éléments apportés. Il est important de raisonner « au mieux » l'apport d'engrais et de chercher à apporter un engrais équilibré, car le contraire engendre un épuisement progressif des réserves du sol, une faible efficacité et un risque de pollution, des problèmes liés à la consommation de luxe pouvant rendre les cultures vulnérables à certains types de stress.

Pour déterminer les quantités à apporter, on cherche généralement à établir des bilans de type entrée – sortie, séparément pour N₂ et P au moins. La quantité d'engrais organique à apporter est, en fonction de sa composition, déterminée par le minimum de la dose calculée pour N, P, et K, un engrais minéral apportant le complément. Au delà de cette approche classique, il convient d'entretenir les réserves en autres éléments essentiels.

L'irrigation modifie la concentration en nutriments et leur mobilisation dans d'autres réservoirs (et donc potentiellement leur épuisement). L'irrigation réduit néanmoins les fluctuations de l'activité biologique, ce qui résulte en une fourniture plus constante de nutriments du sol à partir de ses sources organiques (ainsi que leur épuisement plus rapide).

L'apport d'engrais N(PK) synthétique tend cependant à avoir un effet acidifiant sur le sol et réduit progressivement la réserve en matière organique du sol du fait d'une stimulation de l'activité microbienne (apports de nutriments) qui minéralise cette ressource.

II.5.3. Inconvénients et avantages de la fonction « engrais »

Nous listons ci-dessous les principaux inconvénients :

- La composition des matières est souvent variable et différente des besoins, surtout dans le cas d'une utilisation directe de matières premières (souvent N insuffisant par rapport au P) ;
- Les concentrations en nutriments sont souvent assez faibles et ceux-ci ne sont qu'en partie directement disponibles ;
- La présence possible d'éléments non désirés, ce qui peut impliquer un suivi de leur composition et le cas échéant une estimation de leur devenir ;
- Un raisonnement moins facile de l'apport, notamment du fait des arrières effets que la minéralisation progressive de certaines matières entraîne, nécessitant l'ajustement des doses au cours du temps.

Parmi les avantages, il y a lieu de citer :

- La libéralisation/solubilisation du N est potentiellement plus en phase avec les besoins des plantes. Il y aurait de ce fait moins besoin de fractionner les apports et moins de pertes (air et eau), et de ce fait une plus grande efficacité si l'apport est bien raisonné ;
- La fertilisation organique représente un remplacement de N synthétique et de P, K minéral. Cela représente a priori une réduction de l'impact environnemental (épuisement de ressources, émissions de gaz à effet de serre) de la production agricole et une augmentation de sa durabilité (moindre dépendance de fluctuations globales) ;
- Un moindre besoin de chaulage « compensatoire » (provoqué par l'effet acidifiant de l'engrais) si l'apport est bien raisonné (aussi en termes qualitatifs) ;
- Un apport en P généralement moins soluble et de ce fait moins rapidement rendu indisponible aux plantes ;

- Un apport en nutriments autres que NPK (oligoéléments + Ca, Mg, S).
- L'effet stimulant des substances humiques sur la croissance (racinaire surtout).
- Plus qu'un engrais, l'apport organique a un effet amendant conjoint. Cet effet peut a priori être ciblé et plus ou moins privilégié (par rapport à la fonction engrais) selon les besoins si l'apport est bien raisonné.

II.5.4. La fertilisation organique : la fonction « amendement »

L'apport répété de quantités significatives de matière organique engendre des modifications directes et indirectes dans les propriétés physiques, biologiques et chimiques du sol qui affectent la fertilité et la productivité de multiples façons. Les principaux effets spécifiques pouvant être recherchés en fonction des situations sont listés ci-dessous. Attention, l'incertitude des effets à moyen terme lié au fonctionnement de complexe du sol nécessitera de surveiller ces effets dans le temps et d'ajuster les apports en fonction des observations.

- L'apport de matière organique peut permettre d'améliorer la structure du sol. Dans certains sols une telle amélioration engendre une amélioration de la capacité de rétention en eau, de l'aération, de la stabilité structurale et de la protection contre l'érosion ;
- Un apport en matière organique peut constituer un substrat (C) et/ou une niche favorisant la vie du sol. Cela peut avoir des effets très positifs en termes d'amélioration de l'exploration et de la mobilisation des réserves du sol et, à travers une augmentation de la biodiversité, un renforcement de la résistance du système sol - plante face aux maladies;
- Plus directement, les apports de matière organique peuvent viser des influences sur les équilibres chimiques.

II.6 Le compostage

II.6.1. Définition

Le compostage consiste en un traitement biologique de déchets ou matières organiques fermentescibles en milieu fortement oxygéné. Cette technique s'applique généralement aux déchets fermentescibles, aux déchets verts, aux déchets agricoles, aux boues de station d'épuration. Elle peut aussi s'appliquer à des déchets issus d'activités

industrielles qui ont une forte teneur en matière organique (déchets de l'industrie agroalimentaire notamment). Outre des déchets verts issus des déchèteries ou des jardins publics, des apports de boues de station d'épuration biologique, voire de certains déchets ménagers préalablement triés, permettent d'accroître la quantité de déchets organiques recyclés (KROLL, 1994).

. Cette technique permet d'éviter le brûlage à l'air libre de déchets verts.

II.6.2. Le Co-compostage

Le Co compostage consiste en un mélange de différents types de déchets organiques dont les caractéristiques sont complémentaires (teneurs en eau, en azote et carbone, porosité). Les Co substrats autres que le marc de raisins comprennent des déchets ou matières organiques plus ou moins riches en azote : des déchets végétaux, de jardinage (tailles de haies, tontes de pelouse...), des déchets ménagers périssables (déchets des légumes et de fruits) et déchets des industries agroalimentaires - des déchets ou matières organiques plus ou moins riches en carbone : des branches broyées, les feuilles mortes, la paille - fumiers ou effluents élevage.

II.7. Processus du compostage

Le compost se forme sous l'action de micro-organismes (bactéries, champignons, ...) et de macroorganismes (lombrics, acariens, cloportes...). Au début du compostage, seuls les micro-organismes sont actifs. Cette phase, grande consommatrice d'oxygène voit la température monter ; c'est la phase de décomposition. La transformation de la matière carbonée en CO₂ et l'évaporation expliquent la diminution de masse constatée. L'activité des micro-organismes diminue ensuite, la température baisse et les micro-organismes prennent le relais. Les déchets doivent présenter un rapport carbone / azote de l'ordre de 30. Les matières apportant surtout du carbone sont le bois, la paille, les feuilles mortes, le papier, alors que les déchets verts, les épluchures, apportent principalement l'azote. L'humidité et l'air sont également des éléments indispensables à la transformation des matières en humus. Une bonne aération (brassage) empêche l'apparition de phénomènes anaérobies donc la formation de mauvaises odeurs.

Alors que dans les régions tempérées il faut deux à trois ans pour obtenir un bon terreau (compost très décomposé) de feuilles, quelques semaines suffisent, en conditions tropicales, pour transformer en compost les déchets végétaux. (MESSIAEN, 1997).

La fermentation des composts en conditions tropicales comporte une microflore thermophile peu différente de celle des milieux tempérés : thermo actinomycètes (moisissures grises, *Bacillus ssp*) et champignons thermophiles (*Aspergillus fumigatus*) (MESSIAEN, 1997).

Le processus de production du compost comporte des phases que l'on peut regrouper en les étapes suivantes :

- **1^e étape** : Réception et contrôle : Après un contrôle visuel, les produits sont stockés dans l'attente de la mise en andain sur une aire bétonnée avec un système de récupération des jus d'égouttage de marcs. Un andain est une bande continue de section triangulaire.

- **2^e étape** : Le broyage (si nécessaire) et le mélange des co-substrats : Le broyage constitue la première transformation du compostage, il a lieu sur la plateforme de compostage, et son but est double : déchiqueter les branches et les tailles, mélanger de façon homogène l'ensemble des co-substrats (déchets verts, boues, fumiers, ...) En effet, un bon défibrage permet d'offrir aux micro-organismes aérobies une surface d'échange importante et de faciliter la dégradation des matières ligneuses.

- **3^e étape** : La fermentation active : Après broyage, la fermentation active de l'andain va commencer. Une montée en température est observée due à l'activité biologique des microorganismes.

- **4^e étape** : La maturation et les retournements : Les retournements ont lieu tous les mois et demi ou dès constat de la chute importante de la température de l'andain ou de la teneur en oxygène. Ils ont pour rôle de : Aérer la masse de compost, Faciliter la dégradation en améliorant la qualité du mélange. Les opérations de retournement peuvent être réalisées à l'aide d'un chargeur à godet qui déplace latéralement les tas de compost sur la plateforme ou tout simplement à la fourche. L'opération de retournement peut être suivie d'une séquence d'arrosage pour réguler les besoins hydriques du processus de compostage. Mesures de température et d'humidité font l'objet d'un contrôle régulier tout au long du processus de compostage.

- **5^e étape** : Le criblage du compost (si nécessaire) : A l'issue de la maturation, on obtient un compost brut. Le criblage constitue l'étape ultime du process. Il a pour but de calibrer et d'affiner les composts en écartant les morceaux grossiers. Afin d'obtenir la

granulométrie désirée, le compost brut est passé à travers un crible rotatif qui permet de séparer différentes fractions. .

II.8. Les types de compostage

Il existe deux types de compostage : le compostage à froid et le compostage à chaud. Le compostage à froid consiste à accumuler petit à petit toutes sortes de déchets ménagers en couches peu épaisses dans une fosse. Au bout de quelques mois, Il se développe de très nombreux organismes vivants (vers de terre, limaces, insectes, larves, etc.). La décomposition est souvent lente et incomplète. On obtient en fin de compte une masse noirâtre et gluante.

On peut améliorer le compostage à froid en mélangeant et retournant les déchets de temps en temps (DUPRIEZ & al 1987). La figure 6 montre un compostage à froid dans une fosse.



Figure 6: compostage à froid dans une fosse.

Le compostage à chaud ne diffère de celui à froid que du volume de la matière à composter et du réchauffement du tas mis sur pied. Sa réalisation nécessite certaines conditions que nous verront plus loin (DUPRIEZ & al, 1987). La figure 7 illustre un type de compostage à chaud



Figure 7 : compostage à chaud.

II.9. La compostière et paramètres de compostage

La compostière est un bâtiment dans lequel le compost se fabrique. Cela peut être une construction formée de fosses ou de plates-formes recouvertes par un abri. Il existe des compostières artisanales, semi industrielles et industrielles (KROLL, 1994). La figure 8 et la figure 9 présentent les deux types de compostières.



Figure 8 : compostière artisanale



Figure 9 : compostière industrielle

Les conditions nécessaires à la réussite d'un compost sont celles favorables à une bonne humification (FALISSE, 2000).

Il faut réunir :

- De la matière organique en quantité suffisante (DUPRIEZ *&al*, 1987). La présence de matières carbonées et azotées est nécessaire car pendant la fermentation aérobie, les microorganismes consomment 5 à 20 fois plus de carbone que d'azote (CULOT & al, 2000). La décomposition est optimale pour des rapports C/N de 30 à 50 (FALISSE, 2000),
- De l'eau : présente pendant tout le compostage mais jamais en excès afin d'éviter l'anaérobie. Une teneur en eau de 70% est préconisée (FALISSE, 2000). « Le site principal de l'activité microbienne dans les composts est le fin film d'eau à la surface des particules. » (MARTHUR, 1991 in CULOT & al, 2000),
- De l'air : la présence d'air doit maintenir l'aérobie, mais l'atmosphère doit rester confiné,
- Un activateur microbien apportant des ferments microbiens à l'instar du fumier, ancien compost ou une préparation commerciale comme EM (Effectives Micro-organisme),

Un amendement basique pour favoriser la formation d'acides humiques flocculés à grosses molécules et maintenir un pH optimum pour les bactéries. On pourra utiliser des carbonates (Calcaires, dolomies, marnes...). (AMOUZOU, 2003)

Un équilibre entre la matière sèche et la matière fraîche, Une alternance des différents composants en forme de couches successives ou, bien les mélanger, un ombrage suffisant contre le soleil et la pluie. (DUPRIEZ & al, 1987).

Il faut veiller au retournement du tas lorsque l'échauffement monte de trop. Deux à trois retournements sont nécessaires durant la période de retournement pouvant durer 10 à 20 jours, suivis de deux à trois retournements plus ou moins espacés selon l'évolution du compost. (EPSTEIN, 1997 in CULOT & al, 2000), (CULOT & al, 2000),

II.10. Les buts et les avantages du compostage

Le but du compostage est de ramener au sol un produit de qualité à base de matière organique et d'éléments minéraux, et qui lui sont associés (CULOT & al, 2000).

Sur le plan agronomique, le compost permet une homogénéisation des matières, un rééquilibrage du rapport C/N des matières organiques, une stabilisation de la matière organique évitant les soucis de stockage (odeurs et pertes d'azote), une réduction voire une élimination des semences de mauvaises herbes qui pourraient s'y retrouver, ainsi qu'une meilleure activité de la microfaune tellurique qui accroît les échanges nutritionnels entre les plantes et le sol tout en réduisant les risques d'attaques pathologiques des microorganismes.

En outre, le compostage, dans la perspective de recyclage des déchets, permet :

- Une destruction plus ou moins importante des polluants organiques par biodégradation,
- Un apport d'éléments fertilisants complémentaire aux sols et qui serait perdus sans ce recyclage,
- Une dilution des matières toxiques peu ou pas dégradables en permettant ainsi de les répartir sur une plus grande surface de sols (CULOT & al, 2000).

Ainsi la matière première susceptible de pouvoir être compostée, existe en grande quantité et en large diversité (FALISEE, 2000). La qualité du compost sera liée aux matières premières et à la manière dont le compostage sera mené.

II.11. Manipulations nécessaires avant l'utilisation du compost :

Le criblage et tamisage pour récupérer un produit fin et homogène libéré de refus de criblage et de matières indésirables,

Le stockage sous abri en milieu ventilé Mais un compost bien mûr ne peut être affecté par l'humidité (CULOT & al, 2000),

En vue de stimuler plus les réactions de décomposition, il est conseillé d'ajouter à la masse compostée des engrais minéraux (NPK : 10-20-20 à raison de 1% du poids de la masse du tas de matières). (MESSIEAN, 1997).

III. Généralités sur les polyphénols

III.1. Les composés phénoliques

Les métabolites secondaires des plantes constituent un groupe diversifié de composés chimiques d'origine naturelle. Ils sont synthétisés par la plante en réaction à des stimuli extérieurs. Ces substances ont souvent une fonction régulatrice à la suite d'un stress environnemental ou d'une attaque par des ravageurs, (BRANDT *et al.* 2001) et ont été décrits par HARBORNE (1988) pour avoir des activités importantes sur la résistance des plantes contre les insectes et les micro-organismes. Les principales grandes familles de métabolites secondaires sont représentées par les terpènes, les alcaloïdes, et les molécules dérivées de composés phénoliques.

III.2. Présentation des polyphénols

Les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire ayant tous en commun la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles. La structure des composés phénoliques naturels varie depuis les molécules simples (acides phénoliques simples) vers les molécules les plus hautement polymérisées (tanins condensés). Selon URQUIAGA et LEIGHTON, (2000), plus de 8000 structures phénoliques ont été identifiées.

Les composés phénoliques jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel. Ils peuvent constituer des signaux de reconnaissance entre les plantes, ou leur permettent de résister aux diverses agressions vis-à-vis des organismes pathogènes. Selon URQUIAGA et LEIGHTON, (2000), ces molécules, sur le

plan thérapeutique, constituent la base des principes actifs que l'on trouve dans les plantes médicinales.

Les flavonoïdes, les tanins, les dérivés phénylpropanoïdes tels que les lignanes, les esters et amides hydroxybenzoïques, les stilbènes, les coumarines, les acides hydroxybenzoïques, les xanthones et de nouveaux composés sont identifiés continuellement parmi ces molécules (MAROUF, 2000 ; HOPKINS, 2003 ; GEORGE *et al.* 2005).

III.3. Classification des polyphénols

Les composés phénoliques sont une classe qui constitue 8000 composés. Ils sont divisés en plusieurs catégories : les acides phénoliques ; les flavonoïdes ; les tanins obtenus par polymérisation des flavonoïdes ; les lignanes avec les isoflavones nommés phyto-oestrogènes (SFA, 2005). Les principaux composants phénoliques comme indiqués par ROBERAU -CAYAU, (1986) sont l'Acide cinnamique, les Flavonols (kaempférol;quercétine ;myricétine), l'Anthocyanidine et la Leucoanthocynidine (figure 10)

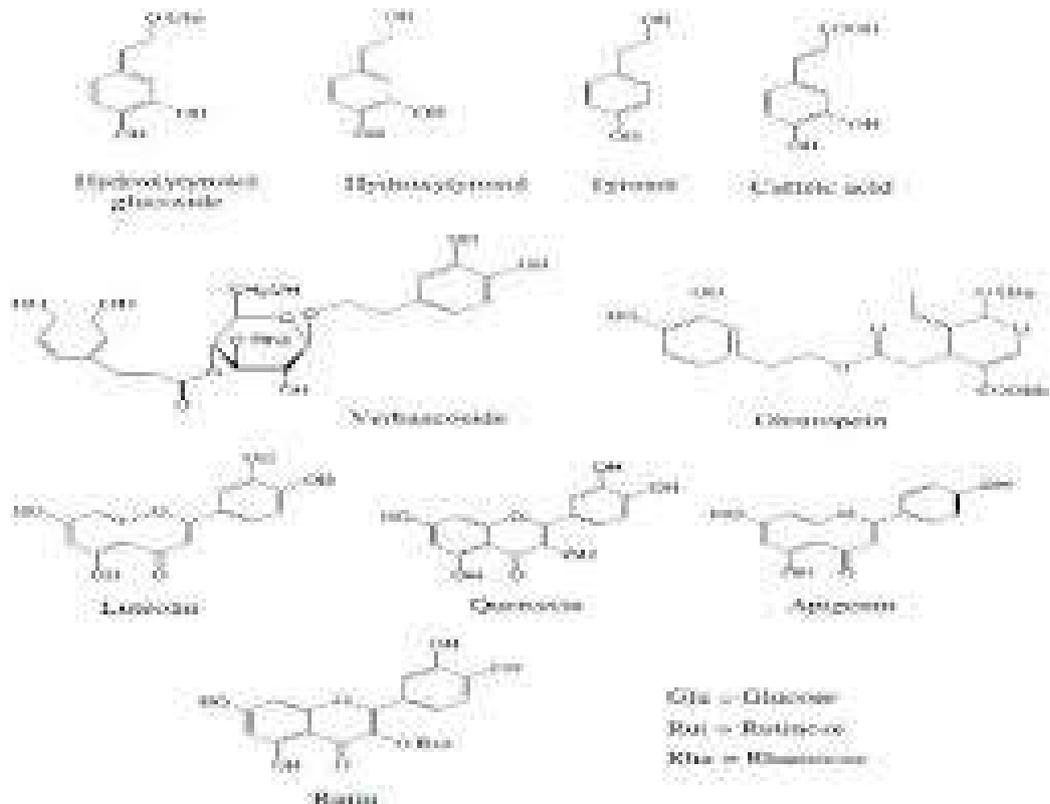


Figure 10 : Principaux composant phénolique (ROBERAU-CAYAU, 1986).

III.3.4 Biosynthèse des polyphénols

biosynthèse des polyphénols se fait par deux voies principales : La voie de l'acide shikimique et la voie de l'acide malonique.

Durant la voie de l'acide shikimique, l'érythrose 4-phosphate et le phosphoénol pyruvate sont produits par les hydrates de carbones lors de leur dégradation par la voie des pentoses phosphate et la glycolyse respectivement. Ces derniers sont à l'origine des composés phénoliques C₆-C₁ formant les tannins hydrolysables et de la chalcone qui est la molécule de base de tous les flavonoïdes et tannins condensés (HASLAM 1994 ; DEWICK, 1995). Au courant de la voie l'acide malonique, la glycolyse et la *B*-oxydation aboutissent à la formation de l'acétylCoA donnant le malonate. Cette réaction est catalysée par l'enzyme acétyl-CoA carboxylase (FLEEGER et FLIPSE 1964 ; RICHTER 1993) (figure 11).

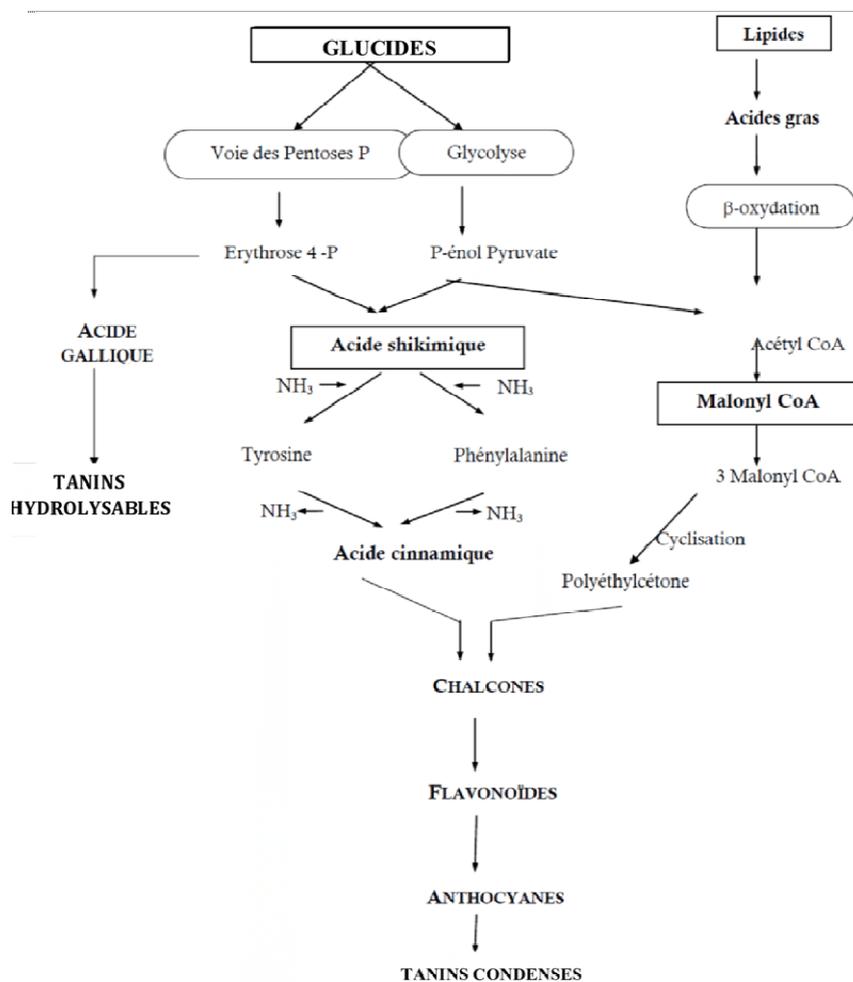


Figure 11: Représentation des voies de biosynthèse des polyphénols (FLEEGER et FLIPSE 1964 ; RICHTER 1993)

❖ Objectif de travail

Le but de la présente étude est de connaître l'effet de deux produits biologiques, le marc de raisin et le compost sur la vitesse de croissance et la quantité des polyphénols de la plante du concombre.

I. Matériel de travail utilisé (voir annexe)

I.1. Origine des produits biologiques

- engrais NPK procuré de la station expérimentale de l'université BLIDA 1 ;
- compost végétal procuré de la réserve d'El Hamma (ANN); stocké pendant 2 ans dans des sacs de jute
- marc de raisin procuré du laboratoire de chimie de l'Université, les étapes de sa préparation (fig. 12) sont les suivantes :



Marc de raisin



Séchage pendant 10 jours



Broyage



Marc de raisin en poudre

Figure 12 : préparation du produit marc de raisin (original)

II. Méthode de travail

Le présent travail est réalisé suivant deux expériences : A et B, chaque expérience est elle-même divisée en 2 parties : une pré-germination et une germination dans des gobelets

remplis en combinant du sol avec du produit biologique (NPK, marc de raisin et ou du compost).

II.1. Expérience (A)

La pré-germination est expérimentée dans une plaque à alvéoles remplie de tourbe le 09/05/2017, à laquelle sont ajoutés 2 grains de concombre par alvéole. La germination est examinée après 4 jours. Afin d'examiner la germination, deux engrais biologiques (marc de raisin et compost végétal) sont ajoutés, en plus d'un engrais conventionnel (NPK) avec du sol comme substrat. Une combinaison est à chaque fois opérée entre les 2 produits (le marc de raisin et le compost). Pour ce faire, on prend 3 volumes égaux (dans chaque gobelet) de chaque produit avec des poids différents (fig.13), puisque leur densité diffère (tableau 5). Cette opération est réalisée en deux parties (expérience 1 et expérience 2). Le taux de 100 % représente bel et bien le niveau plein du gobelet pour tous les produits. Ces grandeurs vont être automatiquement converties selon la règle de 3 au fur-et-à-mesure qu'on diminue le niveau du gobelet afin d'examiner l'effet de la quantité de chaque produit en combinaison sur la vitesse de croissance du concombre.

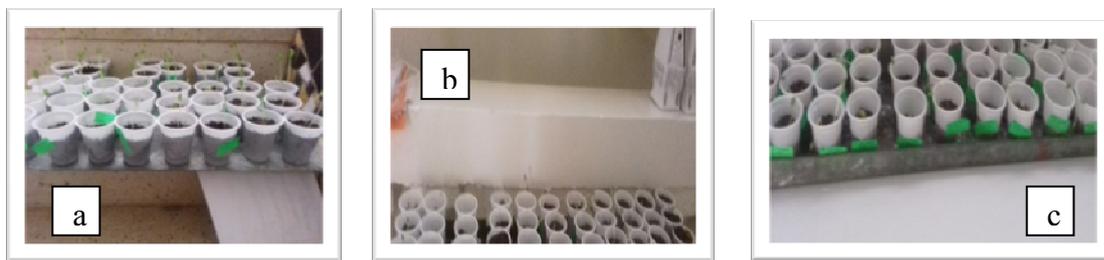


Figure 13 : Gobelets remplis de (a) : compost + sol, de (b) : sol+ marc de raisin et de (c) : engrais NPK+sol (Original)

Tableau 5 : Volumes de chaque produits (convertis en gramme)

Volume %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Poids sol (g)	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Poids engrais (g)	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6
Marc raisin (g)	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6
Poids compost (g)	35	31,5	28	24,5	21	17,5	14	10,5	7	3,5

Chapitre II : Matériel et méthodes de travail

II.1.1. Première expérience: les produits biologiques et l'engrais NPK ont été incorporés seuls dans un premier temps à un degré de combinaison qui varie entre 0 et 100 % (Tableau 6).

Tableau 6: Amendements conventionnels (NPK) et biologiques (Compost, marc de raisin) incorporés séparément.

Sol seul	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%
Compost seul	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Marc de raisin seul	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Engrais + sol	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%

II.1.2. Deuxième expérience: une combinaison sans l'engrais est utilisée. Comme préalablement souligné, chaque volume correspond à un poids d'apport différent (Tableau 7).

Tableau 7 : Pourcentages des amendements biologiques (compost +marc de raisin) utilisés en combinaison avec le sol sans engrais conventionnel (NPK)

Sol	100%	90 %	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%
compost	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Marc raisin	0	5	10	5	20	25	30	35	40	45	50

II.2. Expérience B

Dans cette expérience, la pré-germination est faite le 3 juin 2017 pendant 5 jours, la transplantation est réalisée le 8 juin 2017. Avec 8 répétitions pour chaque dose tout en mesurant les tailles des plantes pendant les 20 jours, ces prises de taille sont réparties en huit temps différents : T1 (8 juin), T2 (12 juin), T3 (14 juin), T4 (16 juin), T5 (18 juin), T6 (22 juin), T7 (24 juin) et T8 (28 juin).

Pour l'examen de la germination, le même principe suivi sauf qu'il est fait usage de la même quantité de sol (50 g) dans laquelle 20g de mélange entre le marc de raisin et de compost sont incorporés à différentes quantités de 0 à 20g administrées en rajoutant ou en soustrayant à chaque fois 2,5g (tableau 8).

Tableau 8 : Combinaison entre compost + marc de raisin et le sol à raison selon les neuf (9) dosages

Sol	50g	50g	50g	50g	50g	50g	50g	50g	50g
Compost	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	10 g	12,5g	15 g	17,5g	20g
Marc de raisin	20g	17,5g	15g	12,5g	10g	7,5g	5g	2,5g	0g

II.3. Détermination de la matière sèche

La matière sèche est déterminée selon la norme NFB51-004 (BOIS, 2004) à partir d'une masse E de matière végétale (fig.14a) introduite dans un creuset taré (fig.14b), puis séchée dans une étuve (fig. 14c) à 105 °C jusqu'à obtenir un poids constant. Après refroidissement du creuset, la matière produite est pesé (fig. 14d). Le taux de matière sèche est donc :

$$MS(\%) = S/E \times 100$$

S : Masse du creuset taré après dessiccation

E : Masse de la matière végétale

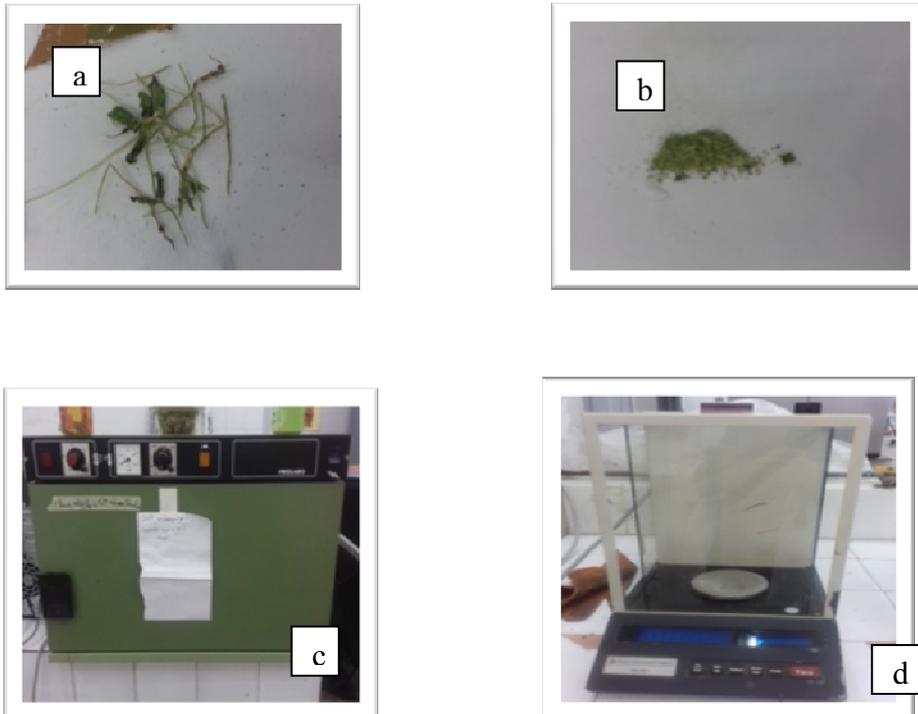


Figure 14 : Etapes de détermination de la matière sèche

II.4. Extraction des polyphénols

II.4.1. Mode opératoire

On traite un poids d'échantillon séché et broyé avec 100 ml de méthanol dilué. Après agitation pendant 24h et filtration en papier filtre.

II.4.2. Extraction des extraits méthanolique

L'extraction liquide-solide est réalisée par macération d'une masse végétale sous forme poudre (Fig. 15a), qui est pesée puis mélangée avec un volume de 10ml du solvant, le solvant utilisé est le méthanol dilué (v/v : 70/30) (Fig.15b). Le mélange est maintenu sous agitation magnétique pendant 24 heures à température ambiante (Fig.15c). La solution obtenue est ensuite filtrée sur papier filtre (Wattman N°1 de diamètre 0,16 mm) sous vide (Fig.15d). Le filtrat est ensuite récupéré. Le volume total du filtrat est concentré sous vide à 60 °C à l'aide d'un Rotavapeur (Fig.15e) de type Heidolph avec une rotation de 200 t/. L'extrait sec est ensuite récupéré, pesé, étiqueté et conservé à 4 °C jusqu'à l'utilisation.

Le rendement (R) d'extraction est calculé par la formule ci-dessous :

$$R (\% \text{ MS}) = M1 \times 104 / [M0 (100 - \text{MS}\%)]$$

R (% MS) : Rendement en extraits en g/100 g de matière sèche.

M1 : Quantité d'extrait récupérée en g.

M0 : Quantité utilisée pour l'extraction exprimée en g.

Ms : Matière sèche.

Ensuite le concentré est obtenu par évaporation rotative dans un Rotavapeur puis séché à poids constant.

cb1= (50 g sol /2,5 marc de raisin r /17,5 compost).

cb2 = (50 g sol/ 0 marc r/ 20 compost).

Te = (50 g de sol).



Figure 15 : Etapes d'extraction des extraits méthanoliques (Original)

1. Résultats relatifs à l'effet des engrais seuls avec le sol sur la vitesse de croissance de la plante du concombre

L'incorporation des engrais conventionnels (NPK) et des engrais biologiques (compost végétal et marc de raisin, menée selon deux expériences a donné les résultats suivants :

1.1. Expérience A

1.1.1. Expérience 1 : Amendements organiques administrés seuls)

L'expérience est menée selon trois traitements, à savoir l'incorporation de marc de raisin et de compost (engrais biologiques) d'engrais conventionnel (NPK). Le résultat de cette expérience est comme suit : A partir de l'incorporation du sol avec du compost, résulte une survie de la plante. L'incorporation du marc de raisin avec le sol donne lieu à une mortalité des plants après 48 heures de transplantation. L'incorporation de l'engrais conventionnel (NPK) avec le sol a mené une mortalité de tous les plants 24h après la transplantation.

1.1.2. Expérience 2 : Amendements combinés

Les résultats des effets des amendements combinés sur les plants de concombre sont présentés dans la figure 16 et le tableau 9.

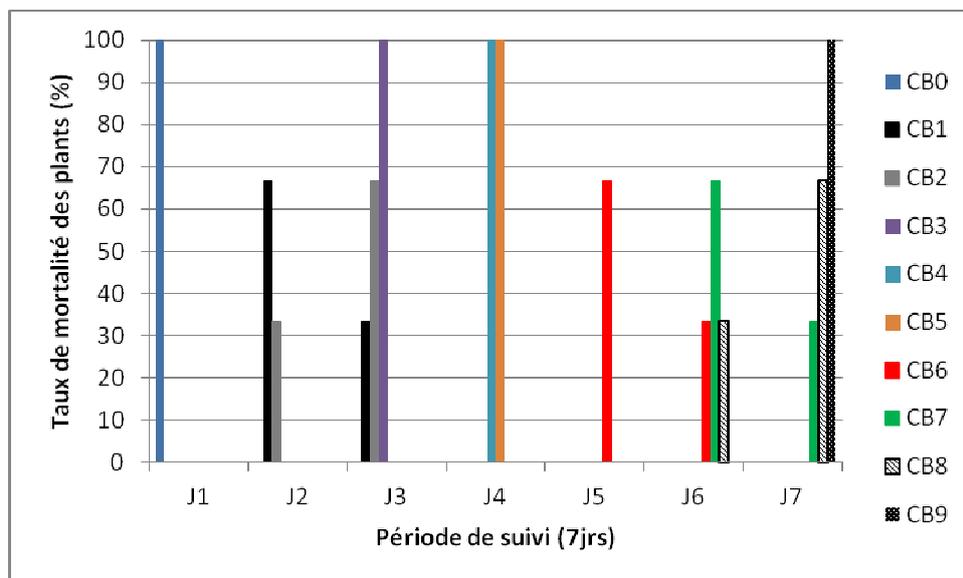


Figure 16 : Résultats de la mortalité (%) des plants de concombre après incorporation des amendements biologiques combinés.

Chapitre III : Résultats et discussion

Le premier jour tous les plants relatives au trois répétition du dosage cb0 son morts le dexsieme jour 2 plants relative au deux répétition de la dose cb1 et 3 plants relatives au trois répétition de cb2 sont morts le troisieme jour 1 plant (une répétition) cb1 et 2 plants (2 répétition)cb2 et 3 plants (3 répétitions) sont mort le 4eme jour 3 plants (3 répétition) cb4 et 3 plants (3 répétitions) cb sont morts le 5eme jour 2 plans (2 répétitions) cb sont mort le 6eme jour 1 plant relative a (1 répétition) de la dose cb6 et 2 plants relative a (2 répétition) de la dose cb7 et 1 plant relative a (1 répétition) e la dose cb8 sont morts le 7eme jour 1plant relative a (1 répétition) de la dose cb7 et 2 plants relative a (2 répétition) de la dose cb8 3 plants relative a (3 répétitions) de la dose cb9 sont morts.

Ces résultats nous amènent à dire que la totalité des plans sont morts au bout de 7 jours

Tableau 9 : Variation des durées de mortalité du concombre sous l’effet des combinaisons incorporées en conditions de laboratoire.

quantités			Combinaison	Jour/Mortalité
Sol	Compost	Marc raisin		
0%	50%	50%	CB0	24h (1j)
10%	45%	45%	CB1	72h (3j)
20%	40%	40%	CB2	72h (3j)
30%	35%	35%	CB3	72h (3j)
40%	30%	30%	CB4	96h (4j)
50%	35%	35%	CB5	96h (4j)
60%	20%	20%	CB6	144h (6j)
70%	15%	15%	CB7	168h (7j)
80%	10%	10%	CB8	168h (7j)
90%	5%	5%	CB9	168h (7j)

Le premier jour de transplantation (germination), la combinaison a induit la mortalité des 3 plants sujets aux répétitions de cb0 (100 %) (Tableau 9). Le troisième jour, tous les plants sont morts lors des trois répétitions (cb1 cb2 et cb3). Le 4^{ème} jour, les plants des 3 répétitions (cb4 et cb5) sont morts. Le 6^{ème} jour, les plants des 3 répétitions cb6 sont morts. Les plants des 3 répétitions (cb7, cb8 et cb9) sont également morts le 7^{ème} jour (100 % de mortalité).

1.2. Expérience B

Lors de l'expérience B, la même quantité de sol est maintenue pour chaque dose. Un nombre de 8 répétitions est opéré, afin d'étudier l'effet du marc de raisin sur la vitesse de croissance et sur la quantité des polyphénols contenus dans la plante du concombre. Toutes les doses (Tableau 10), ont induit la mort de tous plants, avec des proportions différentes au cours de 10 jours, sauf au niveau des deux doses, dont la première est : (50 g sol, 20 g compost et 0 g marc de raisin) et la deuxième (50 g sol, 17,5 g compost et 2,5 g marc de raisin), où la survie des plants ont pu atteindre les 20 jours. Cette durée semble être le stade le plus favorable pour opérer un dosage des polyphénols et de la vitesse de croissance de la plante du concombre.

Tableau 10 : Variation des durées de mortalité du concombre sous l'effet des combinaisons incorporées de l'expérience B (m.r : marc de raisin, cmp : compost végétal).

Les jours	Mortalité (nombre de plants)	Quantités des produits dans les combinaisons
9 juin	6	(20g m.r /0g cmp/50g sol)
	2	(17,5g m.r /2,5 g cmp/ 50g sol)
	1	(17,5g m.r /2,5 g cmp/ 50g sol)
	2	(12,5 m.r/ 7,5 g cmp /50 g sol)
10 juin	2	(20 g m.r /0 g cmp / 50g sol)
	4	(17,5g m.r /2,5 g cmp/ 50g sol)
	3	(15 g m.r / 5g cmp/ 50g sol)
	4	12,5g m.r/ 7,5 g cmp /50 g sol)
	6	10 g m .r/ 10 g cmp /50g sol)
12 juin	2	(17,5g m.r /2,5 g cmp/ 50g sol)
	4	(15 g m.r / 5g cmp/ 50g sol)
	2	(12,5 m.r/ 7,5 g cmp /50 g sol)
	2	10 g m .r/ 10 g cmp /50g sol)
14 juin	3	(7,5 g m.r /12 ,5 g cmp /50 g sol)
	2	(5g m .r /15 g cmp / 50g sol)
16 juin	5	(7,5 g m.r /12 ,5 g cmp /50 g so l)
	2	(5 g m.r / 15g cmp/ 50g sol)
19 juin	4	(5 g m.r / 15g cmp/ 50g sol)

2. Etude de l'effet du marc de raisin et du compost sur la hauteur moyenne des plants de concombre

La moyenne de la hauteur des plants (8 répétitions) de la cb2 (20g compost/0g m.r et 50g sol) est plus évoluée par rapport au témoin (50g sol), par contre l'évolution de la hauteur de la cb 1 (17,5g compost / 2,5g m.r et 50g sol) est moins évoluée que le témoin. Ceci indique que le compost seul a un effet bénéfique sur la croissance de la plante, quant au marc de raisin il inhibe la croissance de la plante (Figure 17).

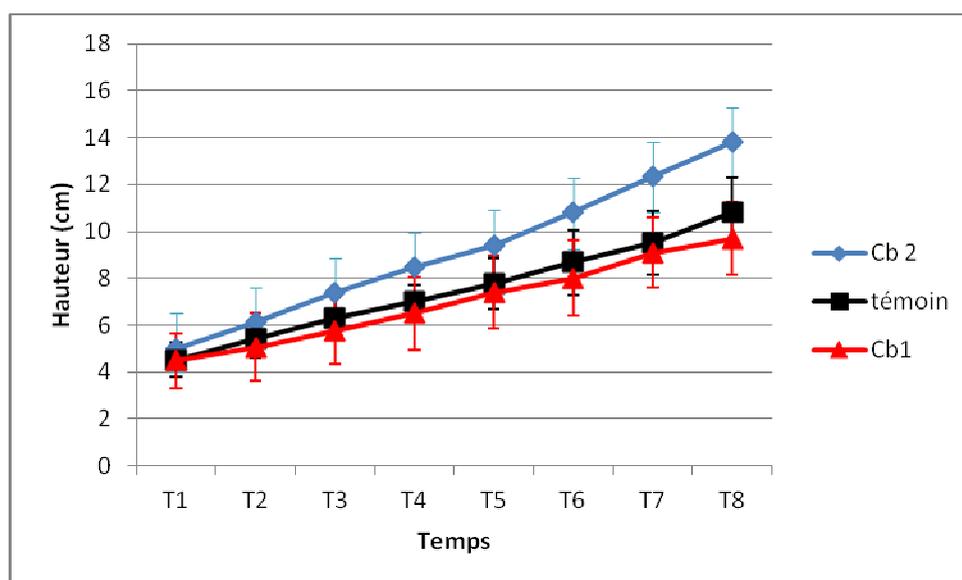


Figure 17 : Variation temporelle des hauteurs moyennes des plants de concombre sous l'effet des produits biologiques par rapport au témoin (sol seul).

3. Etude de l'effet du marc de raisin et du compost sur la moyenne de la vitesse de croissance des plants de concombre pour la durée de 20 jours par rapport au témoin

La moyenne de la vitesse de croissance chez cb2 est de 0,5 cm, elle est plus élevée que chez le témoin où sa moyenne de croissance est un peu plus de 0,3 cm. Par contre, la vitesse de croissance de cb1 est de 0,3cm et elle est la plus faible, ce qui mène à dire que la vitesse de croissance de cb1 et le témoin est presque similaire, mais la vitesse de croissance de cb2 est élevée (figure 18).

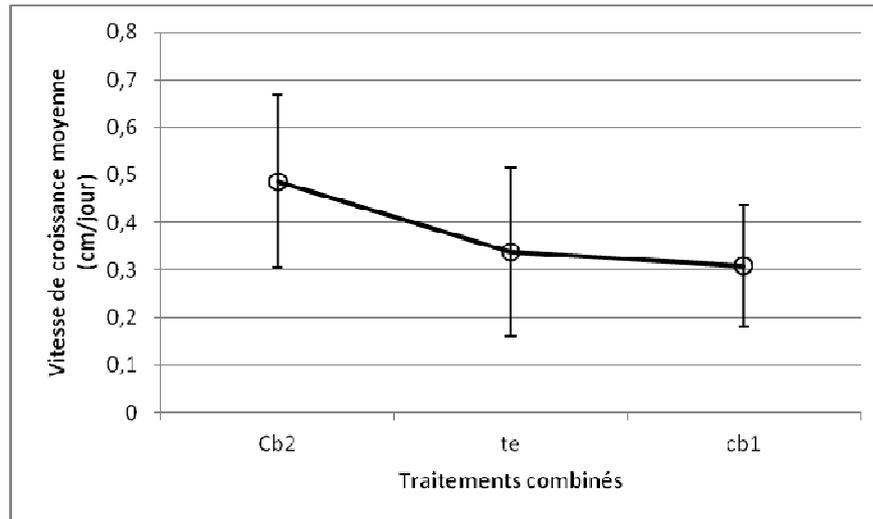


Figure 18. Vitesses de croissance moyennes des plants de concombre sous l'effet des amendements utilisés pendant une période de 20 jours.

4. Analyse de l'effet des combinaisons des produits biologiques incorporés

Nous avons eu recours à une analyse de variance en considérant les interactions des facteurs temps x traitement, pour expliquer les différences observées dans les hauteurs des plants de concombre (tableau 11).

L'ANOVA a montré des différences très hautement significatives (p entre les moyennes des hauteurs des plants de concombre sous l'effet des amendements étudiés en comparaison avec les cultures de plants sans amendements).

Tableau 11. Résultats de la comparaison des hauteurs moyennes sous l'effet des amendements organiques (ANOVA, systat 7 vers 9.1).

Source	somme des carrés	dl	carrés moyens	F-ratio	P
Temps	921.595	7	131.656	78.025	0.000
Traitement	165.011	2	82.505	48.896	0.000
Temps*Traitement	43.598	14	3.114	1.846	0.036
Erreur	283.478	168	1.687		

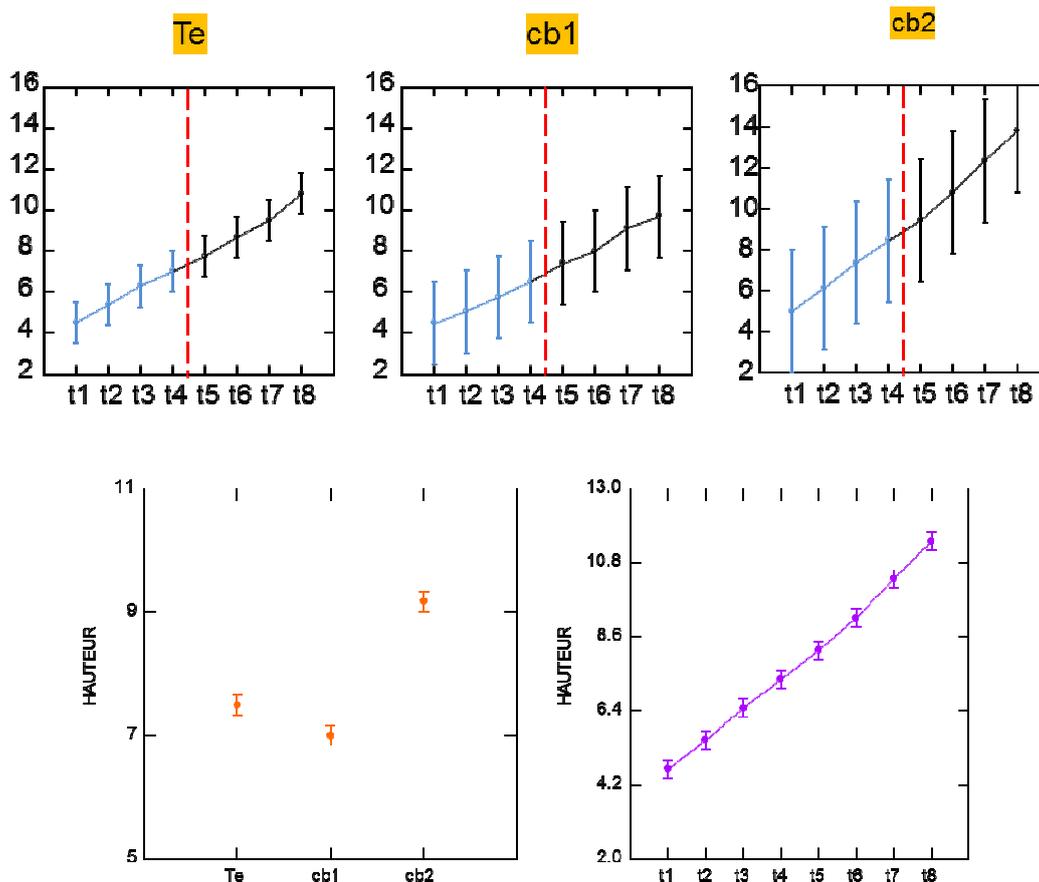


Figure 19. Effets comparés des amendements sur le concombre durant 20 jours de suivi

Il est à noter que la hauteur des plants augmente avec le temps que ce soit pour les deux amendements incorporés ou le témoin (sol seulement) ($p < 1 \%$, tableau 11 et figure 19). On observe également que les interactions temps \times traitement affichent des différences significatives ($p = 0.036$, tableau 11 et figure 19). Néanmoins, l'incorporation du compost végétal seul a induit une croissance beaucoup plus importante en comparaison avec celles notées chez l'amendement à base de compost/ marc de raisin ou le témoin lui-même (figure 19). Par ailleurs, les hauteurs augmentent d'autant plus qu'on se rapproche des 10 derniers jours.

Pour expliquer ces observations, nous avons calculé les moyennes des hauteurs durant la 1^e phase de croissance des plants (de T1 à T4 : les 10 premiers jours) et durant la 2^e phase de croissance (de T5 à T8 : les 10 derniers jours de suivi) (figure 20).

On remarque que la hauteur chez la cb1 (17.5 compost et le témoin du t1 à t4) est presque similaire et chez la cb 2 est un peu plus élevée par contre après t4 c'est à dire de t5 à t8 le développement de la plante est très élevé chez la cb 2 que chez le témoin et le cb1 ce qui

induit à dire que l'effet du compost seul sans le marc de raisin sur le développement réagit après 10 jours de la plantation et il a joué un rôle de stimulateur de la croissance de la plante

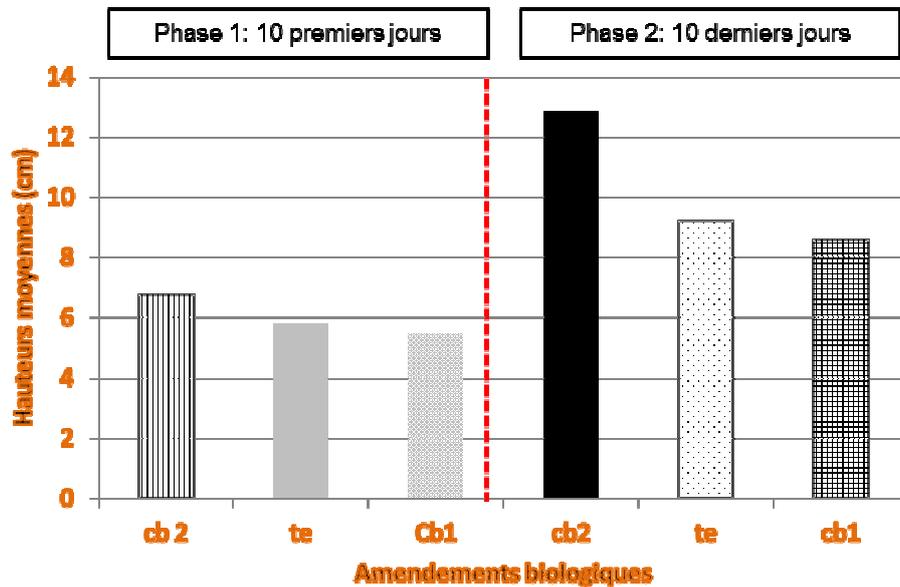


Figure 20. Différences de la croissance des plants de concombre sous l'effet des amendements biologiques étudiés durant la période de suivi (20 jours). (cb2 : 20g compost+ 0 g marc raisin ; cb1 : 17.5g compost+2.5g marc raisin, te : témoin 50g sol).

Durant la 1ere phase de croissance des plants qui représente la moyenne de la hauteur de chaque traitement du t1 a t4 (10 premier jours) on remarque que la hauteur moyenne des huit répétitions est similaire chez la cb1 et le témoin et qui atteint 5 cm et pour la hauteur moyenne de cb2 est un tout petit peu plus élevé et qui atteint 6 cm par contre pour la deuxième phase qui représente la moyenne de la hauteur de chaque traitement du t5 a t8 (les 10 deuxième jours) la hauteur moyenne de cb1 et témoin est toujours similaire et qui atteints presque 9 cm par contre la hauteur de cb2 est beaucoup plus élevé elle atteint 13 cm de longueur (figure 20)

5. Evaluation des rendements en polyphénols sous l'effet des amendements organiques étudiés

Les rendements en polyphénols au niveau des plants de concombre ont été évalués à la fin de la période de suivi qui est de 20 jours. L'étude de ce paramètre devait nous permettre d'estimer quel était l'effet de l'incorporation des amendements étudiés sur ces métabolites au bout de 20 jours après transplantation. Cette durée était largement nécessaire pour connaître les valeurs de rendements durant le début de croissance des plants de concombre.

On peut constater que le rendement le plus élevé (9 %) en polyphénols est celui obtenu avec la combinaison marc de raisin+compost à raison de 2.5 g et 17.5 g respectivement. Cette valeur est très importante en comparaison avec celle obtenue avec le compost végétal incorporé seul, tandis que la valeur la plus faible en polyphénols a été remarquée chez les plants non amendés (figure 21).

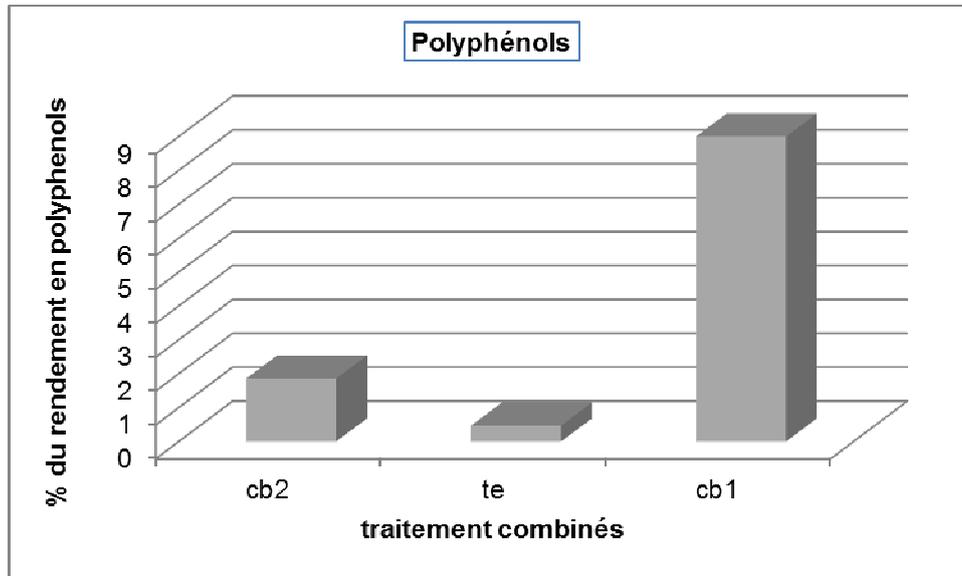


Figure 21. Rendements (%) des polyphénols quantifiés au niveau de la biomasse complète des plants de concombre au 20^e jour de suivi.

6. Discussion générale

Dans ce travail, nous avons recherché l'effet de l'incorporation d'amendements organiques à base de résidus végétaux (compost végétal et marc de raisin frais) sur la croissance des plants d'une glycophyte cultivée : le concombre. Nous avons aussi investigué si ces amendements induisent la variation des quantités en polyphénols au bout d'une croissance de 20 jours. La croissance des plantes a été suivie, périodiquement. Des mesures de hauteur mesurée à partir du collet jusqu'à l'apex au niveau de chaque plant, ont été effectuées tous les deux à quatre durant l'expérimentation.

Les premières observations effectuées avec l'incorporation de l'amendement seul montrent des mortalités induites à différents jours jusqu'au 7^e jour après transplantation et apport des produits biologiques. Cet arrêt de la croissance des jeunes plants de concombre peut se traduire par soit un phénomène de phytotoxicité, puis rapidement cet état de déficience se

disperse dans les tissus pouvant être due à des doses trop importantes de chaque amendement utilisé.

Selon Vilan (1993), la composition du sol a une forte influence sur l'absorption hydrominérale. Les éléments minéraux sont généralement absorbés sous forme d'ions. Néanmoins, les cellules n'absorbent pas indifféremment les ions. Il existe une perméabilité sélective (le Na pénètre très mal dans la cellule. A l'opposé, le K se trouve à des concentrations plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur (accumulation). Les cations (NH_4^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Na^+) présentent une vitesse de franchissement des membranes plus grande que celle des anions (NO_3^- , Cl^- , SO_4^- , H_2PO_4^-) selon (BRUN et SETTEMBRINE, 1994). Aussi, selon (Heller, 1970), les plantes possèdent la propriété de sélectivité, dont les cellules peuvent parmi les éléments extérieurs, choisir ceux qu'elles absorbent et même accumulent, et ceux au contraire qu'elles laissent dans le milieu où absorbent très peu.

On peut émettre l'hypothèse de l'influence de facteurs internes liés à la variété de l'espèce de concombre elle-même qui influent sur l'absorption, ou encore la teneur en azote qui est plus élevée au stade juvénile.

Les quantités utilisées signifieraient donc une fertilisation trop forte c'est-à-dire un PH faible, ce qui pourrait non seulement limiter la disponibilité de plusieurs nutriments essentiels (notamment le phosphore), mais peut également induire une disponibilité trop élevée d'autres éléments devenant de ce fait toxiques.

Les études sur l'utilisation des composts et des produits compostés de différente origine ont surtout fait l'objet de tests d'activité biologique en tant que biostimulants ou biopesticides : la littérature est nombreuse. D'autres travaux signalent des études sur les caractéristiques de ces composts. Ainsi en France, l'amendement A1 à la norme NF U 44-051 sur les amendements organiques vise à préciser les matières premières utilisables pour les différentes dénominations de types de la norme. Selon Thevenin-Metzger et Thevenin (2013), il est apparu que les marcs de raisins ne pouvaient être utilisés comme matières premières d'un amendement organique que s'ils avaient été distillés.

Ces auteurs ont trouvé que la montée en température est plus rapide et plus importante en présence de fumier en tant que co-substrat favorisent donc l'élévation de la température. Pour les marcs de raisins non distillés seuls, la température maximale atteinte a été 50°C après 3 semaines de compostage. Sur le terrain, pour des apports réalisés à l'automne, ces produits

pourraient permettre de retenir transitoirement de l'azote minéral du sol pendant les périodes où les risques de pertes par lixiviations sont élevés et de restituer cet azote et libérer celui contenu dans les produits lorsque les conditions climatiques redeviendraient favorables à une activité biologique dans les sols.

Thevenin-Metzger et Thevenin (2013) ont aussi observé la présence d'œufs d'helminthes dans les composts de marcs non distillés avec fumier, mais pas dans les composts de marcs de raisins non distillés seuls. Il est probable que les œufs d'helminthes proviennent du fumier utilisé pour mener l'étude de co-compostage. Bustamante (2008) suggère qu'afin de garantir l'efficacité du processus de compostage et d'obtenir un compost de marcs suffisamment hygiénisé, il est nécessaire de surveiller le processus de compostage, et en particulier la phase de maturation, car lors de cette phase, une recontamination ou une réactivation de la flore de micro-organismes est possible.

Par ailleurs des odeurs d'alcool ont été ressenties, au cours des premiers jours de compostage que ce soit avec ou sans ajout de fumier comme co-substrat. Comme pour notre cas, l'odeur de l'alcool est ressentie durant toute la durée de notre expérimentation. Il est à noter que les marcs de raisins avaient été stockés dans des sacs en jute.

Dans les expérimentations de Thevenin-Metzger et Thevenin (2013), les caractéristiques des composts obtenus à partir de marcs de raisins non distillés, que ce soit avec ou sans fumiers, ont des caractéristiques compatibles avec une utilisation comme amendement organique.

Pour démontrer l'influence bénéfique de l'amendement en compost seul et qui a donné la meilleure croissance des plants de concombre, nous avons trouvé des résultats de recherche similaires.

Ainsi, l'influence de la fertilisation minérale et organique a été étudiée en côte d'Ivoire sur la croissance et la productivité du cultivar à baies allongées de la cucurbitacée *Lagenaria siceraria* (Outtara, 2009). L'engrais minéral (N-P-K) a été utilisé à raison de 297,77 kg/ha contre 22104 Kg/ha de deux amendements organiques: la déjection de porc et la fiente de poulet. Les résultats ont montré que l'action des amendements organiques est plus efficace que celle de l'engrais minéral (N-P-K). En effet, la déjection porcine a permis de réduire le cycle de reproduction. Avec ce traitement, la durée du cycle estimée à travers le temps requis pour que le premier fruit arrive à maturité est de $97,69 \pm 177;4,89$ jours contre

103,88±177;5,20 jours et 110,71±177;4,89 jours pour la fiente de poulet et le N-P-K, respectivement. Par contre, les plantes traitées avec la fiente de poulet produisent beaucoup plus de fruits (en moyenne 2,35 baies/plante), la plus faible production de fruits étant observée chez les plantes traitées avec le N-P-K (en moyenne 0,42 baies/plante).

Les techniques basées sur l'addition de matière organique au sol (débris de plantes, de cultures, de foin, compost de déchets de crevettes, déchets protéiques et les résidus végétaux ont été explorées comme méthode alternative aux moyens chimiques (Mian et Rodriguez Kabana, ; Dia, 1995 ; Oka, 2010). Les amendements organiques d'origine animale ou végétale s'avèrent favorables pour les cultures. Singh et al. (1966) ont observé que le fumier de vache, le terreau de feuilles et les tourteaux de ricin, de moutarde augmentent la croissance de plants La matière organique apportée sert de base trophique à la communauté microbienne du sol. Elle entraîne le plus souvent une augmentation de l'activité et de la densité microbienne ce qui a pour conséquence l'apparition d'un phénomène de résistance dans le sol sus l'effet de l'amendement (Aryantha et al., 2000 ; Termorshuizen et al., 2006).

Surtout, lorsqu'il s'agit d'un compost additionné de microorganismes antagonistes. Ceux-ci peuvent agir par antibiose ou parasitisme (Fravel, 1988 ; Hoitink et Boehm, 1999). Les amendements organiques peuvent modifier les propriétés physiques du sol, comprennent de pH, la salinité et la conductivité électrique « CE », le dioxyde de carbone et les concentrations d'oxygène, (Oka, 2010).

L'apport de compost pendant 6 années successives aurait un effet positif sur les caractéristiques physico-chimiques des sols Selon (Villenave et al., 2007). Ainsi, les teneurs en matière organique, en bases échangeables et en phosphore assimilable sont plus élevées dans les parcelles à apport de compost. Egalement, les composts peuvent permettre l'activation des mécanismes de défense de la plante (Vallad et al., 2003) et favorisent, en conséquence, un meilleur développement de la plante cultivée, (Villenave et al., 2007).

La matière organique apportée sert de base trophique à la communauté microbienne du sol. Elle entraîne le plus souvent une augmentation de l'activité et de la densité microbienne ce qui a pour conséquence l'apparition d'un phénomène de résistance dans le sol sus l'effet de l'amendement (Aryantha et al., 2000 ; Termorshuizen et al., 2006).

L'apport de compost pendant 6 années successives aurait un effet positif sur les caractéristiques physico-chimiques des sols Selon (Villenave et *al.*, 2007). Ainsi, les teneurs en matière organique, en bases échangeables et en phosphore assimilable sont plus élevées dans les parcelles à apport de compost. Egalement, les composts peuvent permettre l'activation des mécanismes de défense de la plante (Vallad et *al.*, 2003) et favoriser, en conséquence, un meilleur développement de la plante cultivée, (Villenave et *al.*, 2007).

Les polyphénols du raisin ont fait l'objet de nombreuses études scientifiques quant à leurs effets cardio-protecteurs. Ces derniers ont notamment été attribués au pouvoir antioxydant des polyphénols (Teissedre, 2007, Xia et *al.*, 1998, Xia et *al.*, 2010). Le marc de raisin est une source importante de polyphénols.

D'après Singh et *al.* (1983), les composts végétaux comme pour le cas des tourteaux d'oléagineux augmentent les phénols et les acides aminés dans la plante ce qui représente une augmentation de son système de défense.

Les déchets d'olive sont connus par exemple pour contenir un certain nombre de substances biologiquement actives. Les propriétés phytotoxiques et antimicrobiennes de ces résidus ont été largement étudiées et sont associées à la présence de composés phénoliques et composés des acides gras libres (Obeid et *al.*, 2005).

Les rendements en polyphénols des plants de concombre ayant subi l'incorporation du marc de raisin sont très élevés même avec la quantité de 2.5 g soit 8 fois la quantité du compost qui a induit contrairement un rendement polyphénolique beaucoup plus faible. Les mortalités observées des plants de concombre pourraient être aussi dues à des troubles des fonctions de la plante, entraînant un ralentissement, un retard de croissance avec apparition de phénomène de plasmolyse aboutissant ainsi à la formation de tiges moins rigides et donc peu développées. (MENGEL, et *al* 1982).

Conclusion

L'initiative dans ce travail est de comparer l'effet d'apports en compost végétal et en marc de raisin frais par rapport à l'engrais conventionnel NPK sur le développement de la plante du concombre *Cucumis sativus L* ainsi que leurs effets sur le taux des polyphénols dans une culture en pots au laboratoire.

Les résultats obtenus montrent que la plus faible dose de l'engrais conventionnel a induit une mortalité des plants au bout d'un jour après la transplantation. Il en est de même pour le marc de raisin incorporé seul à plusieurs doses dans le sol après une durée de deux jours. Cependant, les plants ont un meilleur développement lorsqu'on utilise un apport de compost végétal incorporé seul.

Lorsque les amendements testés sont incorporés de manière combinée, ce sont les deux doses (20g de compost/0 g de marc de raisin) et (17.5 g de compost/2.5g de marc de raisin) qui ont permis aux plants de se développer durant la période de suivi. Néanmoins, le développement du concombre a été meilleur lorsqu'on incorpore le compost seul sans le marc de raisin (20g compost/0g de marc de raisin/50g sol) par rapport au témoin (50 g de sol seul) puis la dose (17.5g de compost et 2.5g de marc de raisin/ 50g sol). D'après nos résultats, l'incorporation du marc de raisin frais non distillé inhibe la croissance de la plante alors que le compost végétal stimule sa croissance.

Les polyphénols sont des métabolites de défense généralement stimulés à la suite d'un stress et de nombreuses recherches ont montré leur intérêt en tant qu'anti oxydants. Dans ce travail, l'extraction des polyphénols à partir des plants développés au bout d'une période de 20 jours, nous a permis d'obtenir un rendement très élevé avec les quantités 17.5g de compost et 2.5g de marc de raisin en comparaison avec le deuxième apport combiné (20g compost/0g de marc de raisin) et le témoin qui n'a reçu aucun fertilisant (50g sol). Ceci semble indiquer que le marc de raisin frais et non distillé, lui-même riche en polyphénols, a une influence sur la synthèse des polyphénols par la plante.

Dans la perspective de valoriser l'utilisation des produits biologiques comme engrais ou bien fertilisants, nous proposons :

- d'utiliser d'autre doses de ces mêmes apports et étudier leurs effets comparés afin de trouver une dose optimale qui a une influence bénéfique sur la croissance de la plante de concombre

Conclusion

- de réaliser des analyses appropriées aux caractéristiques normalisées des amendements organiques pour les deux produits combinés entre eux ou avec d'autres d'origine végétale et animale. Le marc de raisin n'ayant pas été désalcoolisé, il serait pertinent d'exploiter ce fertilisant après l'avoir distillé pour identifier une cause éventuelle de la mortalité des plants pouvant probablement être due à des taux importants d'alcool ou de sucre.

- de déterminer les taux de bioéléments à travers le diagnostic foliaire et racinaire.

Enfin, il serait judicieux également d'étudier :

- La capacité de composter seuls ou en mélange avec un co-substrat des marcs de raisins non distillés des variétés de différents cépages de vigne.

- L'évolution de la matière organique au cours des compostages de déchets végétaux

Références bibliographiques

1. **AMOUZOU T. C., 2000**- Dossier d'identification de CECODRI. Gembloux, 39 p.
2. **AMOZOUVI K. A. A., 2002** - Fertilisation des sols (Cours, 3ème Année). ESA-UL, Lomé.
3. **AMOZOUVI K. A. A., 2003** - Fertilisation humique, Notes de cours. ESA-UL, Lomé, 10 p.
4. **AMOZOU T. C., 2003** - Gestion intégrée de la fertilité des sols sur les parcelles maraîchères de Thasommo Village. Loas, FUSAGx, Gembloux, 76 p.
5. **ANONYME., 2001** - Direction des statistiques agricoles et des thèmes d'information. ministère de l'agriculture, Série B, 43p.
6. **ANONYME., 2004** - détermination de l'humidité .Ed :AFNOR.3p.
7. **BEN LAREDJ F.Z ., 1990** - Influence d'enrichissement de l'air des serre en gaz carbonique sur la croissance et le développement des cultures maraîchères : tomate (*lycopersicon esculentum*), poivron (*capsicum annuum*), concombre (*cucumis sativus*). thèse .Ing. INES, Blida, 95p.
8. **BOUSSARD L., 1996** - Traité de botanique thématique. vol.2, Masson et Cie, 1960, 97p.
9. **BRAJEUL E., 2001** - Le concombre. Ed.Ctifl.france.349p.
10. **BUSTAMANTE M.A., PAREDES C., MARHUENDA-EGEA F.C., PÉREZ-ESPINOSA A., BERNAL M.P. ET MORAL R., 2008** - Co-composting of distillery wastes with animal manures: Carbon and nitrogen transformations in the evaluation of compost stability. Chemosphere, 72, pp.551–557.
11. **CHAUX C., 1972** : Production légumière. Ed. J.B. Baillière. 300p.
12. **CHAUX C., 1994** - Production légumière: Légumineuses potagères, Légumes fruits . Tome 3 , Ed Tec et Doc, Lavoisier, 1994, 563p
13. **CHAUX C ET FOURY C., 1994** - Production légumière. Tom 3, Ed. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, pp.145-235.

Références bibliographiques

14. **CHENOUN M., 2004** - Effet de deux anti-stress combines le fertileader et le fertiactyl sur la croissance et le développement du concombre variété Marqueter en hors sol.thèse ,Ingénieur , INES ; Blida .77p.

15. **COIC Y ET LESAIN C., 1975** - La nutrition minérale en eau de plantes horticulture avancée. Document technique S.C.P.A, n °23, Versailles, 21p.

16. **COIC Y. et LESAIN C., 1983** - La nutrition minérale en eau de plantes horticulture avancée. Document technique S.C.P.A, n <23, Versailles, 21p.

17. **COIC Y., 1984-** Les cultures sans sol. Revue science et vie.hors série n°146. pp 67-75.

18. **COIC Y., 1989** - Les oligo-éléments en agriculture et élevage. Ed : I.N.R.A. Paris. 114 p.

19. **CULOT M. et LEBEAU S., 2000** - Compostage, une gestion inconnue des déchets, FUSAGx. Coopération Régionale pour le développement des productions horticoles en Afrique, Bulletin de liaison numéro 17, p. 52-66.

20. **DUPRIEZ N. ET LEENER P., 1987** -Jardin et Verger d'Afrique. Terres et Vie, Belgique, 354p.

21. **DSASI J.S., 2001** - Production légumière: Légumineuses potagères, Légumes fruits.563p.

22. **EILENBERG J., HAJEK A. et LOMER C. , 2001** -Suggestions for unifying the terminology in biological control. BioControl. 463.pp 87-400.

23. **ELMHIRST J., 2006** - Profil de la culture des concombres de serre au Canada, programme de réduction des risques liés aux pesticides, centre pour la lutte antiparasitaire agriculture et agroalimentaire. Canada,9p.

24. **EMBERGER L., 1960** -Traité de botanique thématique, vol.2, Masson et Cie, 80p.

25. **FALISSE A.,2000-** Matières fertilisantes, Notes de cours.FUSAGx, Gembloux.

26. **F.A.O., 2004** -Perspectives de l'alimentation n°2, Une production mondiale, Département économique et social, 8p.

27. **F.A.O., 2009** - Notions de nutrition des plantes et de fertilisation des sols, Manuel de formation, GCP/NER/041/BEL Promotion de l'Utilisation des Intrants agricoles par les Organisations de Producteurs. 260p.

28. **FLEEGER JL.,FLIPSE IJ .,1964**-Metabolism of bovine semen XIII. Malonic acid metabolism by bovine spermatozoa. J. DairySci. 1964, 47 (5),pp. 535 -538.

Références bibliographiques

29. **HARBORNE, J. B., 1988** -Introduction to ecological biochemistry.3rd ed,Academic Press. London.
30. **HASLAM E .,1994-** Natural polyphenols (vegetable tannins):*Gallic Acid metabolism*.11,pp. 41-66.
31. **HERBST S.T., 2001** - Le Compagnon du Food Lover Nouvel: Définitions globale de près de 6000 Nourriture, boisson et Conditions culinaires. Guide de cuisson BarronHauppauge, NY: EducationalSeriesBarron, 470p.
32. **KOLEV N., 1976** - Les cultures maraichères en Algérie.Tomel,légumes fruits, I.T.C.M.I.,33p.
33. **KROLL R. ,1994** - Les cultures maraichères, Maisonneuve et Larose.Paris, 219p.
34. **LAUMONNIER R ., 1979** - Cultures légumières et maraichères . Ed.J.B.Baillière, Paris, France, Tome III, 276p.
35. **MAAROUF A .,2000-** Dictionnaire botanique.129p.
36. **MACHEIX JJ., FLEURIET A., CHRISTIAN A.,2005-** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique.pp.55-62.
37. **MENARD F., 2010** - valeur nutritive et médicinale du fruit de concombre.Québec,canada,2p.
38. **MESSIAEN C. M., 1997** - Le Potager Tropical. 3è éditions, CILF, Paris, 583 p.
39. **NEGRI N ., 1990** - L'influence de chauffage sur la culture du concombre sous abris plastique. thèse, Ing, Alger, 86p.
40. **OUATTARA N.D. ,2009** - Etude comparative de l'influence de la fumure minérale et organique sur la productivité du cultivar à baies allongées de *Lagenariasiceraria* (Molina) Standl (Cucurbitaceae).Mémoire de Maîtrise , UFR des Sciences de la Nature, Abobo-Adjamé ,Côte d'Ivoire, 34 p.
41. **RICHTER G.,1993** - Métabolisme des végétaux. Physiologie et Biochimie. Ed. Presses Polytechniques et Universitaire Romandes,pp.322-323.

Références bibliographiques

42. **SKIREDJ A., ELATTIR H., ELFADI A., 2005** - La culture du concombre. Insti. Agro. Vét., Hassan, II, 2p.

43. **THEVENIN M. L. ET THEVENIN N., 2013-** Le compostage des sous-produits viticoles : Etude de marcs de raisins non distillés Journées Techniques Légumes & Cultures pérennes Biologiques.Colmar.

Matériel de travail utilisé

Au laboratoire

- un rota vapeur ;
- une étuve ;
- un agitateur ;
- une balance.

Sur le terrain

- une plaque à alvéoles ;
- un arrosoir ;
- des gobelets ;
- une cuillère ;
- un ruban de mesure.

Produits utilisés

Chimiques

- de l'éthanol et du méthanol.

Biologiques

- marc de raisin ;
- plante de concombre ;
- compost végétal.

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

Chapitre II

Matériels et méthode de travail

Chapitre III

Résultats et Discussions

Conclusion Générale

Références Bibliographiques

Annexe

Résumés