

UNIVERSITE KASDIMERBAH OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Projet de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER Académique
Domaine: Sciences de la nature et de la vie
Filière: Ecologie et environnement
Spécialité: Science de l'environnement

Présenté par:
KADDOURI Hayat
MESSAOUDI Houria

Thème

**Etude de La valorisation des eaux de drainages dans la production
d'amendement organique des micro-algues**

Soutenu publiquement le:05/06/2016

Devant le jury :

Président:	IDDER Mohamed Tahar	PR, Université Ouargla
Encadreur:	DADDI BOUHOUN Mustapha	MCA, Université Ouargla
Examineur	SAGGAÏ Mohamed Mounir	MAA, Université Ouargla
Co-encadreur	BENSACI BACHAGHA Messoud	MCB, Université Ouargla

Année universitaire :2015/2016

Remisement

*Nous remercions le bon dieu le clément et le
miséricordieux qui nous a donné la force ,le
courage et la volonté pour achever cette
Modest recherche*

*Nous remercîments infiniment:
Monsieur (DADDI BOUHOUN ,M), pour
son aides immenses pendant la réalisation
de ce mémoire*

*Monsieur (BENSACI .M) pour son aides
Melle (Djaroubi .A) pour son aides au coure
de réalisation de notre travail.*

*Mes parents qui m'ont beaucoup aidé lors de
la préparation de ce mémoire.*

*Tous les enseignants à l'université d'Ouargla
spécialement les enseignant de département
de l'écologie général.*

Kaddori.H & Messaoudi.H



Dédicace



*A la mémoire de mon cher regretté père
protège*

Son âme et lui accorde sa clémence.

A ma très chère mère

A: mes frères et mes sœurs et leurs petites familles.

*A mes aimées proches et mes amies à tous ceux qui
me sont chère.*

Je dédie ce modeste travail.

KADDOURI.H



DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :
Mes parents, ma mère qui m'a beaucoup soutenu
moralement grâce à ces valeurs uniques et,
Mon père pour son aide immense dans les instants
les plus durs, et je leurs souhaite une longue vie.
Mes chères et adorables sœurs et frères , et
spécialement mon petit frère cher Toufik.
A toute la famille, spécialement ma chère grand-
mère et les autres membres de ma famille : oncles et
tantes sans exception
A tous mes copains, et mes amis.
A toute la promotion : 2015/2016
A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la
réalisation de ce Travail.

HOURIA. M

Lists des tableaux

Tableau N°	Titre	page
01	Diversité des micro-algues eucaryotes et procaryotes, marines et d'eau douce	8
02	Classification des micro-algues selon des paramètres déterminés.	9
03	les zones et les biotopes de quelques espèces de spiruline.	11
04	le rôle et la tenue de composition minéraux dans la spiruline.	13
05	Propriétés chimiques des différents amendements organiques.	19
06	Méthodes de caractérisation de la matière organique : techniques et objectifs adapté.	21
07	Les différentes dilutions des eaux de drainage.	36

Liste des photos

Photos N°	Titre	Page
01	Le drainage souterrain.	3
02	L'assainissement superficiel.	4
03	L'assainissement agricole.	4
04	Eau de drainage dans un drain de la ferme de l'université d'Ouargla	31
05	Multiplication de Spiruline.	35
06	Dispositif expérimental.	36

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
01	Différentes formes prises par la Spiruline. A = Forme spiralée (<i>Arthrospira fusi</i> » <i>formis</i>), B= Forme ondulée (<i>Spirulina maxima</i>), C = <i>Arthrospira platensis</i> (Charpy, Langlade et Alliod, 2008)	10
02	Fractions constitutives de la Matière Organique Algale (MOA)	18
03	Localisation géographique d'Ouargla en Algérie	27
04	Présentation de l'eau de drainage dans un drain de la ferme de l'université d'Ouargla	31
05	Approche méthodologique	34
06	Evolution de la température des milieux	40
07	Evolution de salinité des milieux	41
08	Evolution de pH des milieux	41
09	Evolution de concentration en biomasse des milieux	42
10	Teneur des biomasses algale en azote organique	43
11	Teneur des biomasses algale en phosphore	44

Table des matières

Partie I:synthèse bibliographique

Introduction.

Chapitre I. eau nom conventionnelle (eau de drainage)

I.1.Les eaux de drainage.....	3
I.1.1.Définition.....	3
I.1.2. Type des eaux de drainage.....	3
I.1.2.1. L'eau de drainage agricole.....	3
I.1.2.1.1.Le drainage souterrain.....	3
I.1.2.1.2. L'assainissement superficiel.....	3
I.1.2.1.3.L'assainissement agricole.....	4
I.1.3.Drainage dans les palmeraies de la région d'Ouargla.....	4
I.1.4. Difficultés de drainage.....	4

Chapitre II : Les algues microscopique

II.1.Les micro-algues.....	7
II.1.1.Définition.....	7
II.1.2.Type de production des micro-algues.....	7
II.1.3.Types des micro-algues.....	8
II.1.4.La spiruline.....	10
II.1.4.1.Définition.....	10
II.1.4.2. La répartition écologique.....	10
II.1.4.3.Condition de culture.....	11
II.1.4.3.1.La température.....	11
II.1.4.3.2.La lumière.....	11
II.1.4.3.3.La salinité.....	11
II.1.4.3.4.Le pH.....	11
II.1.4.4.Milieu de culture.....	12
II.1.4.4.1.L'eau.....	12
II.1.4.4.2.Le dioxyde de carbone.....	12
II.1.4.4.3.Les nutriments.....	12
II.1.4.5.Technique de culture.....	13
II.1.4.5.1.Ensemencement.....	13
II.1.4.5.2.L'agitation.....	13
II.1.4.5.3.Eclairage.....	14
II.1.4.5.4. La récolte.....	14
II.1.4.5.5.Le séchage.....	14
II.1.4.6.La conservation de culture.....	14
II.1.4.7.L'intérêt.....	15

Chapitre III : L'amendement organique.

III.1.L'amendement organique.....	17
III.1.1.Définition.....	17
III.1.2.Types d'amendement organique et propriétés.....	17
III.1.2.1.Amendements d'origine animale.....	17
III.1.2.2.Amendements d'origine végétale.....	17
III.1.2.3.Tourbe de sphaigne.....	18
III.1.2.4.Boues STEP.....	18
III.1.2.5. Compost.....	19
III.1.2.6.Synthèse.....	19
III.1.3.La pratique de l'amendement organique.....	20
III.1.4.Source de la matière organique.....	20
III.1.5.Pratique de la matière organique.....	21
III.1.6.Valorisation d'amendement organique.....	23
III.1.6.1.Valorisation des déchets urbains.....	23
III.1.6.2. Valorisation de boues de stations d'épuration des eaux usées par un bioprocédé aérobie « compostage».....	23
III.1.6.3. Valorisation des engrais (Boues STEP et Synthèse).....	23
III.1.7.L'intérêt de l'amendement organique.....	24

Partie II: Matériels et méthodes d'étude.

Chapitre IV: Matériels d'étude.

IV.1.Région d'étude.....	27
IV.1.1.Choix de la région d'étude.....	27
IV.1.2.Présentation de la région d'étude.....	27
IV.1.2.1.Localisation.....	27
IV.1.2.2.Climatologie.....	28
IV.1.2.2.1.Température.....	28
IV.1.2.2.2.Précipitation.....	28
IV.1.2.2.3.Vent	28
IV-1-2-3- Géologie.....	29
IV-1-2-4- Hydrogéologie	29
IV-1-2-5- Pédologie.....	29
IV.2.6. Humidité de l'air	30
IV.2.7. Géomorphologie.....	30
IV.2.8. Topographie.....	30
IV.3.Station d'étude choisie.....	30
IV-4-Matériels d'étude.....	30
IV-3-1-Type de micro-algues utilisées.....	30
IV-3-2-Eaux de drainages utilisés.....	31

Chapitre V : Méthodes d'étude

V.1.Approche méthodologique.....	33
V.1.1. Détermination de la souche de micro-algues à utiliser.....	33

V.1.1.1. Echantillonnage de micro-algues.....	35
V.1.1.2. Multiplication des micro-algues.	35
V.1.2. Installation du dispositif expérimental.....	35
V.1.2.1. Description du dispositif expérimental.....	35
.....36V.1.2.2. Préparation des milieux de culture	
V.1.2.2.1. Milieu de culture Zarrouk.....	36
V.1.2.2.2. Milieux d'eaux de drainage.....	36
V.1.2.3. Ensemencement des milieux de cultures.....	37
V.1.2.4. Conditions de culture.....	37
• L'agitation.....	37
• L'éclairement.....	37
V.1.3. Etude des milieux de culture.....	37
V.1.3.1. Evolution physico-chimique des milieux de cultures.....	37
V.1.3.2. Evolution des biomasses algales.....	37
• L'étude quantitative des biomasses.....	37
• L'étude qualitative des biomasses.	37
V.2. Méthodes d'analyse.....	38
V.2.1. Méthodes d'analyses des milieux de cultures.....	38
1. Température.....	38
2. pH.....	38
3. Salinité.....	38
V.2.2. Méthodes d'analyse des biomasses algales.....	38
1. Etude quantitative.	
2. Dosage de l'azote.....	38
3. Dosage du phosphore.....	38

Partie III : Résultats et discussions

Chapitre VI. Etude des milieux de culture

VI.1. Evolution physico-chimique des milieux de culture.....	40
VI.1.1. Température.....	40
VI.1.2. Salinité.....	40
VI.1.3. pH.....	41
VI.2. Evolution des biomasses algales.....	42
VI.2.1. Etude quantitative des biomasses.....	42
VI.2.2. Etude qualitative des biomasses.....	42
VI.2.2.1. Azote organique.....	42
VI.2.2.2. Phosphore total.....	43
Conclusion	
Annexe	
Les références bibliographiques	

Introduction

Introduction

Le sol est un système dynamique dans lequel les composants physiques, chimiques et biotiques sont en équilibre. L'application aléatoire des engrais chimiques perturbe ce dernier, affectant négativement la productivité des sols. Les amendements de type microalgales améliorent la gestion des éléments nutritifs et le maintien de la qualité des sols (Goyal, 1993). La capacité de certaines formes d'algues bleu-vert, réalisant la photosynthèse, à fixer l'azote leur confèrent un avantage écologique et agricole en tant que ressource naturelle renouvelable en azote biologique (Goyal, 1993 ; Paudel *et al.*, 2012)

Les micro-algues sont des microorganismes qui peuvent habiter dans des eaux salées, douces, saumâtres et même dans des eaux usées (Hu *et al.*, 2011). Les micro-algues peuvent produire des quantités importantes de lipides, de sucres et de protéines grâce à la photosynthèse (Rengel, 2010). Elles sont connues pour fixer l'azote atmosphérique et pour convertir le phosphore insoluble en une forme soluble (Irisarri *et al.*, 2001).

La cuvette d'Ouargla présente un grave problème d'excédent hydrique à cause de l'absence d'exutoire naturel, l'exploitation anarchique des ressources hydriques souterraines, les rejets des eaux usées et de drainage agricole (Hamdi Aïssa *et al.*, 2000 ; Idder, 2007 ; Saker et Daddi Bouhoun, 2007).

Les travaux de recherche sur la valorisation des eaux non conventionnelles par la sont limités à Ouargla (Djaghoubi, 2013 ; Ounoki.S et Achour.S, 2014 ; Daddi Bouhoun *et al.*, 2015). L'étude de Djaghoubi (2013) a permis d'apprécier la production de biomasse algale dans les eaux de drainage brutes et usées, en conditions naturelles évaporantes. Elle a constaté que les eaux de drainage offrent un milieu favorable à la croissance des Spirulines. Toutefois, leurs développements restent conditionnés par la disponibilité des nutriments. De cela, la Spiruline semble un candidat approprié pour valoriser les eaux de drainage comme un milieu de cultures.

Notre étude se propose pour suivre les travaux de recherche antérieurs avec un autre objectif et une autre approche méthodologique. Elle consiste à valoriser les eaux de drainage dans la production de la biomasse algale pour utiliser ce dernier comme amendement organique dans les sols sahariennes. L'étude se propose de mesurer la production algale et sa qualité dans différentes dilutions d'eaux de drainage, et de comparer les résultats avec un milieu de culture optimal.

Ce travail préliminaire et original va nous permettre d'apprécier les potentialités des eaux de drainage dans la production des bio-amendements de type algale. La recherche

présente ainsi des objectifs agro-environnementaux et de développement économique durable.

Le mémoire est subdivisé en trois parties à savoir premièrement une synthèse bibliographique sur les eaux de drainages, les micro-algues et les amendements organiques. La deuxième partie expose les matériels et les méthodes d'étude. En dernier, la partie résultats et discussions.

Partie I:
synthèse bibliographique

Chapitre I: les eaux de drainage

Chapitre I. Les eaux de drainage

I.1. Définition

Ce sont des excès d'eau souterraine et de surface avec des sels dissous dans les terrains afin d'améliorer la production agricole. Dans le cas du drainage naturel, l'excès d'eau s'évacue des champs jusqu'aux lacs, marécages, fleuves et rivières. Dans un système artificiel, l'excès d'eau souterraine ou de surface est éliminé par des canalisations souterraines ou de surface. L'excès d'eau de pluie est évacué par les drains de surface qui recueillent essentiellement l'écoulement de surface. Les eaux dans les drains secondaires sont transportés jusqu'aux drains collecteurs par une technique de suppression naturelle ou artificielle appelé le drainage (Boutelli, 2012).

I.2. Type des eaux de drainage

I.2.1. Eaux de drainage agricole

Le drainage agricole concerne l'ensemble des opérations ayant pour objectif la suppression des excès d'eau dans des terrains hydromorphes, agricoles ou non. Elle se présente comme suit (Mermoud, 2007):

- **Le drainage souterrain** : il regroupe l'ensemble des travaux d'aménagements hydro-agricoles effectués à l'échelle de la parcelle dans le but de supprimer les excès d'eau (Photo. 01).



Photo. 01 : Drainage souterraine (Mermoud, 2007).

- **L'assainissement superficiel** : il capte les eaux accumulées à la surface du sol par des fossés ou des microreliefs artificiels et les transfère vers les exutoires de la parcelle (Photo. 02)



Photo. 02: Assainissement superficiel (Mermoud, 2007).

- **L'assainissement agricole** : il rassemble, à l'échelle du bassin-versant, l'ensemble des ouvrages de transfert d'eau, de l'exutoire des parcelles drainées aux émissaires naturels (Photo. 03).



Photo. 03 : Assainissement agricole (Mermoud, 2007)

I.3. Drainage dans les palmeraies de Ouargla

Le drainage a débuté dans les palmeraies de Ouargla en 1949. L'assainissement fut entrepris pour lutter contre le paludisme. Les eaux du réseau de drains se déversent dans le chott de Ouargla (Dubost, 2002). En suite, en 1950 un premier réseau de drainage important fut réalisé à Beni Brahim, long de 2100 m et profond de 1,5 m drainant 200 ha. Mais depuis 1958, le niveau de la nappe phréatique ne cesse d'augmenter à cause des débits d'irrigation qui augmentent brusquement ainsi que le développement de la ville et de l'évacuation d'eau urbaine (Rouvillos Brigol, 1975).

Autrefois, le réseau de drainage s'étend sur une longueur totale d'environ 80 km (Bonnard et Gardel, 2001). Un canal collecteur à ciel ouvert, d'une longueur égale à 10,5 km traverse la sebkha de Bamendil ainsi que toute la partie Nord de Ouargla. Créant une ceinture

de clôture à l'ancienne palmeraie de Ouargla, ce drain n'a pas été réalisé suivant les normes requises puisque l'étude propose une largeur de drain a 12 m et non pas à 6 m, comme c'est le cas actuellement (Idder, 2007).

I.2. Difficultés de drainage

Les difficultés de drainage constituent une des contraintes majeures des palmeraies de la région. L'étude menée ainsi que les observations faites sur l'état actuel des réseaux de drainage, montrent que la majeure partie des canaux sont inefficaces et à faibles capacité d'évacuation des eaux excédentaires de l'intérieur des palmeraies (Idder, 2007).

Dans les palmeraies, les drains, appelés Khandegs, quand ils existent, sont mal réalisés et leur hiérarchie est souvent aléatoire (de point de vue dimensionnement: écartements, profondeur et pente). A cette mauvaise organisation, s'ajoute un manque flagrant d'entretien. Le réseau est totalement délaissé et livré à lui-même et les mauvaises herbes (dise, roseaux etc.) ont proliféré, gênant ou obstruant parfois totalement, les écoulements (Idder, 2007).

Dans beaucoup de parcelles, les drains secondaires n'aboutissent nulle part et se perdent au sein même des palmeraies où ils donnent naissance à des eaux stagnantes. Les difficultés de drainage sont également dues à la position topographique qu'occupent certaines palmeraies par rapport aux sols de l'oasis. Les anciens agriculteurs Ouarglis, sont obligés d'installer dans les bas-fonds pour garder l'artésianisme (Idder, 2007).

Ces jardins en bas-fond, n'ont pu être drainés convenablement et ont fini par s'engorger d'eau. La mise en place du canal collecteur a effectivement permis une amélioration de la situation: un rabattement important de la nappe phréatique avoisinant ce drain a été obtenu autour des zones traversées par le canal, et la sebkha de Bamendil a été pratiquement asséchée. Mais, c'est la partie Est et Nord-est de la cuvette, recevant la quasi-totalité des eaux drainées, qui se trouve aujourd'hui totalement engorgée (Idder, 2007).

Chapitre II : Les algues microscopique

Chapitre II. Les micro-algues

II.1.Définition

Les micro-algues sont des organismes microscopiques eucaryotes photosynthétiques vivant dans les mers, les océans, les eaux douces et les eaux saumâtres, (Becerra Celis, 2009 ; Gouveta, 2011). Ils sont dénommés également phytoplancton, sont définies comme étant des organismes unicellulaires ou pluricellulaires indifférenciés. Sous cette désignation, elles constituent un sous-ordre des Eucaryotes ou des Procaryotes. Dans ce dernier règne, les représentants des micro-algues sont regroupés dans la sous-classe des Cyanobactéries. (Person, 2011 ; Sialve et Steyer, 2013).

Leur mécanisme photosynthétique est similaire à celui des plantes terrestres et leur transfert de l'énergie solaire en une biomasse s'avère efficace, (Gouveta, 2011 ; Person, 2011). En ce qui concerne la nutrition, la plupart des micro-algues sont photo autotrophes, utilisant le CO₂ comme source de carbone et qu'elles tirent leur énergie de la photosynthèse. Cependant, il existe aussi des micro-algues hétérotrophes qui sont capables d'utiliser une source de carbone organique pour se développer, (Becerra Celis et Salomez, 2009 ; Person, 2011).

II.2. Types de production des micro-algues

Les micro-algues peuvent être cultivées dans une multitude de récipients: éprouvettes, sacs en polyéthylène, colonnes, dispositif d'hélio-synthèse, etc. Nous pouvons mentionner certaines méthodes (Billard, 1980 ; Stengel, 1970 ; Fulks et Main, 1991) :

- L'étang de pisciculture fertilisé avec des déchets organiques est un type de culture algale le plus ancien à grande échelle; En élevant séparément certains organismes consommateurs d'algues.
- Les bassins circulaires présentant un dispositif radial rotatif permet d'assurer une agitation et un bullage de CO₂.
- Les dispositifs de culture algale sur plan incliné.
- Les fermenteurs verticaux.
- Les dispositifs en circuit (raceway), avec des roues à aube créant un courant en conditions contrôlées. Le mode de culture peut être continu dont une partie de la culture est récoltée en permanence, ou semi-continu dont une partie de la culture est récoltée à intervalles réguliers, ou discontinu dont la totalité de la culture est récoltée lorsque la production est maximale.

II.3. Types des micro-algues

Les micro-algues constituent un groupe extrêmement hétérogène rassemblé autour d'une cohérence physiologique : la photosynthèse oxygénique (Andersen, 1992). Cette famille rassemblerait de plusieurs centaines de milliers à plusieurs millions d'espèces selon les estimations, parmi lesquelles 47000 espèces sont décrites (Andersen *et al.*, 1997 ; Sharma et Rai, 2011). La classification de cette diversité est complexe et la taxonomie est sujette à de fréquents bouleversements du fait notamment de l'utilisation des techniques de phylogénie moléculaire (Tabl. 1, Tabl. 2).

Tableau 1. Diversité des micro-algues eucaryotes et procaryotes, marines et d'eau douce (Jeffrey *et al.*, 1997 ; Sharma et Rai, 2011).

Règne	Embranchement/Classe
Procaryotes	Cyanophytes
	Prochlorophytes
Eucaryotes	Bacillariophytes
	Charophytes
	Chlorophytes
	Chrysophytes
	Cryptophytes
	Dinophytes
	Euglenophytes
	Glaucophytes
	Haptophytes
	Phaeophytes
	Rhodophytes

Tableau 2. Classification des micro-algues selon des paramètres déterminées (Hermann, 2012).

	Type de micro-algue	Identification
Selon le mode de nutrition	Phytoplancton	plancton végétal êtres autotrophes
	Zooplancton	êtres hétérotrophes
Selon la position dans la colonne d'eau	Epi-plancton	couches superficielles
	Méso-plancton	couches intermédiaires
	Bathy-plancton	couches profondes
Selon la position par rapport à la côte	Plancton néritique	près des côtes
	Plancton océanique	au large
Selon le cycle biologique	Holoplancton	organismes planctoniques durant toute leur vie
	Mero-plancton	une partie de leur vie parmi le plancton
Selon la taille	Ultra-plancton	taille inférieure à 5 µm
	Nanoplancton	taille comprise entre 5 et 50 µm
	Microplancton	taille comprise entre 50 µm et 1 mm
	Méso-plancton	taille comprise entre 1 et 5 mm
	Macro-plancton	taille supérieure à 5 mm

II.4. Spiruline

Spirulina platensis (ou *Arthrospira platensis*) est une cyanobactérie, unicellulaire ou pluricellulaire, autotrophes (250 μm de long quand elle possède 7 spires). C'est une bactérie à gram négatives. La spiruline tire son nom de ces filaments non ramifiés enroulés en spirales, qui ressemble à un minuscule ressort à boudin (Fig. 01). On trouve cependant des spirulines ondulées et des spirulines droites. Cette particularité est en relation directe avec les conditions écologiques rencontrées dans leur habitat. En conditions expérimentales, le temps de duplication maximal de la spiruline est de 7 heures (Falquet, 1999 ; Jourdan, 2006 ; Cruchot, 2008).

A l'état naturel, la spiruline se développe préférentiellement dans des eaux chaudes, alcalines et riches en nutriments azotés et phosphorés. Plus communément, elle s'observe dans les eaux saumâtres, ainsi que dans les lacs salins de régions tropicales et semi-tropicales. Son caractère thermophile et ses besoins importants en lumière limitent son aire de répartition à une bande intertropicale située environ entre 35° de latitude Nord et 35° de latitude Sud (Jourdan, 2006 ; Rongead et Gneclie, 2011).

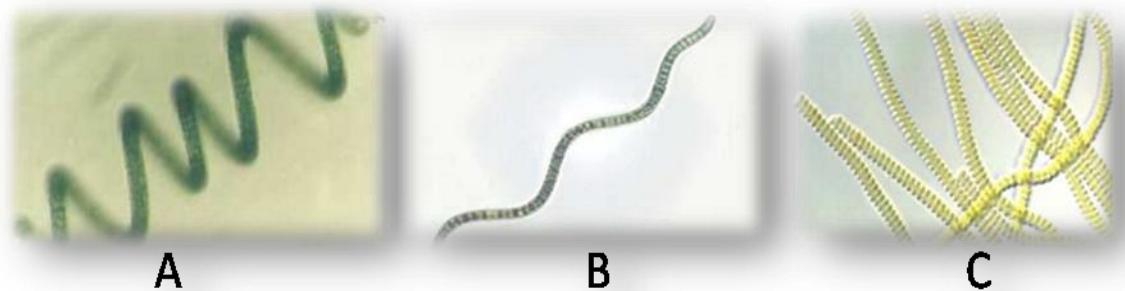


Figure 01. Différentes formes prises par la Spiruline. A = Forme spiralée (*Arthrospira fusiformis*), B= Forme ondulée (*Spirulina maxima*), C = *Arthrospira platensis* (Charpy *et al.*, 2008).

II.4.1. Répartition écologique

Selon Fox (1999) et Castenholz (2001), le genre *Spirulina* se trouve fréquemment dans les eaux douces, eaux marines, eaux hyper-salées et les lacs alcalins (Tabl. 3), contenant du carbonate de sodium (Na_2CO_3), ou du bicarbonate de sodium (NaHCO_3). Il est abondant aussi dans les eaux natronées (Iltis, 1970), mais il peut être aussi terrestre pendant les périodes de sécheresses (Castenholz, 2001). Certaines formes sont planctoniques par la présence de vésicules de gaz, d'autres sont population benthiques sans vésicules de gaz très denses sous des conditions favorables (Ulrich *et al.*, 2000 ; Castenholz, 2001 ; Person, 2011).

Tableau 3. Les zones et les biotopes de quelques espèces de spiruline (Amir, 2001).

Espèces	Biotopes	Zones
<i>Spirulina fusiformis</i>	Lacs alcalins-salins	Zones tropicales et subtropicales.
<i>spirulina plantensis</i>	Lac Tchad	Afrique.
	Lacs alcalines	Zones chaudes.

II.4.2. Condition de culture

II.4.2.1. Température

La spiruline préfère une température du milieu de culture de 37 °C. Des températures supérieures à 40 °C elle meurt lorsqu'elle est exposée à 43 °C. Par ailleurs, à 20 °C, sa croissance est pratiquement nulle (Falquet ,1999 ; Rongead et Gneclie, 2011).

II.4.2.2. Lumière

Les régions où le soleil est généreux toute l'année sont favorables au développement des spirulines. Dans les régions tempérées comme le sud de la France, la culture de spiruline est saisonnière car l'hiver est généralement trop froid et moins ensoleillé pour cultiver la spiruline sauf avec chauffage et éclairage artificiel trop coûteux. Dans les régions chaudes, le soleil est disponible pratiquement toute l'année (Falquet ,1999 ; Rongead et Gneclie, 2011).

II.4.2.3. Salinité

La spiruline s'épanouit mieux dans une eau à la fois salée et alcaline. L'eau utilisée pour le milieu de culture doit être de préférence potable ou au moins filtrée. La salinité, correspondant à la somme des poids de tous les sels dissous dans le milieu. Elle doit être au minimum égale à 13 g/l (Rongead et Gneclie, 2011).

II.4.2.4. pH

Le pH d'une culture florissante doit en principe se situer entre 9,5 et 10,5. Il faut savoir que lorsque le pH dépasse 10,5 le CO₂ apporté est insuffisant pour compenser le prélèvement par la spiruline et sa croissance est donc limitée par le manque de CO₂. Un apport de CO₂ permet alors d'abaisser le pH tout en fournissant du carbone pour continuer la croissance de la spiruline (Falquet ,1999 ; Rongead et Gneclie, 2011)

II.4.3. Milieu de culture

II.4.3.1. Eau

Les spirulines vivent dans une eau à la fois salée et alcaline. L'eau utilisée pour le milieu de culture doit être de préférence potable non chloruré ou au moins filtrée sur bougie filtrante ou filtre à sable, et parfois stérilisée aux UV, le plus important étant l'élimination des algues étrangères. L'eau de pluie, de source ou de forage est en général de qualité convenable. Si l'eau est dure, il se produira des boues minérales (plus ou moins abondantes selon la teneur en calcium, magnésium et fer), qui décantent rapidement et ne sont pas particulièrement gênantes pour la culture, à condition toutefois que l'ensemencement initial en spirulines soit assez concentré. Si l'eau est trop dure il vaut mieux la traiter pour éviter des boues gênantes (Jourden ,1999).

II.4.3.2. Dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone est un élément nécessaire pour l'activité photosynthétique. Il est généralement admis qu'un kg d'algues absorbe entre 1,65 et 1,8 kg de CO₂, car la biomasse des algues est composée de 45 % à 50 % de carbone. Selon plusieurs études expérimentales, une injection d'air enrichi en CO₂ dans la culture favorise la croissance des algues (Rengel, 2010).

II.4.3.3. Nutriments

L'eau utilisé peut apporter de façon naturelle les besoins de la spiruline pour se développer et limite ainsi la quantité d'intrants nécessaire à sa croissance (Tabl. 4). Le milieu de culture de la spiruline doit être apporté tous les éléments suivants ((Rengel, 2010 ; Jordan, 1999) :

- bicarbonate de sodium (NaHCO₃): est la source d'alcalinité, qui peut aussi être apporté par le natron ou l'eau de cendre.
- le phosphore (P): est indispensable pour la photosynthèse, apporté par n'importe quel Orthophosphate soluble.
- l'azote (N) : est un constituant important des acides aminés, qui apporté principalement par l'azote atmosphérique, et aussi l'urée.
- le carbone (C) : c'est la nourriture principale de la spiruline, qui apporté principalement par le gaz carbonique, et aussi le sucre.
- les métaux : essentiellement le fer, le magnésium.

Tableau 4. Rôle et teneurs des minéraux dans la spiruline (Tabutin et *al.*, 2002).

Com position minérale	Comp osition pour 10 g	Rôle
Calci um	100 mg	Nécessaire à la formation des os et des dents, à la croissance et à la coagulation du sang, aux transmissions nerveuses, à la croissance et aux contractions musculaires
Fer	18 mg	Essentiel à la formation de l'hémoglobine et au transport de l'oxygène dans le sang. Il accroît la résistance à la fatigue, aux infections et au stress
Magn ésium	40 mg	Très important dans le fonctionnement des cellules, de l'influx nerveux, à la contraction et au développement des muscles, à la formation des anticorps
Phosp hore	80 mg	Stimule la croissance et la mémoire
Potas sium	140 mg	Rôle essentiel dans la perméabilité des membranes des cellules. Il régularise le rythme cardiaque et la tension artérielle, améliore les facultés mentales et oxygène le cerveau.

II.4.4. Techniques de culture

II.4.4.1. Ensemencement

Dans un site dépourvu de la spiruline, ou pour redémarrer avec une nouvelle souche, il doit démarrer avec un gramme de spiruline concentré dans un volume de culture, si on veut travailler avec un volume important il s'agit de multiplier de volume de semence initiale, il est convenable de faire des cultures successives, si la concentration de culture est plus faible, il faut ombrer avec une agitation continue sinon la spiruline va s'agglomère (Jordan, 1999).

II.4.4.2. Agitation

Elle est nécessaire pour assurer une bonne culture, au moins (2-4) fois par jour, qui augmente avec l'intensité de la lumière, Le mode d'agitation peut être : manuelle avec un balai ou électrique avec une pompe ou une roue à aubes, l'agitation peut être continue si on utilise une pompe avec sans danger sur la spiruline. L'agitation nocturne continue favorise nettement l'autoépuration de milieu (Jordan, 1999 ; Rongead et Gneclie, 2011).

II.4.4.3. Eclairage

L'ombrage est nécessaire quand la température de la culture est très basse, inférieure de 10 C° avec une forte intensité lumineuse pour éviter la destruction de la spiruline par la photolyse, ainsi une culture sous ombrage est plus facile à récolter et la qualité de la spiruline est améliorée (Jordan, 1999).

II.4.4.4. Récolte

En absence de récoltes, avec suffisamment de nutriments, la concentration en spiruline croit jusqu'à l'équilibre entre photosynthèse et respiration, correspondant à environ 250 g de spiruline/m² de bassin. Il n'est pas bon pour la culture de rester longtemps sans être récoltée. La très haute concentration en spiruline dans le bassin de culture peut être une cause de mortalité.

La récolte doit être organisée de façon à maintenir un flux continu entre matières premières et produit fini. Ainsi, une récolte régulière permet à la culture de garder un rythme de croissance exponentiel (Rongead et Gneclie, 2011).

On récolte de manière à maintenir la concentration en spirulines au niveau, entre 0,4 et 0,6 g/l. En l'absence de récoltes, avec suffisamment de nutriments, la concentration en spiruline croit jusqu'à l'équilibre entre photosynthèse et respiration, Il n'est pas bon pour la culture de rester longtemps sans être récoltée, à très haute concentration : cela peut même être une cause de mortalité pour elle (Jordan, 1999)

II.4.4.5. Séchage

Le séchage est le seul moyen sûr de conserver et de distribuer la spiruline sans chaîne de froid. Le temps de séchage est plus long, mais l'intérieur des cellules n'est pas soumis au contact direct des gaz chauds. La spiruline "égouttée" contient environ 90 % d'eau. La spiruline essorée en contient encore près de 80 %. Or, la spiruline séchée ne doit pas contenir plus de 7 à 8 % d'eau (Jordan, 1999 ; Rongead et Gneclie, 2011).

II.4.5. Conservation de la culture

La conservation de la culture doit s'effectuer selon les conditions suivantes (Rongead et Gneclie, 2011) :

- La durée de conservation d'une biomasse non lavée et pressée jusqu'à une teneur en matière sèche comprise entre 20 et 30 %, ne dépasse pas quelques heures à température ambiante.
- Réfrigérée à 4 °C, cette biomasse peut-être conservée deux à trois jours. Cette durée peut atteindre une bonne semaine si on ajoute 5 à 10 % de sel.

➤ Un conditionnement opaque et sous vide (ou sous gaz inerte) peut garantir la conservation longue durée de la spiruline. Les sachets alumineux multicouches thermoscellables sont donc fortement recommandés.

II.4.6. Intérêt des spirulines

Les spirulines « algues bleues vertes » est consommées depuis des siècles par certaines populations sont l'objet d'une redécouverte depuis quelques années. Elle présente les caractéristiques suivantes (Amuri Lupema, 2003) :

- Les spirulines contiennent une impressionnante teneur en protéines, c'est-à-dire une composition protéique équilibrée.
- Dans les spirulines, on y trouve des lipides essentiels rares et de nombreux minéraux ou encore de vitamine B12.
- La spiruline est actuellement l'une des meilleures solutions pour la production simple d'un complément alimentaire de haute qualité.
- Les conditions extrêmes (salinité et pH) dans lesquelles la spiruline se développe assurent l'hygiène des cultures.
- La production de la spiruline est particulièrement adaptée aux conditions climatiques et économiques de régions où sévit la malnutrition comme Kasongo et ses environs.

La spiruline est intéressante entant qu'une source riche en substances anti oxydantes et anti radriculaire tels que les caroténoïdes, les poly phénols, les vitamines, Acides gras, et les acides aminés elle est recommandée comme ; complément alimentaire pour lutter contre la malnutrition et les carence en acide gras essentiels, vitamines, Fer et l'iode. Elle présente les qualités suivante (Ginseng, 2012 ; Unicef,1996) :

- La spiruline peut être consommée mélangée avec la farine ; le miel le sucre.
- Utiliser en cosmétique dans les peau-yeux-cheveux.
- Action protectrice sur la peau.
- Action protectrice sur les yeux,
- Fortifie les angles,
- Elle stimule la production de globules rouges et blancs,
- Inhibe le virus du sida in-vitro,
- Régule les fonctions intestinales et digestives,
- Elle est recommandée dans les cas de malnutrition, anémies, empoisonnements, xérophtalmie, allergies, hypertensions, ainsi qu'en usages externes pour les maladies.

Chapitre III :
L'amendement organique.

III.1. Amendement organique

III.1.1. Définition

C'est un produit qui nourrit le sol, il est stable, sec, à haute valeur agronomique, l'amendement organique est issu du compostage des déchets organiques (déchets alimentaires, déchets verts, boues issues de l'épuration des eaux). Riches en humus, il est utilisé en épandage pour améliorer les propriétés des sols : physiques : stabilisation, aération et lutte contre l'érosion ; chimiques : fertilisation et enrichissement en oligoéléments ; biologiques : renforcement de la résistance des plantes et de l'activité biologique des sols (Lipietz, 2013).

III.1.2. Types et propriétés d'amendements organiques

O'dell et Claassen (2009) classent les amendements organiques en quatre principales catégories: les amendements d'origine animale, d'origine végétale, les boues STEP et la tourbe de sphagne.

III.1.2.1. Amendements d'origine animale

Ces amendements comprennent essentiellement les déjections animales. Celles-ci se subdivisent en trois groupes: le fumier (mélange de litières et d'excréments liquides et solides), le lisier (excréments liquides et solides) et le purin (excréments liquides). Elles se différencient aussi selon leurs sources qui sont principalement l'élevage bovin, porcin et aviaire. Chacune d'elle se distingue notamment au niveau du ratio C/N et de la quantité d'azote ammoniacal (NH₄⁺).

Le ratio C/N, rapport entre la quantité de carbone organique et l'azote total (azote organique et ammoniacal) du produit est un indicateur de la vitesse de minéralisation : plus ce ratio est élevé, plus la matière organique est difficile à décomposer. Ainsi, la libération de l'azote, plus lente, s'effectuera par conséquent sur une plus longue période.

Les valeurs situées entre 25/1 et 35/1 sont habituellement considérées comme optimales (Mcfaland, 2001; Wang et al., 2009). Sous 25/1, le risque de lixiviation de l'azote devient élevé alors qu'au-dessus de 31/1, le processus de minéralisation de l'azote organique devient trop lent pour répondre aux besoins nutritifs des végétaux. Quant à l'azote ammoniacal, il s'agit de la forme minérale directement accessible aux plantes.

De manière générale, par la présence importante d'urée, les déjections animales possèdent une forte concentration en azote et présentent un rapport C/N dont la valeur est proche de 10/1 (O'dell et Claassen, 2009). Le fumier possède un ratio C/N plus élevé (17/1) que le lisier et le purin et agit donc à plus long terme. De par leur faible rapport C/N, le lisier et le purin sont d'ailleurs considérés comme des engrais à action rapide (UPA, 2011).

III.1.2.2. Amendements d'origine végétale

Les amendements d'origine végétale sont habituellement constitués de débris de l'industrie forestière, de l'industrie des pâtes et papier (boues de papeteries), de résidus agricoles et de déchets verts (résidus organiques de l'entretien des espaces verts public et privé). Les matériaux de l'industrie forestière et papetière sont caractérisés par un ratio C/N très élevé (>100) et représentent donc une faible source d'azote. La lignine qu'ils contiennent fait aussi en sorte qu'ils se dégradent très lentement.

Pour leur part, les résidus agricoles (plantes herbacées) possèdent un ratio C/N plus faible et présentent ainsi une décomposition plus rapide. D'après (O'dell et Claassen, 2009), ce sont les déchets verts domestiques qui constituent l'amendement organique idéal. Ceux-ci contiennent un mélange de plantes herbacées et ligneuses qui présentent un ratio C/N mieux équilibré et un taux de décomposition mieux équilibré.

Par contre, ce type d'apport composé de déchets verts variés peut comporter des espèces non désirées (par germination ou régénération) et potentiellement envahissantes si ce type

d'amendement est apporté sans traitement préalable.

La Matière Organique Algale (MOA) est produite par le phytoplancton (algues, cyanobactéries, etc...) et regroupe la Matière Organique Cellulaire (MOC) et la Matière Organique Extracellulaire (MOE). La MOC est elle-même constituée de Matière Organique Intracellulaire (MOI) et de Matière Organique de Surface (MOS) (Figure 02). Cependant, en pratique, la MOC est souvent associée à la MOI car d'un point de vue expérimental, la séparation de la MOI et de la MOS est compliquée et la lyse cellulaire par sonication, souvent utilisée, entraîne le mélange de leurs contributions (Leloup, 2013).

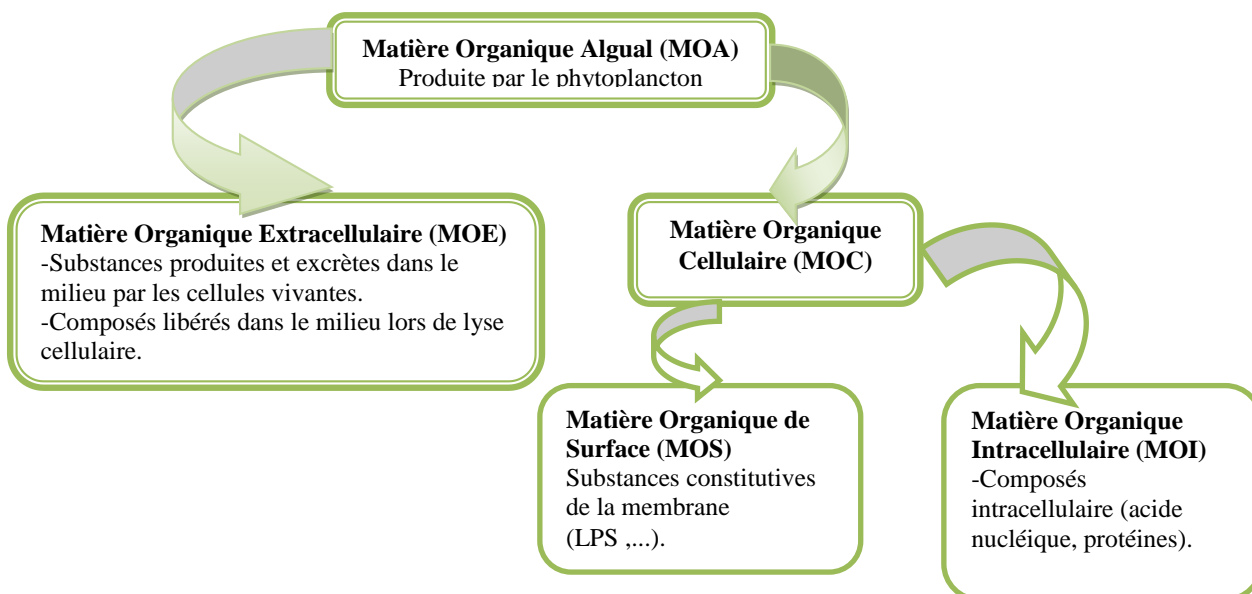


Figure 02: Fractions constitutives de la Matière Organique Algale (MOA).

III.1.2.3. Tourbe de sphaigne

La tourbe de sphaigne est un produit habituellement utilisé en horticulture pour ses propriétés d'absorption d'eau, de rétention des nutriments et pour son apport en matière organique. Elle est caractérisée par un ratio C/N élevé (>60) et de faibles valeurs fertilisantes (N, P, K) (O'dell et Claassen, 2009). Cependant, lorsqu'elle s'assèche, elle devient très difficile à humidifier et peut même former une couche imperméable au-dessus du substrat. De plus, son pH est faible (3,5 à 5) et elle convient donc surtout au sol alcalin.

III.1.2.4. Boues STEP

Les boues de station d'épuration, aussi appelées biosolides, sont constituées d'un mélange de matière organique aux caractéristiques similaires à celles du compost des engrais d'origine animale. Celles-ci représentent une source importante d'azote avec un ratio C/N élevé (10/1) ainsi qu'un rythme de décomposition relativement rapide (O'dell et Classen, 2009), mais qui dépend du type de sol qui reçoit cet amendement (Hernandez et *al.*, 2003).

En fonction de la composition des eaux traitées, les boues STEP peuvent aussi contenir des contaminants divers (métaux lourds, pesticides, thérapeutants, etc.). Ceci arrive notamment lorsque les eaux traitées proviennent en partie du rejet des eaux industrielles ou que des activités agricoles sont exercées à proximité du système de récupération des eaux

usées.

Les boues STEP fraîches peuvent également contenir des agents biologiques pathogènes tels que bactéries, virus et parasites. Ainsi, l'application des biosolides comme amendement organique peut représenter deux risques environnementaux majeurs, soit la contamination de l'environnement par les métaux lourds et les organismes pathogènes et puis le transport d'éléments nuisibles au niveau de la chaîne alimentaire. Son utilisation doit donc tenir compte de ces risques potentiels (Laroche, 2011).

III.1.2.5.Compost

Réalisé en aérobie par des microorganismes thermophiles (bactéries, champignons, etc.),

le compost permet la transformation de la matière organique en sels minéraux et en humus. Il offre les avantages d'éliminer les microorganismes pathogènes et de diminuer le ratio C/N (Diaz et al, 2007).

Il peut ainsi être utilisé pour améliorer la disponibilité de l'azote des engrais organiques d'origine végétale ou encore pour assurer l'élimination d'agents pathogènes.

Les propriétés physico-chimiques du compost sont essentiellement fonction des éléments compostés. Celles-ci peuvent donc fortement différer selon le type de compost (Laroche, 2011).

III.1.2.6.Synthèse

Les amendements d'origine animale et les boues STEP sont particulièrement intéressants pour leur capacité à fournir rapidement des éléments nutritifs aux plantes. Cependant, leur faible ratio C/N les rend vulnérables à une dégradation rapide de la matière organique et à la lixiviation de l'azote minérale.

Quant à la tourbe de sphaigne et aux amendements d'origine végétale, ceux-ci possèdent un fort coefficient C/N qui rend difficile la dégradation de la matière organique. Ceci peut donc engendrer des carences nutritives pour les végétaux.

Afin d'équilibrer le ratio C/N de l'amendement, il peut être avantageux de mélanger les amendements d'origine animale et végétale. La réalisation d'un compost peut aussi permettre d'augmenter la disponibilité des éléments nutritifs et d'assurer un amendement hygiénique. Le tableau 05 permet de comparer les propriétés des différents amendements vus précédemment (LAROUCHE, 2011).

Tableau 05 : Propriétés chimiques des différents amendements organiques (Laroche, 2011).

Types d'amendement organique	Matière Organique (%)	C organique (%)	pH	Ratio C/N	N (%)	P (%)	K (%)	N.(%NH) 4+ (%)
Amendement d'origine animale (UPA, 2011)								
Bovin	.	.	.					
Fumier	.	.	.	17	6,1	4,1	5,6	31
Lisier	.	.	.	11	3,1	1,4	4	52
Purin	.	.	.	4	1,7	0,3	4,2	73
Porc	.	.	.					
Lisier	.	.	.	3,5	3,3	2,6	19	72,5
Volaille

Fumier	.	.	.	5,9	15,9	20,2	7,6	67
Lisier	.	.	.	3,9	8,4	6,9	4,4	65
Amendement d'origine végétale								
Brins de scie (bois raméal) (Isere, 2008)	57,6	42,5	.	85	5,8	1,3	3	.
Boues primaires de papetière (Ademe, 2011)	50	.	7	30 à 120
Drêche de brasserie	90	52	.	14,9	35	3,5	0,3	.
Tourbe de sphaigne (Grower services, 2011)	95à 99	.	3,5 à 5	125 à 135	50.70	18,4	.	.
Boues STEP (Itavi et Itp, 2005).	.	.	7.8	5.6	10	7,5	8	.
Compost								
Compost urbain	44	25,7	7,8	23,4	11	7,3	4,9	.
Compost boues STEP (Krogmann, 2001).	.	27	6,3	14,6	19	1,3	.	20,1

III.1.3.Pratique de l'amendement organique:

Selon Djenontin (2007), les pratiques d'amendement organique sont constituées, par le paillage après récolte des champs, le parcage rotatif direct dans les champs ou la poudrette de parc.

- Le parcage rotatif direct : La production de fumier ou le parcage direct n'est possible qu'avec la constitution de troupeaux de bœufs et la mécanisation de l'exploitation.
- Le paillage : Le paillage suivi de l'enfouissement de la biomasse n'est pas souvent réalisé à cause de la chaîne incomplète de culture attelée dans l'exploitation agricole.

III.1.4.Source de la matière organique :

Les amendements organiques peuvent être d'origine animale, végétale ou constituer une combinaison de ces derniers. Ils peuvent aussi varier selon leur source d'émission (déjection porcine, bovine, etc.) et le type de traitement subi (compostage) (Laroche, 2011).

La matière organique des eaux superficielles englobe les cellules vivantes ou mortes, animales ou végétales et toutes les molécules résultant de la décomposition de ces cellules. Il faut y ajouter les molécules organiques de synthèse dont font partie les produits phytosanitaires et les métabolites associés. On peut regrouper les sources de matières organiques en grands ensembles suivant qu'elles soient d'origine diffuse ou ponctuelle ou

qu'elles soient d'origine principalement animale ou végétale ou bien encore qu'elles soient endogènes ou exogènes au milieu aquatique. (François, 2004).

La partie importante de la matière organique de l'eau générée dans le milieu aquatique est dite endogène par opposition à celle qui vient des versants qui est dite exogène. Participent à la matière organique endogène les cellules et organismes vivants (macro. et micro. algues, autres microorganismes aquatiques) ainsi que les molécules issues directement de leurs métabolismes, mais aussi la matière organique « morte » provenant de la dégradation des végétaux par les organismes aquatiques vivants (François, 2004).

III.1.5. Pratique de la matière organique

La caractérisation avancée de la matière organique consiste à déterminer des informations sur la structure ou les fonctions chimiques constitutives des molécules analysées ainsi que sur les propriétés physiques (taille des molécules,...) ou chimiques (polarité, hydrophobicité) des éléments qui la composent (Labanowski, 2004). Il existe de nombreuses techniques pour caractériser la matière organique (Tableau 06).

Tableau 06: Méthodes de caractérisation de la matière organique : techniques et objectifs, adapté d'après Labanowski, (2004).

	Techniques	Objectifs	Références
Estimation quantitative de la MO globale	Carbone Organique Total (COT) ou Dissous (COD)	. Evaluation quantitative de la matière organique	Pivokonsky et <i>al.</i> , 2006; Hong et <i>al.</i> , 2008; Henderson et <i>al.</i> , 2008.
Caractère biodégradable	Carbone Organique Dissous Biodégradable (CODB)	. Informations sur la quantité de COD minéralisée par les micro.organismes hétérotrophes	Servais et <i>al.</i> , 1987; Labanowski et Feuillade, 2009.
	Carbone Organique Assimilable (COA)	. Estimation de la proportion de carbone organique facilement assimilable par les micro.organismes	Vander.Kooij et <i>al.</i> , 1982; Labanowski et Feuillade, 2009
Détermination d'éléments de structure/ groupements fonctionnels	Analyse de composition isotopique	. Informations sur l'origine de la matière organique (allochtone/autochtone)	Hiradate et <i>al.</i> , 2004
	Electrophorèse capillaire (EC)	. Caractérisation des substances humiques	Parlanti et <i>al.</i> , 2002
	Fluorescence 3D	. Informations sur la structure moléculaire de la matière organique dissoute et des SH . Informations sur la réactivité avec les métaux	Parlanti et <i>al.</i> , 2002; Ziegmann et <i>al.</i> , 2010.
	Pyrolyse GC/MS	. Informations sur les origines et la formation de la MO . Identification au niveau structural	Navalon et <i>al.</i> , 2010.
	Spectroscopie UV.Visible Absorbance UV (254nm)	. Identification quantitative des composés organiques (200.800nm) . Mise en évidence de composés organiques aromatiques	Leenheer et Croué, 2003; Wang et <i>al.</i> , 2009.

	Analyse élémentaire (C, H, O, N, P, S)	. Informations sur les teneurs atomiques en divers éléments	Maurice et <i>al.</i> , 2002.
	Résonance Magnétique Nucléaire (RMN)	. Etude de la Matière Organique (AH et AF) . Information qualitative sur les différents groupements carbonés . Distinction entre les carbones aromatiques et aliphatiques	Maurice et <i>al.</i> , 2002; Croué, 2004. Navalon et <i>al.</i> , 2010.
	Spectroscopie photo. électronique à rayons X	. Analyse de spéciation . Détermination de la nature des liaisons . Quantification de groupements fonctionnels	Monteil.Rivera et <i>al.</i> , 2000; Mercier et <i>al.</i> , 2002.
	Spectrométrie de masse	. Caractérisation de la structure chimique des molécules par fragmentation	Navalon et Bottaro et <i>al.</i> , 2010.
	Infrarouge à transformée de Fourier (FTIR)	. Etude des groupements fonctionnels de la matière organique	Croué et <i>al.</i> , 2002.
	Thermo.Gravimétrie et Différential (TG), Scanning Calorimetry (DSC)	. Mise en évidence de pics spécifiques de la matière organique	Esteves et Duarte, 1999.
Fractionnement selon des propriétés chimiques	Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC)	. Séparation des différentes classes de matière organique dissoute . Séparation des SH en fonction de leur polarité	Parlanti et <i>al.</i> , 2002; Navalon et <i>al.</i> , 2010.
	Fractionnement selon le caractère hydrophobe	. Quantification et identification des AH, AF et du carbone organique hydrophile	Henderson et <i>al.</i> , 2008; Labanowski et Feuillade, 2009.
Détermination de propriétés physiques	Chromatographie d'Exclusion Stérique à Haute Performance (HPSEC)	. Détermination des masses moléculaires moyennes	Maurice et <i>al.</i> , 2002; Wang et <i>al.</i> , (2009)
	Chromatographie à perméation de gel	. Etude du poids moléculaire apparent	Seo et <i>al.</i> , 2007.
	Ultrafiltration (UF)	. Fractionnement selon le poids moléculaire apparent	Lagier et <i>al.</i> , 2000; Labanowski et Feuillade, 2009.

III.1.6.Valorisation d'amendement organique

III.1.6.1.Valorisation des déchets urbains

Le traitement biologique par méthanisation vise à produire de l'énergie. Le compostage vise à stabiliser et hygiéniser les fractions fermentescibles de nos déchets, en vue généralement de la production d'amendements organiques valorisables en agriculture, les composts.

Les travaux du Grenelle de l'Environnement ont abouti à la nécessité d'augmenter le recyclage de nos déchets, ceci incluant le traitement biologique et le retour au sol de la fraction organique de nos déchets.

Le compostage des déchets organiques permet de fournir des amendements organiques qui peuvent constituer une des seules sources de matières organiques (MO) disponibles dans les zones où l'élevage a disparu, alors nécessaire pour compenser les déficits en MO pouvant exister dans les zones d'agriculture intensive. (Houot et *al.*, 2009).

Si la qualité des composts repose sur des critères relatifs à leur innocuité (sanitaire et environnementale) et à leur efficacité agronomique (qualité de la MO, valeur fertilisante azotée, ...), les agriculteurs, les collecteurs de produits agricoles, les industriels de l'agroalimentaire et plus généralement les consommateurs s'interrogent sur les conséquences de l'épandage en agriculture de ces amendements issus du traitement de déchets (Houot et *al.*, 2009).

III.1.6.2. Valorisation de boues de stations d'épuration des eaux usées par un bioprocédé aérobie « compostage »

Le traitement des eaux usées dans les stations d'épuration s'accompagne d'une production importante de boues résiduelles. Ces boues renferment des matières organiques et des éléments minéraux qui sont susceptibles de constituer un apport intéressant pour les sols de culture (Cefic et Plasticiser, 1989; Wahl et *al.*, 1999).

L'utilisation directe de ces résidus présente de nombreux risques et contraintes liés à leur manipulation et à leur emploi, en raison d'une présence éventuelle des agents pathogènes. Ces résidus doivent donc être conditionnés chimiquement et/ou biologiquement avant toute utilisation en agriculture.

Selon plusieurs expériences (USA, EUROPE), le compostage constitue une technique biologique simple, qui permet une valorisation de ces déchets en agriculture à condition de s'assurer de devenir des éléments traces.

Dans cette optique, nous avons traité les boues de stations d'épuration expérimentale de Marrakech par le processus de compostage.

Au cours du processus, nous avons suivi les différents paramètres physico-chimiques qui influencent la qualité et la maturité d'un compost, ainsi que le devenir de certains métaux lourds (Cu, Zn, Pb, Cd) (Amir et Hafidi, 2001).

III.1.6.3. Valorisation des engrais (Boues STEP et Synthèse).

Les amendements organiques rassemblent les matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale, fermentées ou fermentescibles, destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de la matière organique du sol qui permettent:

- d'accroître le nombre de jours disponibles pour réaliser les travaux du sol et de semis en bonnes conditions,
- d'améliorer la qualité de la levée, notamment dans les sols à tendance battante,
- d'augmenter la rétention du sol, en eau et en cations minéraux, notamment dans les sols sableux,
- de créer des conditions de sols favorables aux micro-organismes concurrents ou même antagonistes des champignons parasites des racines des cultures,

Selon leur composition, les engrais de ferme présentent ou non un caractère d'amendements organiques (Belge, 2004).

III.1.7 Intérêt de l'amendement organique :

- d'améliorer la structure du sol, et notamment de limiter les phénomènes de compaction et d'érosion.
- d'améliorer les propriétés physico.chimiques du sol et l'alimentation de la plante, en augmentant la capacité d'échange cationique et la disponibilité des éléments fertilisants.
- de stimuler indirectement l'activité biologique des sols.

Partie II: Matériels et méthodes d'étude.

Chapitre IV: Matériels d'étude.

Chapitre IV. Matériels d'étude

IV.1. Choix de la région d'étude

La région d'Ouargla est choisie à cause de ces potentialités micro-algales et hydriques notamment l'existence d'un excédent hydriques en eaux de drainage qui nécessitent une valorisation et aussi une biodiversité micro-algale à explorer. Les critères de cette région s'adaptent bien à l'objectif fixé dans notre étude qui se propose à valoriser les eaux de drainage en biomasse organique micro-algale.

IV.2. Présentation de la région d'étude

IV.2.1. Localisation

L'oasis d'Ouargla est située au sud-est d'Algérie, d'une superficie d'environ 163230 Km², à une distance d'environ 800 km de la capitale. La wilaya de Ouargla se trouve limitée au nord-est par les wilayates d'El-Oued et de Djelfa; à l'est par les frontières tunisiennes et la wilaya d'El-Oued; à l'ouest par la wilaya de Ghardaïa et au sud-est par la wilaya de Tamanrasset (Idder, 2005) (Fig. 03).

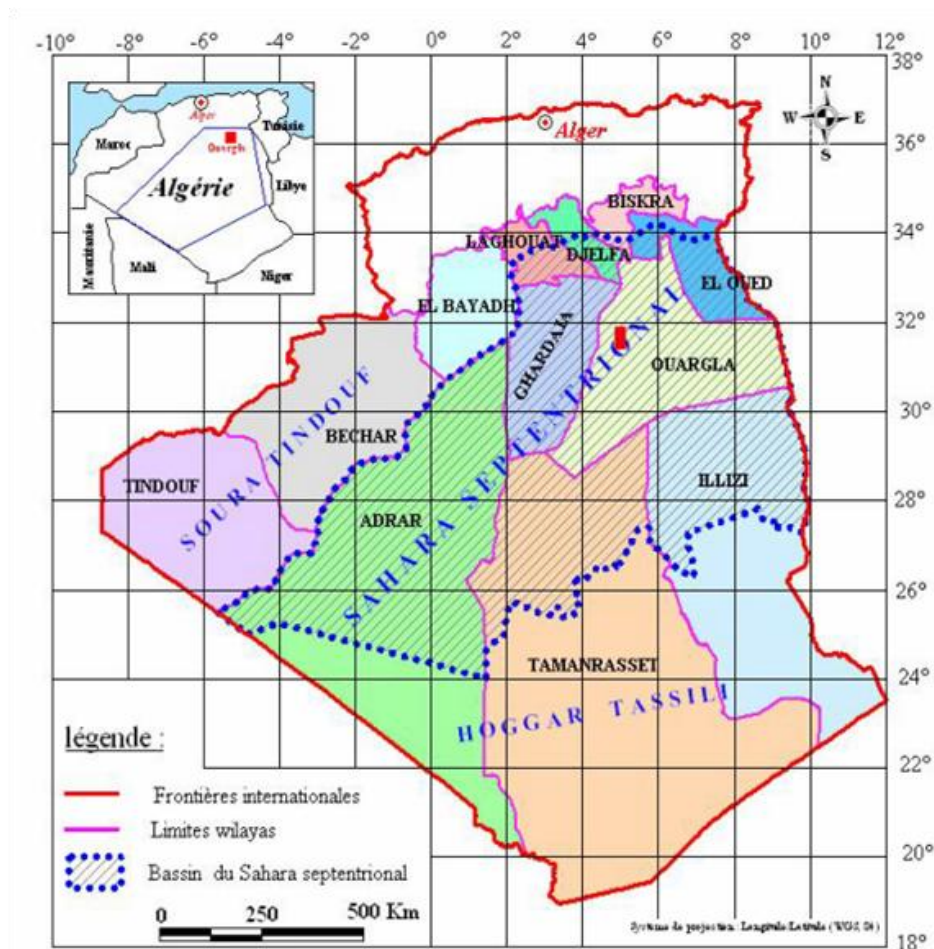


Figure 03. Localisation géographique d'Ouargla en Algérie

La ville de Ouargla est située dans une dépression appelée « cuvette de Ouargla » qui inclut les agglomérations de Ouargla, N'Goussa, Rouissat, Ain El Beida et Sidi Khoulied. Elle est limitée par :

- Au Nord : la Sebkhet Safioune,
- A l'Est : les ergs Touil et Arifdji,
- Au Sud : les dunes de Sedrata,
- A l'Ouest : le versant Est de la dorsale du M'Zab.

La distance du Sud au Nord est de 70 km, celle de l'Est à l'Ouest de 20 km (Belkhira, 2008).

IV.2.2. Condition climatique

Ouargla est caractérisée par un climat saharien avec une précipitation rare, température élevée, une luminosité intense et une forte évaporation. Le tableau. 9 présente les données climatiques de la région d'étude.

IV.2.2.1. Température

Les températures maximales moyennes sont enregistrées au cours de la période estivale, avec un maximum en Juillet 44,10°C, tandis que les valeurs de la température minimale moyenne sont enregistrées au cours de la période hivernale où le minimum est en Décembre avec 5,5 °C (Annexe. 02).

IV.2.2.2. Pluviométrie

Le cumul annuel de la précipitation est de 33,41 mm, la quantité est très faible conjuguée à un régime irrégulier en fonction des mois (Annexe. 02)

IV.2.2.3. Insolation

A cause de la faible nébulosité de l'atmosphère, la quantité de lumière solaire est relativement forte, ce qui à un effet desséchant en augmentant la température (Ozenda, 1991). Les durées d'insolation sont très longues d'après les résultats obtenus, où elles sont de 223,28 h comme valeur moyenne minimale enregistrée en mois de Décembre, et 330,68 h est la valeur moyenne maximale enregistrée en mois d'Août l'Annexe 02

IV.2.2.4. Evaporation

C'est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et l'agitation de cet air (Ozenda, 1991). D'après le tableau 1, l'évaporation atteint son maximum au mois de Juillet de l'ordre de 464,44 mm, tandis que la valeur minimale est enregistrée en mois de Décembre, elle est de 88,80 mm (Annexe. 02).

IV.2.2.5. Vents

Les effets du vent ont des effets néfastes sur l'environnement, se traduisent par le transport et l'accumulation du sable, le façonnement des dunes, la corrosion et le polissage des roches et surtout l'accentuation de l'évaporation...etc. (Monod, 1992). Les vents sont fréquents

sur toute l'année, ils ont des vitesses moyennes très variables comprises entre 4,34 m/s au mois de Décembre et de 7,08 m/s au mois d'Avril (Annexe. 02).

IV.2.3. Géologie

Le territoire de la ville de Ouargla est situé dans l'immense bassin saharien, caractérisé par la prédominance de dépôts plio. quaternaires. Des effleurements éocènes et crétacés se rencontrent néanmoins à l'Est. Il est situé dans une région très peu accidentée et stable tectoniquement.

Trois régions distinctes peuvent être distinguées :

- Le grande Erg Oriental : vaste dépôt de sable éolien à l'Est et au Sud.
- La région de vallée où prédomine les dépôts d'alluvions au centre.
- Le plateau de M'Zab à l'Ouest.

Du point de vue lithologique et pétrographique on rencontre dans les affleurements à travers le territoire de la région de alluvions actuels, des sebkhas et croûtes gypso salins, des calcaires lacustres, des conglomérats, des calcaires marneux à rognon siliceux, des marnes et en fin des calcaires dolomitiques (Rouvillois.Brigol, 1975).

IV.2.4. Hydrogéologie

En régions arides, les aquifères profonds sont souvent l'unique ressource en eau. Il s'agit là d'eau fossile datant de périodes plus humides qu'aujourd'hui, et souvent exploitée à un taux excédent largement le taux de recharge actuel (GASSE, 2005).

- ▶ Au Sahara, notamment à Ouargla il existe deux ensembles d'aquifères séparés par d'épaisses séries évaporitiques ou argileuses du crétacé supérieur, l'ensemble inférieur appelé le continental Intercalaire (CI) « Albien », épaisseur de 600 m environ, située à 1000 m de profondeur, et l'ensemble supérieur, appelé le complexe terminal (CT) ou Miopliocène avec un taux de salinité oscille entre 1,8 à 4g/l (PNUD-UNESCO, 2005 ; Nezli *et al*, 2010). Une troisième formation, d'importance plus modeste, s'ajoute aux deux précédents est la nappe phréatique d'âge quaternaire (ANRH, 2008).

IV.2.5. Pédologie

Selon Halilat (1993), les sols de Ouargla sont légers à prédominance sableux et à structure particulière, Ils sont caractérisés par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une faible activité biologique, une forte salinité et une bonne aération, On distingue dans la région trois types de sol :

- Sol sal sodique
- Sol hydro morphe
- Sol minéral brut

Le sol est un support pour les cultures et un réservoir pour les eaux et les éléments nutritifs, il assure le stockage des éléments nécessaire à la vie des végétaux et leur réapprovisionnement (Dubost ,2002).

IV .2 .6. Humidité de l'air

Les valeurs d'humidité obtenues sont élevées aux mois de Novembre, Décembre, Janvier et Février où elles sont de 53,52 % ; 59,78 % ; 58,77 % et 52,50 % respectivement(Annexe. 01).

IV.2.7.Géomorphologie

La région de Ouargla correspond à la basse vallée fossile (quaternaire) de l'oued Mya qui descend en pente douce (1%) du plateau de Tademaït et se termine à 20 km au Nord de Ouargla. La vallée atteint alors près de 30 km de large (Hamdi.Aïssa et *al.*, 2000).

Elle se distingue en quatre ensembles géomorphologiques d'Ouest en Est:

- Le plateau de la Hamada pliocène, à l'Ouest de Ouargla, s'abaisse légèrement d'Ouest en Est. Il est à 220 m au-dessus de la vallée fossile (quaternaire).
- Les glacis, sur le versant Ouest de la cuvette, s'étagent du plus ancien au plus récent, d'Ouest en Est sur quatre niveaux de 140 m à 200 m. Les glacis de 160 m et de 180 m, sont très visibles.
- Le chott et la sebkha constituent le niveau le plus bas. Le chott correspond à la bordure de la sebkha. Le bas.fond se caractérise par la présence d'une nappe phréatique permanente, très peu profonde (1 à 5 m) dans le chott, qui affleure en surface au centre de la sebkha (Leger, 2003).
- Les dayas : Ce sont des petites dépressions circulaires, résultant de la dissolution locale des dalles calcaires ou siliceuses qui constituent les Hamadas (Ozenda, 1991).

IV.2.8.Topographie

Le relief d'Ouargla est caractérisé par la prédominance des dunes. Il n'ya pas de plissement à l'ère tertiaire, si bien que le relief revêt fréquemment un aspect tabulaire aux strates parallèles (Rouvillois.Brigol, 1975).

IV.3. Station d'étude choisie

La station d'étude choisie est l'exploitation de l'université de Ouargla vu l'existence d'un milieu adéquat pour faire l'étude comme la présence de drainage agricole et aussi les infrastructures de recherche comme le laboratoire proche de l'exploitation.

IV.4. Matériels d'étude

IV.4.1. Type de micro-algues utilisées

Le choix des souches a été basé sur deux critères, des micro-algues connus à Ouargla et présents en quantité suffisante pour être utilisés dans l'expérimentation. L'échantillonnage et la multiplication des micro-algues qui seront développés dans la méthode d'étude, nous a

conduits à utiliser la souche spiruline et de chlorella.

IV.4.2. Eaux de drainages utilisés

Nous avons utilisé dans notre expérimentation les eaux de drainage existant à l'exploitation de l'université KASDI Merbah, au niveau du secteur C. L'eau est prélevée des drains de type ciel ouvert (Figure 04).



Photo 04. Eau de drainage dans un drain de la ferme de l'université d'Ouargla.



Figure 04 : Présentation de l'eau de drainage dans un drain de la ferme de l'université d'Ouargla.

Chapitre V :

Méthodes d'étude

Chapitre V. Méthodes d'étude

V.1. Approche méthodologique

Ce travail vise à produire de la biomasse algale pour les utiliser comme amendements organiques à partir des eaux de drainage. Pour cela notre expérimentation a été réalisée en plusieurs étapes, comme suit (Figure. 05) :

- 1.** Détermination de la souche de micro-algues à utiliser
 - a.** Echantillonnage des micro-algues,
 - b.** Multiplication des micro-algues,
- 2.** Installation du dispositif expérimental,
 - a.** Description du dispositif expérimental
 - b.** Préparation des milieux de cultures,
 - Milieu de culture Zarrouk,
 - Milieux de culture Eaux de drainage,
 - c.** Ensemencement des milieux de cultures
 - d.** Conditions de culture,
- 3.** Etude des milieux de culture,
 - a.** Evolution physico-chimique des milieux de cultures,
 - b.** Evolution des biomasses algales,
 - Etude quantitative des biomasses.
 - Etude qualitative des biomasses.

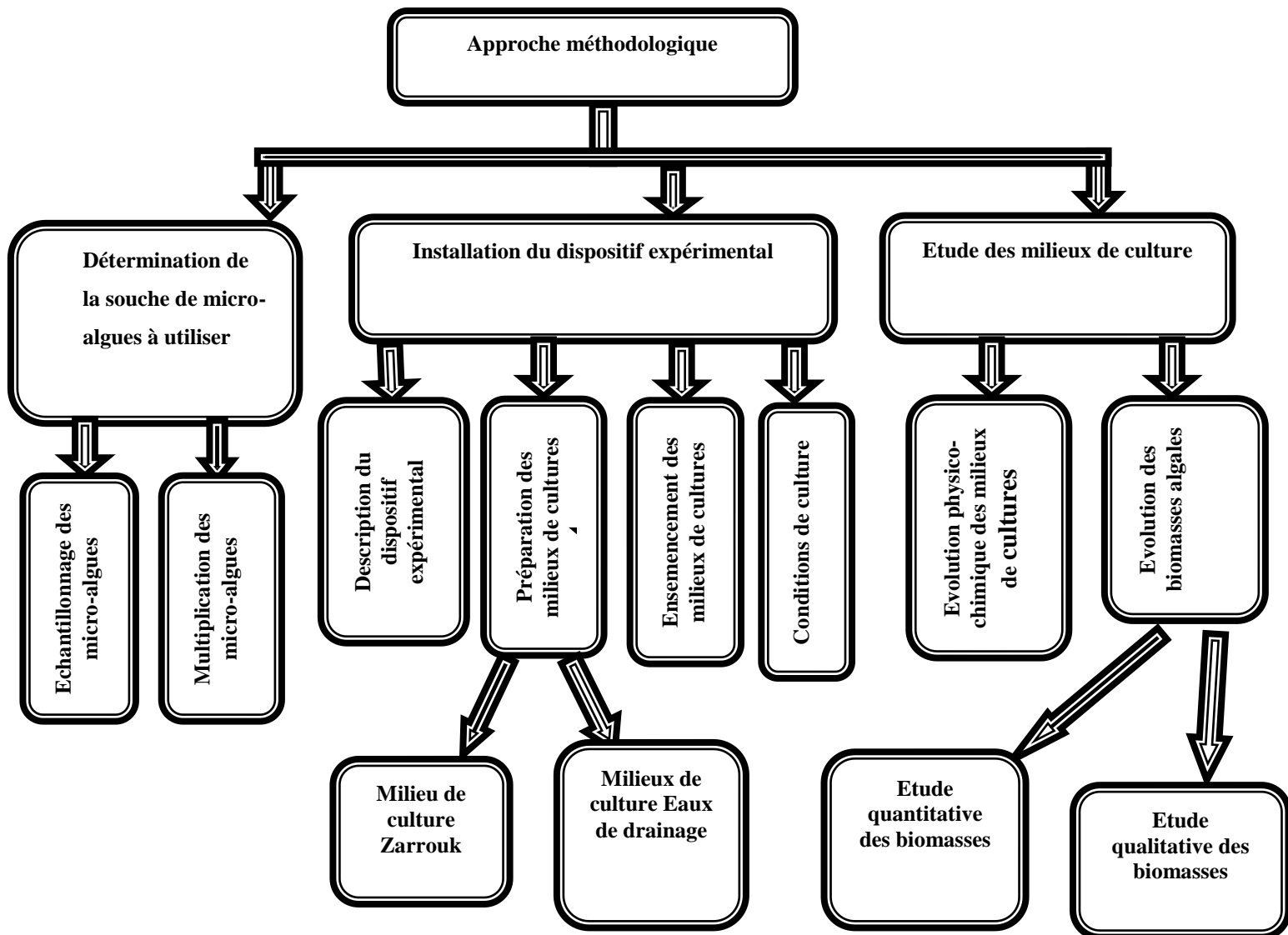


Figure 05: Approche méthodologique.

V.1.1. Détermination de la souche de micro-algues à utiliser

V.1.1.1. Echantillonnage de micro-algues

Nous avons réalisé deux échantillonnages de micro-algues à Ouargla. Le premier de souche spiruline à l'exploitation de l'université, provient de micro-ferme de Mr. SAGGAI. Le deuxième de souche chlorila au lac de Hassi Ben Abdellah.

V.1.1.2. Multiplication des micro-algues

La multiplication des micro-algues est une étape importante qui nous permet d'accroître les souches échantillonner afin d'obtenir une quantité suffisante pour l'installation du dispositif expérimental.

Nous avons essayé d'amplifier la souche de spiruline et de chlorella. Cette phase a nécessité la préparation d'un milieu de culture de Zarrouk (Jordon, 1999) (Annex 03) de 2 litre de biomasse concentré compléter à 10 litre avec le milieu de culture Zarrouk, aérée par bulleur (Photo. 04). Après plusieurs essais de multiplication au laboratoire durant 2 semaines (de 02 à 16 Mai) pour la spiruline à 3 mois pour Chlorella, nous n'avons pas pu obtenir une quantité suffisante de chlorella pour réaliser l'expérimentation. Cependant, celle de la spiruline été satisfaisante. Pour cela finalement le choix de la souche d'algue à utiliser dans l'essai a été porté sur la spiruline.



Photo. 05: Multiplication de Spiruline.

V.1.2. Installation du dispositif expérimental

V.1.2.1. Description du dispositif expérimental

Le dispositif est de type bloc aléatoire complet installés dans le laboratoire. Il est composé de douze (12) bouteilles en plastique de capacité 1,5 litre, contiennent un volume de culture de 1,3 litre. Les bouteilles représentent quatre traitements de milieux de cultures

ensemencées de spiruline. Les traitements sont trois milieux d'eau de drainage de différentes dilutions et un milieu Zarrouk comme témoin. Le nombre de répétitions des traitements est de trois (Photo. 05).



Photo. 06 Dispositif expérimental en matin et en soir.

Les résultats expérimentaux représentent la moyenne de trois répétitions avec écart type. Nous avons réalisé une analyse descriptive des données par le logiciel Microsoft Office Excel 2007. Il nous facilite la comparaison entre différents résultats obtenus et l'étudier les tendances par corrélation.

V.1.2.2. Préparation des milieux de culture

V.1.2.2.1. Milieu de culture Zarrouk

Le milieu de culture Zarrouk est le plus convenable pour obtenir une croissance cinétique de la spiruline. Il constitué notre milieu témoin dans le dispositif par rapport aux différentes solutions d'eau de drainage.

Le milieu « Zarrouk » est préparé à base d'eau distillé et tous les éléments indispensables à la croissance des micro-algues (Annexe. 2)

V.1.2.2.2. Milieux d'eaux de drainage

Nous avons utilisé trois nombre de dilutions d'eau de drainage afin d'étudier l'impact des différentes concentrations de sels sur la production de biomasse micro-algale (Tabl. 07).

Tableau. 07 : Les différentes dilutions des eaux de drainage.

Volumes de solution	Nombres de dilutions		
	0	2	4
Volumes d'eau de drainage brute (litre)	1	0,5	0,25
Volume d'eau distillé (litre)	0	0,5	0,75
Volume totale (litre)	1	1	1

V.1.2.3. Ensemencement des milieux de cultures

Les bouteilles contiennent 1 litre de quatre milieux de culture sont ensemencer avec 0,3 l de biomasse de spiruline cultivé en milieu Zarrouk (Photo. 4).

V.1.2.4. Conditions de culture

L'installation de dispositif expérimental a été effectuée au niveau du laboratoire pour assurer la protection des cultures contre l'évaporation et l'intensité lumineuse qui provoque la photolyse des échantillons de spiruline cultivé. Il faut assurer deux conditions principales qui sont (Jordon, 1999) :

- **L'agitation** : elle est assurée par un bulleur et permet aux cellules l'accès aux nutriments et à la lumière.
- **L'éclairement** : Il est fourni par lampe, florissante de 45 w, aux cultures la nuit.

V.1.3. Etude des milieux de culture

V.1.3.1. Evolution physico-chimique des milieux de cultures

L'étude des changements des caractéristiques physico-chimiques dans les milieux de culture est importante. Elle nous permet d'apprécier l'impact du développement des micro-algues sur la qualité du milieu de culture. Nous avons effectué certaines analyses au laboratoire de l'université Kasdi Merbah-Ouargla. Les paramètres étudiés sont la température, le pH et la salinité. Les analyses sont réalisées durant 15 jours, sauf les deux jours du week-end. Les mesures sont prises deux fois dans la journée, à 8 heures du matin et à 15 heures de l'après midi. Nous signalons que la température de l'air ambiant a été mesurée parallèlement à celle du milieu de culture pour apprécier les interrelations entre eux. Cela va nous permettre de calculer la moyenne journalière des mesures.

V.1.3.2. Evolution des biomasses algales

L'étude de l'évolution des biomasses algales consiste à suivre la production de biomasse et sa qualité fertilisante par :

- **L'étude quantitative des biomasses** : Elle est mesurée chaque jour par l'estimation de la concentration des micro-algues dans les milieux de cultures.
- **L'étude qualitative des biomasses** : Elle vise à estimer la teneur de la biomasse produit en certains éléments fertilisants indispensables majeurs pour les plantes naturelles et cultivés. Les éléments mesurés sont l'azote et le phosphore. Ils sont dosés le premier, le quatrième et le quinzième jour.

V.2. Méthodes d'analyse

V.2.1. Méthodes d'analyses des milieux de cultures

Les méthodes utilisées dans les analyses des milieux de cultures sont :

1. **Température** : par le pH-mètre portable de type WTW série 315
2. **pH** : par le pH-mètre portable de type WTW série 315
3. **Salinité** : par l'appareil multi-paramètres de type HANNA Hi 9820

V.2.2. Méthodes d'analyse des biomasses algales

Les méthodes utilisées dans les analyses des biomasses algales sont :

1. **Etude quantitative** : Elle est estimée par la mesure de la concentration de la biomasse des milieux de culture à l'aide de l'absorbance par spectrophotométrie à 625nm (Doumandji et *al.*, 2012). La concentration cellulaire est déterminée en fonction de l'équation suivante qui est corrélant aux eaux de drainage de région de Ouargla (Djaghoubi, 2013): $Cb=5.41 \times DO_{625}$
2. **Dosage de l'azote** : L'azote est présent dans les cellules vivantes principalement sous forme de protéines et d'acides nucléiques (respectivement acides aminés et bases). La méthode Kjeldahl consiste à transformer cet azote organique en azote minéral (minéralisation), puis à déplacer l'ammoniac du sel d'ammonium obtenu (distillation) pour le neutraliser par une solution acide de titre connu (dosage) (Rodier, 2009, Annexe 05).
3. **Dosage du phosphore** : La méthode Kjeldahl consiste à oxyder au persulfate en milieu acide, de nombreux composés organiques qui sont minéralisés en orthophosphates. la minéralisation peut être effectuée avec un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique (Rodier, 2009, Annexe. 5).

Partie III :
Résultats et discussions

Chapitre VI.

Etude des milieux de culture.

Chapitre VI. Etude des milieux de culture

VI.1. Evolution physico-chimique des milieux de culture

VI.1.1. Température

La température moyenne de l'air ambiant était de $30,44 \pm 26,68$ °C, cependant la température moyenne des milieux était de $24,67 \pm 0,27$ °C pendant la durée de l'expérimentation. La température minimale était de 22,99 °C alors que la maximale était de 30,33 °C (Fig. 06, Annexe 04). Elle était basse par rapport à l'optimum de 35 °C pour la croissance de la Spiruline, mais largement supérieure à la limite inférieure de tolérance, estimé à 20 °C par Jordan (1999). L'étude de corrélation montre que la température de l'air ambiant influencée significativement sur celle de milieu de culture.

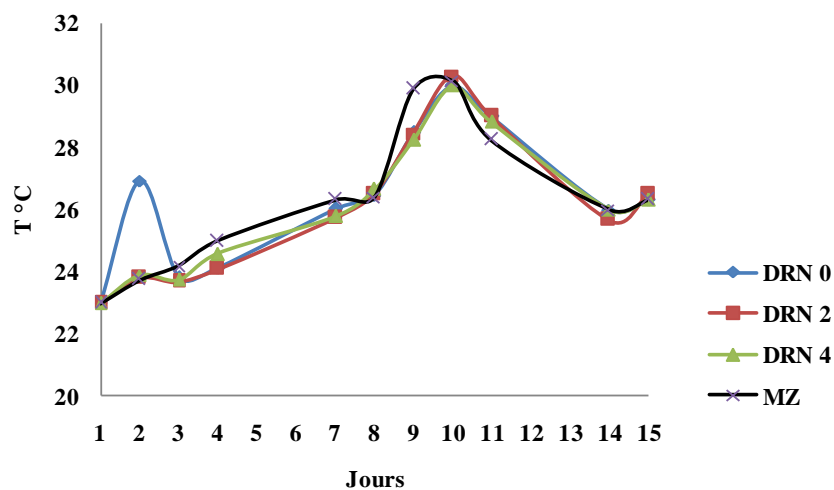


Figure. 06: Evolution de la température des milieux.

VI.1.2. Salinité

La salinité oscille entre 1,33 et 14,87 g.l⁻¹. Elle montre que celle-ci diminue en générale dans tous les milieux. La diminution de la salinité témoignant d'une tendance d'épuisement minérale (Fig 07, Annexe. 4)

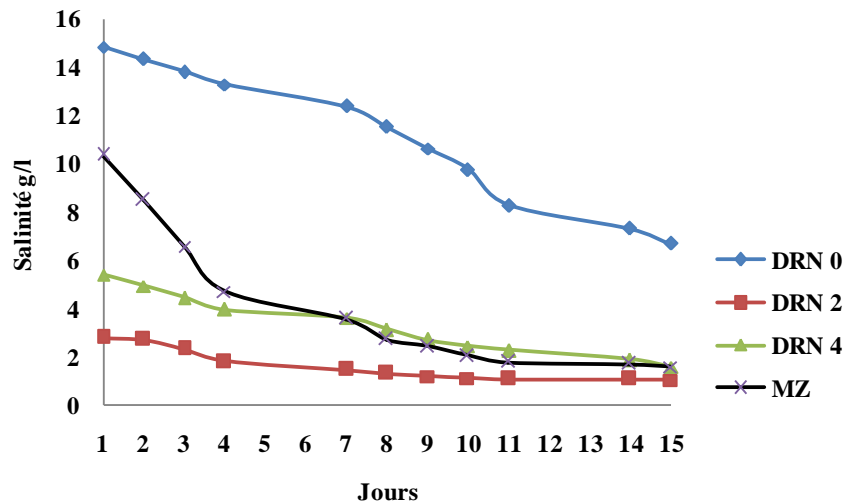


Figure. 07: Evolution de salinité des milieux

VI.1.3. pH

Le pH oscille entre 7,9 et 12,45. La valeur moyenne dans les milieux de culture est de $7,76 \pm 0,73$. Ces valeurs se situent dans l'intervalle du pH optimum de la culture de spiruline, estimés entre 9,5 et 10,5 par Jordon (1999).

L'augmentation ou la diminution du pH dépendent du système carbonate-bicarbonate qui corrèle avec la consommation du carbone (Fox, 1996). Dans notre essai, l'augmentation du pH est due au changement du faciès carbonate-bicarbonate vers celui du carbonate (Danesi *et al.*, 2004) (Fig. 08 Annexe. 4).

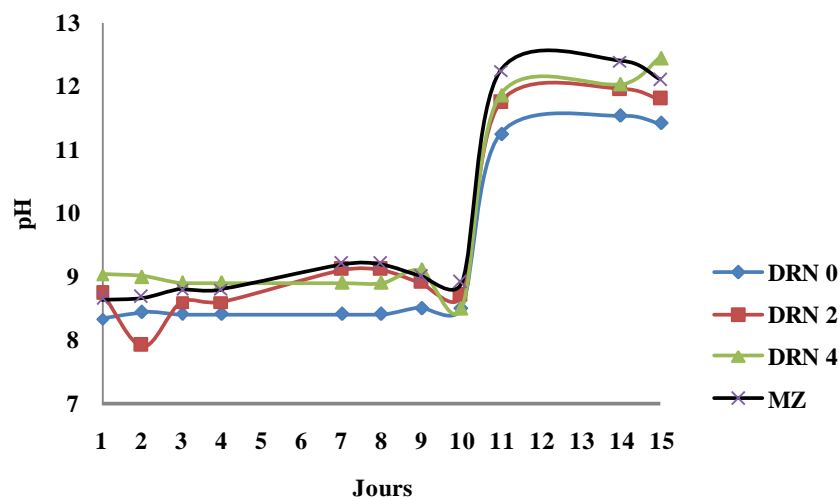


Figure. 08: Evolution de pH des milieux

VI.2. Evolution des biomasses algales

VI.2.1. Etude quantitative des biomasses

La quantité de la biomasse varie dans le temps entre le début et la fin dans les milieux de cultures (Fig. 09) avec une tendance vers l'augmentation. Cette dernière corrèle avec la diminution de la salinité, de façon seulement hautement significative pour les eaux de drainage brutes (DRN 0) et deux fois diluées (DRN 2). L'accroissement de la biomasse produit une tendance d'épuisement des sels minéraux dans les milieux de cultures. (Annexe. 4).

L'essai montre que l'eau de drainage est un milieu très favorable pour la production des micro algues en comparaison avec le milieu synthétique de Zarrouk. La meilleure concentration en biomasse était obtenue avec les eaux de drainage brutes (DRN 0) avec une concentration maximale de l'ordre de $11,85 \text{ g.l}^{-1}$. Cela montre que autant les eaux de drainage sont salées autant elles peuvent produire une biomasse algale, jusqu'au seuil de salinité extrême qu'il faut déterminer avec d'autre essai. Toutefois les études antérieures dans certains milieux salés montrent que la zone optimale de la charge saline varie de 22 à 62 g.l^{-1} (Iltis, 1968). La biomasse maximale produite dans notre essai durant 15 jours représente pour la même durée seulement 67,6 à 23,98 % des potentialités optimums des chargés salins mentionnés par Iltis (1968). Cette comparaison reste conditionnée par similarité de la nature saline entre les milieux de cultures. Il sera intéressant d'étudier l'effet de la nature chimique des sels dans les eaux sur la biomasse et sa qualité minérale.

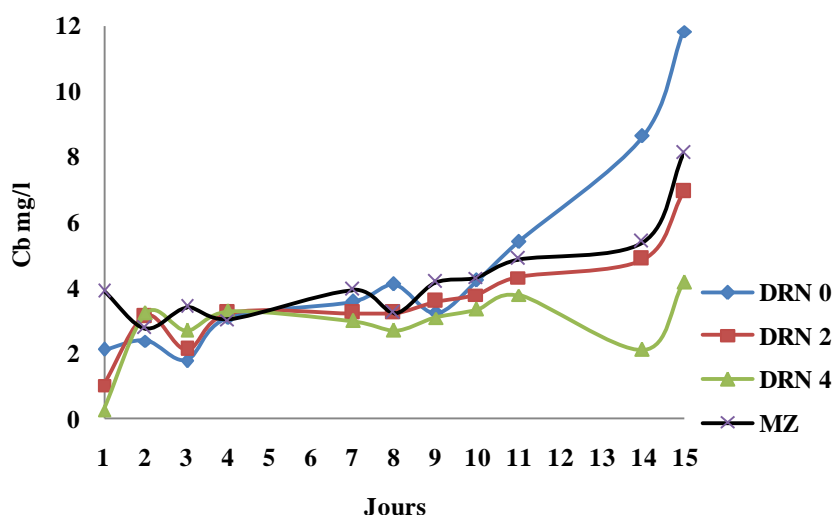


Figure. 09: Evolution de concentration en biomasse des milieux

L'augmentation de la biomasse dans les milieux de cultures (Fig. 8) enrichi ces derniers en matière organique.

VI.2.2. Etude qualitative des biomasses

L'étude de la qualité de la biomasse montre une variation des teneurs azoto-phosphoriques.

VI.2.2.1. Azote organique

L'étude montre une réduction de la teneur d'azote dans la biomasse algale. Cela constitue un indice d'épuisement de l'azote dans les milieux (Fig. 10).

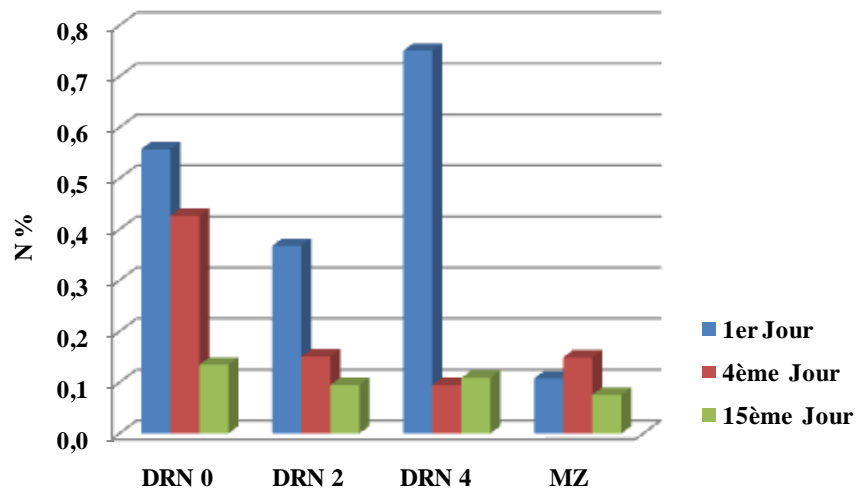


Figure. 10: Teneur des biomasses algale en azote organique

VI.2.2.2. Phosphore total

De même, les mesures indiquent aussi une diminution de la teneur en phosphore dans la biomasse algale, témoignant d'un épuisement des milieux de cultures en cette élément (Fig. 11). La qualité phosphorique des amendements organiques algales produits sera conditionnée par la richesse des milieux de cultures. Elle contribue ainsi à améliorer la fertilité phosphorique des sols.

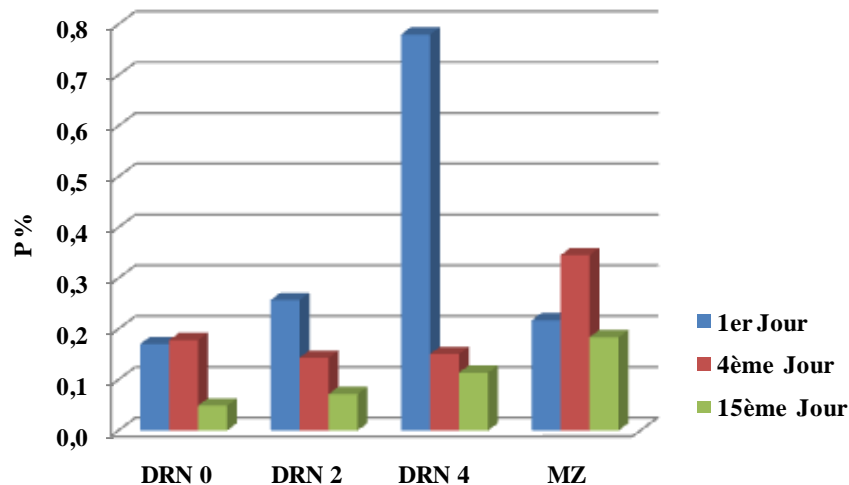


Figure. 11: Teneur des biomasses algale en phosphore

La diminution des teneurs azoto-phosphoriques (Fig. 9 et 10) ne diminue pas la valeur organique de la biomasse, puisque son augmentation dans les milieux de cultures favorise l'enrichissement en carbone et la formation de l'humus dans les sols agricole avec les amendements. D'après Goyal (1993), la richesse en humus des amendements entraine une amélioration des propriétés physiques et chimiques des sols.

L'azote et le phosphore sont des nutriments limitants, car la croissance des algues est limitée en cas d'insuffisance en ces deux éléments. Selon Jordan (1999), la richesse du milieu en ces éléments favorise la production de la matière organique. Pour cela, la productivité des milieux hydriques est conditionnée par leur richesse en azote et en phosphore.

Conclusion

Les résultats issus de cette étude signalent à travers les biomasses produites et les paramètres physico-chimiques des milieux de culture, la potentialité des eaux de drainages à produire les amendements organique au cours de période de l'expérimentation. Les eaux de drainage brutes favorisent l'augmentation de la biomasse au cours de temps avec une variation dans les caractéristiques physico-chimiques des milieux de culture.

Au cours de l'essai, la température oscille en fonction du milieu ambiant, la salinité diminue témoignant d'une tendance d'épuisement minérale et l'alcalinité est conditionnée par le taux d'assimilation de carbone par les microalgues. L'augmentation de pH est due au changement du faciès carbonate-bicarbonate vers celui du carbonate.

La qualité phosphorique des amendements organiques algales produits est conditionnée par la richesse des milieux de cultures. Elle contribue ainsi à améliorer la fertilité phosphorique des sols. La diminution des teneurs azoto-phosphoriques ne diminue pas la valeur organique de la biomasse, puisque son augmentation dans les milieux de cultures favorise l'enrichissement en carbone et la formation de l'humus dans les sols agricole avec les amendements. Pour cela, la productivité des milieux hydriques est conditionnée par leur richesse en azote et en phosphore.

Les résultats obtenus sont prometteuses. Toutefois la durée de notre essai nous n'a pas permis de déterminer les potentialités réels des eaux de drainages utilisées. Néanmoins notre travail ouvre sur des perspectives de valorisation de la biomasse algale issue d'eau de drainage dans l'amendement des sols sahariens pauvres en matière organique. La recherche dans ce domaine reste préliminaire qui faut développer vu l'intérêt agro-environnementale et économique.

Les axes de recherches que nous recommandons pour développer cette thématique sont la détermination de la durée de cultures algales, la limite saline dans la production algale et l'impact de la qualité chimiques des eaux sur cette dernière.

Les résultats obtenus permettant le développement de l'algoculture en région saharienne et la valorisation des eaux non conventionnelles dans ce domaine. Cela va contribuer à la valorisation des ressources biologiques et le maintien de l'équilibre écologique et finalement d'assurer un développement durable pour les régions saharienne.

Références bibliographiques

- Amir.S., Hafidi. M., 2001.** Valorisation de boues de stations d'épuration des eaux usées par un ioprocédé aérobie "compostage", *Ann. Chim. Sci. Mat.* 26, S 409 – S 414.
- Andersen,A., 1992.** Diversity of eukaryotic algae. *Biodiversity and Conservation*, 1, 267–292.
- Becerra.C., 2009.** Proposition de Stratégies de Commande pour la Culture de Microalgues dans un Photobioréacteur Continu, Thèse de Doctorat, Ecole Centrale des Arts et Manufactures 243 p.
- Belge., 2004.** Valorisation des engrais de ferme. rue de Wergifosse, 39 B-4630 Soumagne – Belgique Sortie 37 Herve – Soumagne .
- Billard,R.,1980.** L'étang et l'agriculture des eaux. In: R. BILLARD (ed), *La Pisciculture en étang*. I.N.R.A. publ., Paris: 15-28.
- Bonnard et Gardel 2001.** Vallée d'Ouargla. Etudes d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation. Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique. Mission IA Reconnaissances et diagnostic de l'assainissement, 156p.
- Boutelli.M, 2012.** Salinité des eaux et des sols au niveau de la sebkha de Babendil, caractérisation et conséquences sur l'environnement. Mémoire magister. Université Kasdi Merbah Ouargla. PP: 133.
- Cefic, Plasticisers.,1989.** A consideration of their impact on health and the environment Plasticisers Sector Group, Rapport European Chemical Industry Federation, Brussels.
- Cruchot.H.,2008.** La Spiruline, Bilan et Perspective. Thèse docteur en pharmacie. Université de France-Comite.
- Daddi Bouhoun.M.,Djaghoubi.A.,Saggai.A.,2015.** Study of impact drainage water on spirulina cultivation in ouargla (algerian bas sahara). Sustainable Agricultural and Environemnt: Colloque international, Turquie: 139.
- Danesi,E.D.G, Rangel-Yagui.C.O, Carvalho.J.C.M. and Sato S., 2004.** Effect of reducing the light intensity on the growth and production of chlorophyll by *Spirulina platensis*. *Biomass and Bioenergy*: 329-335.
- Diaz, L. F., De Bertoldi, M., Bidlingmaier, W., and Stentiford, E., 2007.** Compost science and technology, Amsterdam, Pays-Bas, Elsevier, 364 p.
- Djaghoubi, A.2013.** Impact de la salinité des eaux de la région de Ouargla sur le comportement de Spiruline "*Arthrospiraplatensis*"(Souche de Tamanrasset). Mémoire master. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Djidel,M .,2008.** Pollution minérale et organique des eaux de la nappe superficielle de la cuvette de Ouargla (Sahara septentrional, Algérie). Thèse Doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba .
- Dubost.D.,2002.** Écologie, Aménagement et Développement Agricole des Oasis Algériennes. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides Biskra, 207-215 pp.
- Falquet,1996-** spirulina :Aspects nutritionnels,document Antenna technologie Genève .
- Falquet.,1999-** spirulina :Aspects nutritionnels,document Antenna technologie Genève .
- Fox .,1999-** spiruline, Technologie pratique et promesse – France, 240p.
- Fox.R.D., 1999.**Spiruline Technique, pratique et promesse. EDISUD, Aix-en-Provence. Pp : 19 à 33 et 246.
- Fulks,W., Maink.L., 1991.** The design and operation of commercial scale live feeds production systems. In: W. FULKS et K.L. MAIN (eds), *Rotifer and microalgae culture systems*, proc. US/Asia workshop. The oceanic institute, Hawaiï: 3-52.

- Gamrasni M., Phelippot S., 1976.** Le lagunage. Publ. assoc. fr. etud. eaux, Paris: 155 p.
- Ginseng., 2012 et UNICEF.,1996 in Bennouh ,K et Rezig ,I.2015.** Conduite de la culture et production de la spiruline sous abri en palmeraie. mémoire master . Université kasdi Merbah Ouargla .
- Gouveta., 2011,** Microalgae as a Feedstock for Biofuels, London: Springer, 2011, pp. 1 – 69.
- Goyal.S.K., 1993,** Algae biofertilizer for vital soil and free nitrogene. *Proc.Indian natn.sci.acad:* 295-302
- Guessoum,T.,2015.** Réalisation Et Suivi Du Milieu De Culture Bg11 Des Micros Algues Vertes. Mémoire d'ingénieur.Universite Kasdi Merbah Ouargla.
- Halilat.MT., 1993-** Etude de la fertilisation azotée et potassique sur le blé dur (variété aldura) en zone sahariennes. (Régions Ouargla). Thèse Magister. Univ, Batna, 130p.
- Hamdi Aïssa B, Halitim A, Bensaad A. Halilat MT, Daddi-Bouhoun M., 2000.** Gestion de l'eau pour une agriculture durable au Sahara algérien : INRS-eau université du Québec & université de Poitier eds, Colloque international ESRA: Eaux Souterraines en Région Agricole, Poitier, France 2000 : 63-66.
- Hernandez., M., T., Ros, M. and Garcia, C.,2003.** Bioremediation of soil degraded by sewage sludge : Effects on soil properties and erosion losses. *Environmental management*;31 (6) p. 741-747.
- Houot ,S., Lashermes,G., Nicolardot,B ., Parnaudeau,V ., Thuries,L., Chausod, R., guillotim.L., Linères ,M., Metzger,L., Morvan,T., Tricaud ,A., Vilette,C., 2009.** Indicator of potential residual carbon in soils after exogenous organic matter. *European Journal of Soil Science* 60, 297-310.
- Hu HY, Li X, Yu Y, Wu Y-H., Sagehashi M, Sakoda A., 2011.** Domestic wastewater reclamation coupled with biofuel/biomass production based on microalgae: a novel wastewater treatment process in the future. *J Water Environ Technol* ;9:199–207.
- Idder.T., 2005-** Contribution à l'étude des principaux facteurs de dégradation de l'oasis du ksar de Ouargla, Mémoire d'ingénieur en agronomie saharienne. Université Kasdi Merbah. Ouargla, 79p
- Idder.T.,2007.** Le problème des excédents hydriques à Ouargla : situation actuelle et perspectives d'amélioration. *Sécheresse* ;18: 161-7.
- Iltis ,A., 1968.** Tolérance de salinité de *Spirulina platensis* (Gom.) Geitl., (Cyanophyta) dans les mares natronées du Kanem (Tchad). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol* ; 2 : 119-125.

- Ittis, A., 1974.** Le phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad). Influence de la teneur en sels dissous sur le peuplement algal. Thèse dr. Univ. Paris VI: 1-271.
- Irisarri, P., Gonnet, S., Monza, J. 2001.** Cyanobacteria in Uruguayan rice fields: diversity, nitrogen fixing ability and tolerance to herbicides and combined nitrogen. *J. Bacteriol.* 91, 95–103.
- Jordan ,J P.,2006.** Cultivez votre spiruline : manuel de culture artisanal .Publication Antenna Technologies.
- Jordan ,1999-** sugar as a source of carbon for spirulina (*Arthrospira platensis*) culture, international biotechnology,Inde, PPP58,96,97.
- Labanowski.J., 2004.** Matière organique naturelle et anthropique : vers une meilleure compréhension de sa réactivité et de sa caractérisation (Thèse de doctorat). Université de Limoges.
- Laroche.O.,2011.** Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.).thèse. Université De Sherbrooke Sherbrooke, Quebec, Canada.
- Leger.C., 2003-** Etudes d'assainissement des eaux résiduaires pluviales et d'irrigation. Mesure de la lutte contre la remontée de la nappe phréatique de la vallée de Ouargla : Mission III A - collecte et analyse des données, A.N.E.P.I.A (BG), 32 p.
- Mermoud.A., 2007.** Valorisation du pouvoir fertilisant des eaux usées en agriculture maraîchère. EIER, Ouagadougou, Burkina Fasso, 13 p.
- Monod.T., 1992-** Du désert. Sécheresse, 3: 7-24.
- Nezli I.E., Djabri L. et Djidel M., 2010.** Origines et spéciation du fluor dans les eaux de la nappe superficielle de la cuvette d'Ouargla (Sahara Septentrional Algérien). *Annales des Sciences et Technologie.* Vol 2, N° 2: 57.62.
- O'Dell.R.E., et Claassen,V.P.,2009.** Serpentine Revegetation: Soil and Biota of Serpentine: *Northerestern Naturalist*;16 (5): 253-271.
- Ounoki.S et Achour.S.** 2014. Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées et épurées de la ville d'Ouargla. Possibilité de leur valorisation en irrigation. *Larhyss Journal*, 20 ;247-258 .
- Ozenda.P., 1991-** Flore du Sahara. Ed. CNRS, Paris, 622 p.
- Paudel, S. Pradhan, B. Pant and B.N. Prasad., 2012.** Role of blue green algae in rice productivity. *Agric. Biol. J. N. Am* ;8: 332-335.
- Rengel, A. 2010.** Conception et analyses énergétique et environnementale d'un bioréacteur à microalgues pour la production d'énergie. Thèse. l'École nationale supérieure des mines de Paris. pp : 2.
- Rongead et Gneclie.,2011.** Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les pays en voie de développement.

- Rouvillois-Brigol, M., 1975.** Le pays de Ouargla (Sahara Algérien) variation et organisation. *Pub. Univ. Sorbonne*, Paris, pp:35 , 42, 299 , 361et 390 .
- Saker M.L, DaddiBouhoun M., 2007.** Ressources naturelles sahariennes, gestion et impact sur le développement. *Annales de la faculté des sciences et science de l'ingénieur ;1 (2): 58-62.*
- Sialve B., Steyer J-Ph., 2012a.** Impact of microalgae characteristics on their conversion to biofuel. Part I: Focus on cultivation and biofuel production”, *Biofuels, Bioproducts&Biorefining*;6:195-204.
- Spolaore,P., Joannis-Cassan C., Duran,E., Isambert,A., 2006.** Commercial applications of microalgae. *Journal of bioscience and bioengineering*,101(2): 87–96.
- Stengel, E., 1970.** Anlagentypen und Verfahren der technischen Algenmassenproduktion. *Ber. Dtsch. Bot. Bd.*83: 589-606.
- Wahl, H.G, Hoffmann, A, Häring, H.U. and Liebich, H.M., 1999.** Identification of plasticizers in medical products by a combined direct thermodesorption-cooled injection system and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 847 1-7.
- Wang, L. K., Tay, J. H., Volodyyr, I. and Hung, Y. T., 2009.** *Environmental biotechnology*. Springer, 975 p.
- Wang, L., Wu, F., Zhang, R., Li,W., Liao,H., 2009.** Characterization of dissolved organic matter fractions from Lake Hongfeng, Southwestern China Plateau. *J. Environ. Sci*,21 :581–588.

Annexe. 1:

Production mondiale de spiruline destinée à la consommation (1997) (Tabutin et al., 2002).

PRODUCTEUR	LOCALITE	TONNES/AN	PRODUCTEUR	LOCALITE	TONNES/AN
Earthrise Farms* (20ha)	Calipatria, Californie	200	Solarium	Iquique, Chili	20
Cyanotech Corp (12ha)	Keahole Point, Hawaï	175	Bionor	La Serena, Chili	20
Siam Algae Co*(2ha)	Bangkok, Thaïlande	80	Vinh Hoa	Thuanghai, Vietman	30
Far East Microalgae	Taiwan	200	Cyanotech Ltd	Bangalore, Inde	15
Nan Pao Chemicals (6ha)			Parey Agro Ltd	Inde	10
Blue Continent (3 ha)			Green Diamond	Chang Mai, Thaïlande	10
Tung Hai			Unisyn	Kaomua Hawaï	30
Ballapure industries	Mysore, Inde	50	Strembel Sourrigues	Rosario, Argentine	15
Mysore, Inde	Martinique	20	Imade Grenade	Espagne	10
Fermes gouvernementales			Fermes gouvernementales		
La Havane	Cuba	20	Ile de Hainan	Chine	100
Nanchang	Chine	50	Wuhan	Chine	100
Myanmar	Birmanie	30	Ukraine	Ukraine	20
			Total		1205

Entreprises exploitant la spiruline dans le monde (Biofutur 1991 ; Tabutin *et al.*, 2002).

ENTREPRISES	PAYS	Technologie De Culture	Produits Vendus
Biogenics	USA	extraction	Caroténoïdes
Cyanotech	USA	système ouvert	Biomasse
Earthrise Farms	USA	système ouvert	Biomasse
Microalagae International Inc	USA	système ouvert	Phycocyanine
Dainippon Ink + Chemicals InC	Japon	extraction, purification	Phycocyanine
Ballapur Industries Ltd	Mexique	système ouvert	Biomasse
Ballapur Industries Ltd	Mexique	système ouvert	Biomasse

*Cette entreprise pionnière n'existe plus depuis 1998.

Annexe 2: Données climatiques de la région d'Ouargla (2006-2015) (O.N.M, 2015).

	T (°C)			P (mm)	H (%)	V (m/s)	I (h/j)	E (mm)
	T min.	T max.	T moy.					
Janvier	6,36	19,95	13,16	9,42	58,77	5,79	244,77	90,70
Février	6,29	21,48	13,89	3,16	52,50	5,34	241,84	129,15
Mars	10,00	26,46	18,23	2,93	46,11	5,87	259,09	204,51
Avril	14,48	31,69	23,09	1,78	38,95	7,08	280,90	254,53
Mai	19,51	36,11	27,81	1,61	34,18	6,62	301,03	327,61
Juin	24,24	41,05	32,64	0,79	26,24	5,24	253,20	399,75
Juillet	27,61	44,10	35,86	0,35	25,94	6,41	327,18	464,44
Aout	27,25	43,32	35,28	0,56	29,35	5,81	330,68	414,58
Septembre	23,03	38,79	30,91	3,73	37,89	5,41	269,05	299,57
Octobre	16,69	32,74	24,71	4,14	44,27	4,89	265,28	230,60
Novembre	9,79	25,19	17,49	1,16	53,52	4,59	249,68	124,89
Décembre	5,50	20,02	12,76	3,78	59,78	4,34	223,28	88,80
Moyenne	15,90	31,74	23,82	2,78	42,29	5,62	270,49	252,42
Cumule	/	/	/	33,41	/	/	/	3029,12

Annexe .3

Milieu de culture de Zarrouk (Jourdan, 1997 ; Fox, 1999)

Les produits Chimiques	La quantité en g
NaHCO ₃	16.8
K ₂ HPO ₄	0.5
NaNO ₃	2.5
K ₂ SO ₄	1
NaCl	1
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.2
CaCl ₂	0.04
FeSO ₄ .7H ₂ O	0.01
EDTA	0.08
Solution A5	1

Solution A5	
H ₃ BO ₃	2.860
MnCl ₂ .4H ₂ O	1.810
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0.222
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.079
MnO ₃	0.015

Solution B6	
NH ₄ VO ₃	0.0229
K ₂ Cr ₂ (SO ₂). 24H ₂ O	0.096
NiSO ₄ .7H ₂ O	0.0478
Na ₂ WO ₄ .2H ₂ O	0.01794
Ti ₂ (SO ₄) ₃	0.04
CO(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	0.04398

Annexe. 4

La concentration (moyen, maximal, et minimal) de la biomasse en (g/l).

	DN 0	DN 2	DN 4	MZ
Moyenne	4,58	3,59	2,88	4,29
Maximal	11,85	6,98	4,17	8,12
Minimal	1,79	1,03	0,27	2,76

La température (moyen, maximal, et minimal) en (C°).

	DN 0	DN 2	DN 4	MZ
Moyenne	25,03	24,39	24,56	24,73
Maximal	26,93	30,33	26,68	26,42
Minimal	22,99	22,99	22,99	22,99

Le potentiel hydrique (moyen, maximal, et minimal).

	DN 0	DN 2	DN 4	MZ
Moyenne	7,50	7,82	7,88	7,85
Maximal	8,49	8,79	12,45	8,77
Minimal	6,51	7,90	6,95	6,6

La salinité (moyen, maximal, et minimal) en (g/l).

	DN 0	DN 2	DN 4	MZ
Moyenne	6,01	4,28	2,08	13,40
Maximal	14,87	5,43	2,8	10,37
Minimal	2,74	3,15	1,33	11,54

L'azote organique (moyen, maximal, et minimal) en (%).

Type de milieu Les jours	DRN 0	DRN 2	DRN 4	MZ
1	0.56	0.37	0.75	0.11
4	0.43	0.15	0.10	0.15
15	0.13	0.10	0.11	0.08

Le phosphore total (moyen, maximal, et minimal) en (%).

Type de milieu Les jours	DRN 0	DRN 2	DRN 4	MZ
1	0.17	0.26	0.78	0.22
4	0.18	0.14	0.15	0.35
15	0.05	0.07	0.11	0.18

Annexe. 5

l'équation et le protocole des paramètres chimiques (Rodier, 2009).

Paramètre chimique	Le protocole de dosage	L'équation
L'azote total	Dosage de l'Azote Kjeldahl.	$2(V_1 - V_0) \cdot (c \cdot 1000 \cdot 14) / V$ <p>– c = concentration (en moles/L) de la solution d'acide sulfurique utilisée pour le dosage.</p> <p>-V₁ = volume (en mL) d'acide sulfurique utilisé pour le dosage de l'échantillon.</p> <p>-V₀ = volume (en mL) d'acide sulfurique utilisé pour le dosage de l'essai à blanc.</p> <p>– V = volume (en mL) de la prise d'essai.</p>
Phosphore total	Dosage de phosphore total.	$P_{\text{total}} \text{ (mg/L P)} = (C_e - C_0) \cdot V_1 / V_0$ <p>C_e : concentration en orthophosphates (exprimée en mg/L de P) déterminée avec un volume V₀ d'échantillon minéralisé.</p> <p>C₀ : concentration en orthophosphates (exprimée en mg/L de P) déterminée avec un volume V₀ d'essai à blanc minéralisé.</p> <p>V₁ : volume (en mL) de la fiole jaugée utilisée pour la mise au volume de l'échantillon minéralisé.</p> <p>V₀ : volume (en mL) de la prise d'essai (en principe 40 mL).</p>

Résumé :

Etude de la valorisation des eaux de drainages dans la production d'amendement organique des micro-algal.

Les eaux de drainage posent un problème dans leurs valorisations. Les cultures algales est un moyen de les valoriser dans la production comme un amendement organique pour les sols sahariens. Notre étude se propose de réaliser cette approche méthodologique dans un essai expérimental avec différents milieux de culture au niveau de laboratoire. Les eaux de drainage utilisées proviennent de l'exploitation de l'université ainsi que les micro-algues sont des souches Spiruline. Les résultats montrent un potentiel de production prometteur qui atteint 11,00 g.l⁻¹ dans les eaux de drainage brutes durant 15 jours. La qualité minérale azoto-phosphorique diminue au cours de la production, aussi nous constatons une variation des caractéristiques physico-chimiques des milieux de culture. Au cours de l'essai, la température oscille en fonction du milieu ambiant, la salinité diminue témoignant d'une tendance d'épuisement minérale et l'alcalinité est conditionnée par le taux d'assimilation de bicarbonate par les microalgues. Ces résultats témoignent de la possibilité de valorisation des eaux de drainage dans le cadre de la production algale en générale et de la possibilité d'utilisation de sa biomasse comme amendement organique des sols sahariens.

Mots clés : Eaux de drainage; Valorisation ; Microalgue ; Amendement organique.

Abstract :

Study of the valorization of water of drainages in the production of organic soil conditioner of the micro-algal.

Water of drainage poses a problem in their valorizations. The cultures algal is a means of developing them in the production like an organic soil conditioner for the Saharan grounds. Our study proposes to carry out this methodological approach in a test experimental with various culture media on the level of laboratory. Water of drainage used comes from the exploitation of the university as well as the microalgae are Spiruline stocks. The results show a potential of prometteur production which reaches 11,00 g.l⁻¹ in rough water of drainage during 15 days. Azoto-phosphoric mineral quality decreases during the production, also we note a variation of the physicochemical characteristics of the culture media. During the test, the temperature oscillates according to the ambient conditions, salinity decreases testifying to a mineral tendency of exhaustion and alkalinity is conditioned by the rate of bicarbonate assimilation by the microalgae. These results testify to the possibility of valorization of water of drainage in the tomorrow of the algal production in general and the use potential of its biomass like organic soil conditioner of the Saharan grounds.

Key words: Water of drainage; Valorization; Microalgae; Organic soil conditioner.

ملخص :

دراسة استغلال مياه الصرف لانتاج المعدل العضوي للطحالب المجهرية

تطرح مياه الصرف مشكلة في تقييماتها. زراعات الطحالب هي وسيلة تقييمية في الانتاج كمعدل عضوي للتربة الصحراوية. الهدف من دراستنا هو تطبيق هذا الأسلوب المنهجي في تجربة تطبيقية في عدة اوساط زراعية مختلفة على مستوى المخبر. مياه الصرف المستخدمة التي تأتي من المستنقعة الفلاحية للجامعة وكذلك بالنسبة للطحالب المتمثلة في سلالة السبيرولينا. تبين النتائج المحصل عليها نسبة انتاج مباشرة و قد قدرت ب 11,00 غ/ل في مياه الصرف الخام وهذا فقط خلال 15 يوم. الجودة المعدنية الازوتوفسورية تنقص خلال الفترة الإنتاجية، و نلاحظ بالتوازي ايضا حدوث اختلافات على مستوى الخصائص الفيزيوكيميائية. من خلال التجربة تبين ان درجة الحرارة تتأثر بالوسط المحيط، اما انخفاض الملوحة يدل على استهلاك المواد المعدنية وتعود قاعدية الوسط الى استهلاك كمية من غاز ثاني اكسيد الكربون من طرف الطحالب. عموما تظهر هذه النتائج مستقبلا بإمكانية استغلال مياه الصرف في مجال انتاج الطحالب وإمكانية استعمال الكتلة الحية كمعدل عضوي لتخصيب الااضي الصحراوية.

الكلمات المفتاحية : مياه الصرف؛ استغلال؛ الطحالب المجهرية؛ معدل عضوي.