

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Science Agronomique
Spécialité/Option : Phytopathologie et Phytopharmacie

Thème :
**Contribution à l'écologie et l'inventaire des algues
macrophytes bio-indicatrices d'eaux douces dans la
région de Guelma**

Présenté par :

Mlle. MEHIMDAT Hana

Membres du jury:

- Président : Mme. BENBELKACEM Soufia (M.a.b)
- Examineur : Mme. LAOUAR Hadia (M.a.a)
- Encadreur : Mme. ZOUAIDIA Hanene (M.a.a)

Juin 2013

Bibliographies

- Alvarez-Cobelas M. Cirujano S. Sanchez-Carillo S., (2001) Hydrological and botanical manmade changes in the Spanish wetland of Las Tablas de Daimiel. *Biological Conservation* 97, p. 89-98.
- Asaeda T. Rajapakse L. Sanderson B. (2007) Morphological and reproductive acclimations to growth of two charophyte species in shallow and deep water. *Aquatic botany* 86: p. 393-401.
- Asaeda T. Yamamuro M. Siong K. Rajapakse L. Sanderson B. (2008) Nutrient source for charophytes and *Najas marina* in Myall Lake, Australia, indicated by carbon and nitrogen stable isotope ratios, p. 393-401.
- Auderset Joye D. (1993) Contribution à l'écologie des Characées de Suisse. Thèse n°2580, Université de Genève, 273 p.
- Bailly, G. et Scgaefer, O. (2010) Guid illustré des Characées du nord-est de la France. Edition Conservatoire Botanique National de Franche-Comté. 96p.
- Berzins B. et Bertisson J. (1989) On limnic micro-crustaceans and tropic degree. *Hydrobiologica*, 185 : p 95-100.
- Bold, H., et M. Wynne. (1978) Introduction to the algae structure and reproduction, 2ed. Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs, N.J. 662 p.
- Bonis A. et Grillas P. (2002) Deposition, germination and spatio-temporal patterns of charophyte propagule bank: a review. *Aqua. Bot.* 72: p. 235-248.
- Bootsma M. C. Barendregt A., Van Alphen J.C.A. (1999) Effectiveness of reducing external nutrient load entering an eutrophicated shallow lake ecosystem in the Naardermeer nature reserve, The Netherlands. *Biological Conservation* 90: p. 193-201.
- Bornette G. et Arens M.-F. (2002) Charophyte communities in cut-off river channels. The role of connectivity. *Aquat. Bot.* 1560: p. 1-14.
- Bourrelly, P. (1981) Les algues d'eau douce-Tome 2: Les algues jaunes et brunes. Ed. Boubée, Paris, 517 p.
- Bourrelly, P. (1990) Les algues d'eau douce-Tome 1: Les algues verts (2^e éd). Ed. Boubée, Paris, 569 p.
- Bourrelly, P. (1990) Les algues d'eau douce-Tome 3: Les algues bleues et rouges. Ed. Boubée, Paris, 512 p.
- Burkhardt M. et Schmid H. (2001) *Oiseaux en Suisse*. Station ornithologique suisse de Sempach. 276 p.

- Casanova M.T. et Brock M.A. (1996) Can oospore germination patterns explain charophyte distribution in permanent and temporary wetlands? *Aquat. Bot.* 54: p. 297-312.
- Cazaubon, A. (1988) Etude des peuplements d'algues en dérive et benthiques (epiphytes épilithiques et épipéliquies) des rivières méditerranéennes. Thèse d'état. Université, Aix-Marseille 3, 327p.
- Cazaubon, E. et Loukidi, M. (1985) Ecologie d'*Hildenbrandia rivularis*. Breb. (Rhodophyte Floridéophycée) en Provence et en Corse, Rev. Sc de l'eau, Vol. 4, p. 311-323.
- Corillion R. (1975) Flore des Charophytes (Characées) du Massif armoricain. Flore et végétation du Massif armoricain. Abbayes H. & al. IV, p. 1-216.
- Corillion R. (1986) Les Characées de la Palud de Treguennec (Finistère) et leur végétation. Evolution récente et état actuel (1985). Bull. Soc. Et. Sci. Anjou 12: p. 71-91.
- Daniel, H. et Haury, J. (1995) Effects of fish farm pollution on phytocenoses in an acidic river (the River Scorff, south Brittany, France), *Act bot. gallica*, Vol. 142, p. 639-650.
- De Winton M.D. Casanova M.T. Clayton J.S. (2004) Charophyte germination and establishment under low irradiance. *Aquat. Bot.* 79: p. 175-187.
- Dussart B. 1966. limnologie, l'étude des eaux continentales. Gauthier.Villard. Paris, 677p.
- Fiche habitat 3140. (1999) Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* ssp. Extrait du Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne. Version EUR 15-199, p. 97-111.
- Forsberg C. (1964) Phosphorus, a maximum factor in the growth of Characeae. *Nature* 4918, p. 517-518.
- Hickman, M. (2000) A brief introduction to algae- Botany 333, Laboratory Manual. University of Alberta, Edm. Canada.
- Himmi et al., 2003
- Himmi N., Fekhaoui M., Foutlane A. et al., (2003) Relazione plankton-parametri fisici chimici in un bacino di maturazione (lagune mista Beni Slimen-Morocco). Rivista Di Idrobiologia. Università degli studi di Perugia Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Laboratorio Di Idrobiologia "G-B. Grassi", 110-111p.
- Kalin M. et Smith M.P. (2007) Germination of *Chara vulgaris* and *Nitella flexilis* oospores: What are the relevant factors triggering germination? *Aquat. Bot.* 87, p. 235-241.
- Kalin M. Wheeler W.N. Meinrath G. (2005) The removal of uranium from mining waste water using algal/microbial biomass. *Journal of environmental radioactivity* 78, p. 151-177.

- Krause W. (1997) *Charales (Charophyceae). Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd. 18. Ed. Gustav Fischer, 202 p.
- Kufel L. et Kufel I. (2002) *Chara* beds acting as nutrient sinks in shallow lakes – a review. *Aquat. Bot.* 72: 249-260.
- Lambert, E. (2002) Communautés à Characées des eaux olig-mésotrophe faiblement acides à faiblement alcalines, Fiche 3140 (2), Cahiers d'habitats Natura 2000 « Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire » -Tome 3 Habitats humides. Ed. La documentation française, p. 107-111.
- Lambert, E. et Guerlesquin, M. (2000) a, Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétations benthiques à *Chara* spp., Fiche 3140, Cahiers d'habitats Natura 2000 « Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire » -Tome 3 Habitats humides. Ed. La documentation française, p. 97-100.
- Lambert, E. et Guerlesquin, M., (2002) b, Communautés à Characées des eaux oligo-mésotrophes basiques. Fiche 3140 (1), Cahiers d'habitats Natura 2000 « Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire » -Tome 3 Habitats humides. Ed. La documentation française, p. 101-106.
- Lambert-Servien E. Clemenceau G. Gabory O. et al. (2006) Stoneworts (*Characeae*) and associated macrophyte species as indicators of water quality and human activities in the Pays-de-la-Loire region. France. *Hydrobiologia* 570, p. 107-115.
- Lambert-Servien, E. (1995) Contribution à l'étude phytoécologique des étangs de l'Anjou et de ces proches limites, thèse Univ. Rennes I, 127 p. + annexes 113p.
- Lammens E. H.R.R. van Nes E. H. Meijer M.-L, van den Berg M.S. (2004) Effects of commercial fishery on the bream population and the expansion of *Chara aspera* in Lake Veluwe. *Ecological modelling*. 17 7: p. 233-244.
- Lecocq A. (1994) Observation du comportement alimentaire de la nette rousse *Netta rufina* : rôle des charophytes. Travail de diplôme, Université de Genève, 101 p.
- Mc Court R., Delwiche C. F. Karol K. G. (2004) Charophyte algae and land plant origins. *TRENDS in Ecology and Evolution* Vol. 19 No. 12. p. 662-666.
- Noges P. Tukivene L. Feldmann T. et al. (2003) The role of charophytes in increasing water transparency: a case study of two shallow lakes in Estonia. *Hydrobiologia* 506/509. p. 567-573.
- Nordhuis R. van der Molen D. van den Berg M. (2002) Response of herbivorous water-birds to the return of *Chara* in Lake Veluwemeer. The Netherlands. *Aquat. Bot.* 72: p. 349-367.

- Olsen S. (1944) Danish Charophyta. Chorological, ecological and biological investigations. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Skrifter. Bend III, Nr. 1. 240 p.
- Paris, 8e édit. 1383 p.
- Peltre. M. –C. Mullers, S. Ollivier. M0, et *al.*, (2002) Les proliférations végétales aquatiques en France : Caractères biologiques et écologiques des principales espèces et milieux propices. I. Bilan d'une synthèse bibliographique. Bull. Fr. Disus. Vol 365-366. p. 259-280.
- Pierre, J. –F. (1972) Sur un problème de colmatage de prise d'eau par les algues. Tech. Eau, Belg. Vol 303. p. 36-40.
- Rodier J. 1996. - *L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*. Dunod,
- Rodriguez, H. et Vergon, J. –P. (1996) Guide pratique de détermination générique des algues macroscopique d'eau douce. Ministère de l'Environnement. DIREN Franche-Comté. p. 109.
- Scheffer M. Carpenter S. Foley J.A. Folkes C. et *al.*, (2001) Catastrophic shifts Dominance of charophytes in eutrophic shallow lakes – when should we expect it to be an alternative stable state? Aquat. Bot. 72: 275-296. in ecosystems. Nature 413, p. 591-596.
- Scheffer M. et Van Nes E.H. (2007) Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven by climate, nutrient, depth and lake size. Hydrobiologia. 584, p. 455-466.
- Schneider S. Ziegler C. Melzer A. (2006) Growth towards light as an adaptation to high light conditions in *Chara* branches. New phytologist 172: p. 83-91.
- Schubert H. et Blindow I. (2003) *Charophytes* of Baltic Sea. The Baltic marine biologist's publication 19. 270 p.
- Schwarz A.-M., Howard-Williams C. Clayton J. (2000) Analysis of relationships between maximum depth limits of aquatic plants and underwater light of 63 New Zealand lakes. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. 34: p. 157-174.
- Sederias J. et Colman B. (2007) The interaction of light and low temperature on breaking the dormancy of *Chara vulgaris* oospores. Aquat. Bot. 87: p. 229-234.
- Selig U. Schubert M. Eggert A. et *al.*, (2007) The influence of sediments on soft bottom vegetation in inner coastal waters of Mecklenburg-Vorpommern (Germany). Estuarine, Coastal and Shelf Science 71. p. 241-249.
- Sellier Y (2011) Rapport d'étude de la réserve naturelle du pinail. 116p.

- Van Dan Berg. M.-S. (1999) Charophyte colonization shallow lakes: processes, ecological effects and implication for lake management. Thesis Vrije Universiteit Amsterdam. 138 p.
- Van Geest G.J. Coops H, Scheffer M. et *al.*, (2007) Long transients near the ghost of a stable state in eutrophic shallow lakes with fluctuating water levels. *Ecosystems* 10. p. 36-46.
- Vermeer C. P. Escher M. Portielje R. et *al.*, (2003) Nitrogen uptake and translocation by *Chara*. *Aquat. Bot.* 76. p. 245-258.
- Wade P.M, (1990) The colonization of disturbed freshwater habitats by *Characeae*. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 25: p. 275-277.
- Waterlot A. et Prey T., 2013. Première liste des characées de Picardie. Edition Baileul. Conservatoire Botanique National de France.
- Wetzel R. G. (2001) Limnology. Lake and river ecosystems. 3ème édition. Elsevier Academic Press. Chapitre 11: 188-190.
- Zoauidia, 2006. Bilan des incendies de forêts cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk Ahras. Université Mentouri de Constantine.

Sites web

- ✓ http://doris.ffessm.fr/gestionenligne/photos_fiche_moy/chara_major-legende.jpg
- ✓ <http://dzairinfos.com/article/barrage-de-oued-charef-de-ahras-a-l-arret-depuis-dix-ans>
- ✓ http://fr.viewweather.com/w3275242-previsions-meteo-pour-oued_charef-region_de_l_oriental.html.
- ✓ [http://maps.google.com/maps?ll=36.434523,7.496118&z=9&t=m&hl=fr-FR&skstate=action:mps_dialog\\$apiref:1](http://maps.google.com/maps?ll=36.434523,7.496118&z=9&t=m&hl=fr-FR&skstate=action:mps_dialog$apiref:1)
- ✓ http://plantesrizierescamargue.cirad.fr/var/riz_camargue/storage/images/media/images/images_composites/p_243_3/15585-1-fre-FR/p_243_3_reference.jpg
- ✓ <http://www.dcwguelma.gov.dz/fr/index.php/wilaya-guelma?id=78:situation-geographique&catid=59:guelma>
- ✓ http://www.futura-sciences.com/uploads/RTEmagicC_cecece1700.jpg.jpg
- ✓ http://www.google.dz/#hl=fr&gs_rn=14&gs_ri=psyab&cp=16&gs_id=2&xhr=t&q=chara+life+cycle&es_nrs=true&pf=p&output=search&sclient=psyab&oq=chara_life_cycle&gs_l=&pbx=1&bav=on.2,or.r_qf.&bvm=bv.46751780,d.bGE&fp=c800ef34492d386a&biw=1366&bih=677
- ✓ <http://www.icoflore.com/un-peu-de-lecture/flores/charac%C3%A9es/>
- ✓ http://www.memoireonline.com/02/09/1994/m_traitement-des-eaux-quot-traitement-de-de-leau-de-source-bousfer-ORAN7.html

- ✓ http://www.reserve-pinail.org/IMG/pdf_Initiation_a_l_etude_des_Characees_RNN_Pinail.pdf
- ✓ <https://sites.google.com/a/usmba.ac.ma/zerrac/espace-etudiants-2/classification>.

Résumé

L'objectif de ce travail est de faire l'inventaire des macro-algues d'eaux douces dans deux sites situés dans la région de Guelma. Ce groupe d'espèces, sont globalement, encore, insuffisamment connus et étudiés.

Les résultats obtenus nous renseignent sur la qualité de l'eau des stations étudiées, ils nous indiquent également la nature des paramètres écologiques qui nous aident à déterminer l'habitat de chaque espèce de charophytes identifiée dans les même milieux.

Nos résultats montrent que ces plantes sont d'excellents bioindicateurs de la qualité des milieux étudiés. Cependant, Une connaissance plus approfondie des communautés de Characées permettra d'apporter des éléments utiles pour la préservation de ces végétations d'intérêt patrimonial.

الملخص

الهدف الأساسي من هذه الأطروحة هو التعريف بالطحالب التي تعيش في المياه العذبة في محطتين بنواحي قالمة. هذه المجموعة من الطحالب لا تزال غير معروفة لأن الدراسات التي قدمت لم تكن كافية بعد (لا تزال رهن البحث). التحاليل المخبرية التي أجريت على الماء المأخوذ من المحطتين تخبرنا بطبيعة المقاييس البيئية و التي تساعدنا على معرفة الوسط الملائم الذي تعيش فيه هذه الطحالب. نتائجا المتحصل عليها تخبرنا بأن الطحالب هي الدليل الطبيعي على نقاء المياه لأن هذه الأخيرة لا تعيش إلا في المياه التي لا يوجد بها تلوث.

Summary:

The objective of this work is to make an inventory of macroalgae in two freshwater sites in the region Guelma. This group of species are generally still insufficiently known and studied.

The results tell us about the water quality of the plants studied, they also tell us the nature of the ecological parameters that help us to determine the habitat of each species of charophytes in the same areas identified.

Our results show that these plants are excellent bioindicators of the quality environments studied. However, a deeper understanding of communities Chara will provide useful elements for the preservation of the vegetation of heritage interest.

Remerciements :

En préambule à ce mémoire je remercie « ALLAH » qui m'aide et me donne la patience et le courage durant ces longues années d'études.

Je souhaitais adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire, ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Je tien à remercier sinisèrent Madame : ZOUAIDIA Hanene, qui, en tant que directrice de mémoire, s'est toujours montrée à l'écoute et très disponible tout en long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps, qu'elle a bien voulu me consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury la présidente Madame : BENBELKACEM Sofia et l'examinatrice Madame : LAOUAR Hadia, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mes recherches en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif du Département : d'Ecologie et Génie d'Environnement, pour la richesse et la qualité de leur enseignements et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Enfin Merci à tous et à toutes.



Je dédie cette thèse à ...

A ma très chère mère Fatima

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon cher père Seddik

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes frères ALA et SALEH

Mes chers frères présents dans tous mes moments d'examens par son soutien moral et son belle surprise sucrée.

Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

A tous les membres de la famille MEHIMDAT,

petits et grands Veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection et la famille KAOUENE, mes cousins et mes cousines, mes tantes et mes oncles.

A mon très cher mari TOUFIK :

Quand je t'ai connu, j'ai trouvé l'homme de ma vie, mon âme sœur et la lumière de mon chemin.

Ma vie à tes côtés est remplie de belles surprises.

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

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

A ma mère AFIFI et mon père LEFGOUNE :

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

En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A ma plus belle sœur LEFGOUNE Nadia.

A mes chères amies

HADI Houria, BENKIRATE Nadia, BENSOULEH Wafa, HADAR Nora, KIRATI NORA et à toutes mes collègues de la promo de 2em années mastère phytopathologie et phytopharmacie

Table des matières

INTRODUCTION	01
1. Physiologie et morphologie	02
1.1. Définition	02
1.2. Physiologie et morphologie	02
1.3. Type d'habitat	03
1.4. Biologie	04
1.5. Distribution géographique et dissémination.....	05
1.6. Classification	06
1.6.1. Selon l'habitat	06
1.6.2. Selon les pigments.....	06
1.6.3. Autre classification.....	07
1.7. Reproduction	07
1.7.1. Reproduction asexuée	07
1.7.2. Reproduction sexuée	08
1.8. Les charophytes	08
1.8.1. Description	09
1.8.2. Morphologie et critères	09
A. Appareil végétatif	09
B. Appareil reproducteur	10
1.8.3. Détermination	14
A. Cortication	14
B. Acicule	14
2. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE	18
2.1. Situation	18
2.2. Hydrologie	19
2.3. Climat	23
2.4. Orographie	24
2.5. Géologie	25

2.6. Orogénie	26
2.7. Végétation	26
3. MATERIELS ET METHODES	27
3.1. Le matériel	27
3.1.1. Sur terrain	27
3.1.2. Au laboratoire	27
3.2. Les méthodes	28
3.2.1. Sur terrain	28
A. Les échantillons d'eau	28
B. Echantillons des characées	28
3.2.2. Analyses physico-chimiques de l'eau	29
3.2.2.1. Les paramètres définis	29
A. La turbidité	29
B. pH et conductivité	31
C. Nitrate	32
D. Calcium et Magnésium	33
E. Température	33
4. RESULTATS ET DISCUSSION	36
4.1. Résultats pour les échantillons des plantes	36
4.1.1. Oued Charef	36
4.1.2. Barrage de Ksar Sbihi	37
4.2. Ecologie des algues macrophytes recensées	39
4.2.1. Facteurs biotiques	39
4.3. Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau	43
4.3.1. Le pH	43
4.3.2. La conductivité	43
4.3.3. La température	44
4.3.4. La turbidité	45
4.3.5. Nitrate	45
4.3.6. Calcium et Magnésium	46
4.4. Discussion	47
CONCLUSION	48
Références bibliographiques	49

Liste de figures

Liste de figures

Numéro de figures	Titres	Numéros des pages
01	Schéma qui représente la classification des algues.	07
02	Cycle général de reproduction d'algue.	08
03	Morphologie générales de déferents composants de charophyte.	09
04	Architecture schématique d'une Characée du genre <i>Chara</i> .	10
05	Image réelle des organes reproducteurs de characées.	10
06	cycle de vie des characées.	11
07	Gamétanges et anthéridie de <i>Chara</i> .	11
08	Image représentant les oogones de <i>Chara</i> .	12
09	Oogone de <i>Nitella</i> avant et après fécondation.	13
10	Gamétange monoïque du <i>Chara globularis</i> .	13
11	Gamétange dioïque du <i>Chara fragifera</i> .	14
12	L'appareil reproducteur de characée.	14
13	Cortication absente de <i>Chara braunii</i> .	15
14	Cortication diplostique aulacanthé de <i>Chara major</i> .	16
15	Acicules Mutiques de <i>Chara fragifera</i> .	16
16	Acicules simples de <i>Chara vulgaris</i> .	16
17	Acicules multiples de <i>Chara hispida</i> .	16
18	Stipulodes Inferieurs développés.	17
19	Stipulodes supérieurs développés.	17
20	Stipulodes supérieurs et Inferieurs développés.	17
21	La carte géographique de la région de Guelma.	18
22	Photo représente la source d'Oued Charef.	21
23	Photo représente une vue générale de la station d'étude du barrage de Ksar Sbihi.	22
24	Photo représente le flux du Barrage de Ksar Sbihi.	22
25	Carte représentant la situation géographique d'Oued Charef et le Barrage de Ksar Sbihi.	23

26	Diagramme ombrothermique de la région d'étude.	24
27	Photos représente le matériel utilisé au laboratoire.	28
28	Séchage de <i>Chara globularis</i> sur papier buvard.	28
29	Prélèvement des échantillons des Characées.	29
30	Turbidimètre de type SKALAR utilisé.	30
31	Appareil de type SP10 utilisé pour la détermination du pH et la conductivité.	31
32	Auto-analyseur SKALAR.	34
33	Image représente la mesure de la température de l'eau à partir d'un thermomètre.	35
34	Photo de <i>Nitella translucens</i> dans le site.	36
35	Image représentant <i>Nitella translucens</i> .	37
36	Aspect morphologique général de <i>Chara vulgaris</i> .	37
37	Photo montrant l'aspect morphologique général de <i>Chara sp.</i>	39
38	Taux de pH mesuré dans les deux stations d'études.	43
39	Conductivité en ($\mu\text{s}/\text{cm}$) dans les deux stations.	44
40	Représentation graphiques de la température des deux stations.	44
41	Représentation graphiques de la turbidité brute des deux stations.	45
42	Taux de nitrate dans les des deux stations.	46
43	Teneur en calcium et magnésium dans les deux stations d'étude.	46

Liste des tableaux

Numéro de tableau	titre	Numéro de page
01	Classification des algues selon le type d'habitat.	06
02	Classification des algues selon les pigments.	06
03	Données climatiques d'Oued Charef et le barrage de Ksars Sbihi.	24
04	Les réactifs des solutions utilisées	33
05	Liste des espèces végétales caractérisant les deux milieux	39

INTRODUCTION

Les algues croissent dans les habitats aqueux ou humides : plans d'eau douce ou salée, sources chaudes, glace, air et à la surface ou à l'intérieur d'autres organismes et substrats. On les trouve également dans des communautés vivant avec de nombreuses autres espèces telles que les zooplanctons. Ces communautés peuvent renseigner beaucoup sur la santé de l'écosystème.

Les algues sont d'importants indicateurs de la santé et de l'intégrité de l'écosystème parce qu'elles constituent la base de la plupart des chaînes alimentaires des milieux aquatiques. Quasiment tous les animaux aquatiques dépendent de ces producteurs primaires.

Le premier objectif de ce travail serait d'inventorier les espèces d'algues macrophytes particulièrement celle de la famille des charophytes présentes dans certains plans d'eau de la région de Guelma. Ce groupe d'espèces, sont globalement, encore, insuffisamment connus et étudiés.

Un deuxième objectif sera dédié à la détermination de la qualité physico-chimique de leur milieu de vie dans le but d'avoir une meilleure connaissance de leur écologie et de leur habitat d'une part, et donc de déterminer par cela, d'autre part, leur caractéristique de bio-indication de la qualité des milieux. Vu que certaines espèces présentent une réponse différenciée aux facteurs écologiques et que de nombreux auteurs ont proposé leur utilisation comme indicateurs de la qualité de l'eau.

Pour la réalisation de cet humble travail, la présentation de ce mémoire s'inscrit comme suit :

- Un premier chapitre portant des généralités sur les différents groupes d'algues particulièrement celles qui appartiennent à la famille des charophytes.
- Un deuxième chapitre dans lequel y aura une présentation de la région d'étude ainsi que la situation géographique des stations d'étude.
- Dans un troisième chapitre nous présentant le matériel utilisé et les méthodes suivies pour la réalisation de notre travail sur le terrain et au laboratoire.
- Dans le quatrième chapitre, nous présentons les résultats obtenus et leur interprétation dans une petite discussion.
- Enfin, nous terminerons par une conclusion.

Chapitre 01 : Généralités sur les Charophytes.

1. GENERALITES SUR LES MACROALGUES :

1.1. Définition :

Les algues sont des organismes vivants photosynthétiques (possèdent la chlorophylle a), leur cycle de vie se déroule généralement en milieu aquatique. Cependant, certaines algues ne sont pas photosynthétiques, elles auraient perdu secondairement leur capacité à faire la photosynthèse. D'autres algues passent par un stade non photosynthétique au cours de leur cycle de vie.

Leur appareil végétatif est un thalle, structure sans tige, ni feuille, ni racine. Leurs organes de reproduction sont des cystes : sporocystes et gamétocystes qui sont des structures cellulaires renfermant respectivement les spores et les gamètes. Les algues incluent les «macro algues » benthiques marines ou d'eau douce et les « micro algues » (micro organismes très divers) marins ou d'eau douce, planctoniques ou benthiques.

Les algues sont des organismes auto trophiques, c'est-à-dire capables de synthétiser directement les matières organiques qui les composent à partir d'éléments minéraux et de l'énergie solaire. Cette synthèse est rendue possible par différents pigments dont les chlorophylles : a, b, c ou e et divers autres dont les phycocyanines. Elles sont une partie du producteur primaire constituant le premier niveau trophique des écosystèmes.

Elles représentent élément fondamental des milieux aquatiques et en particulier la ressource trophique des organismes phytophages, comme par exemple les herbivores racleurs de substrats.

On recense actuellement environ 11000 genres d'algues d'eaux douces réparties en 13500 espèces sous tous les climats. Elles sont présentes aussi bien en milieu lotique (fleuves, rivières, torrents, canaux...) que lentique (étrange, lacs, réservoirs...). Outre la pleine eau pour certaines espèces, qui sont alors qualifiées de phytoplanctons, elles peuvent aussi se développer sur différents substrats, le terme « algues benthiques » est alors utilisé. Dans ce cas, dès lors que ces algues deviennent repérables à l'œil nu et au moins partiellement identifiables, elles sont considérées comme des macro-algues (Bourrelly, 1981, 1990 a-b).

1.2. Physiologie et morphologie :

La plupart des algues macroscopiques ainsi que les cyanobactéries puisent leurs éléments nutritifs essentiellement dans l'eau. Les characées, algues à structure évoluée, sont formées d'une tige principale portant des verticilles réguliers, avec des rhizoïdes très fins qui constituent la partie souterraines et d'une partie épigées constituée de très longues cellules (Hébrard, 1974).

1.3. Type d'habitat :

Les algues sont des organismes très ubiquistes. Elles se rencontrent dans des milieux très diversifiés et participent à la dynamique spatiale et temporelle de ces milieux. Elles peuvent même dominer les peuplements de certains secteurs de cours d'eau (pH) ou de plans d'eau.

Elles colonisent des substrats très divers, souvent grossiers comme les blocs et galets, mais qui peuvent être aussi des vases comme pour certaines cyanobactéries. Ces algues benthiques, fermement fixées au substrat, sont communément désignées sous terme de périphyton, terme anglo-saxon désignant « l'ensemble des espèces qui poussent autour d'un substrat » ou de phytobenthos. En référence au substrat colonisé par les algues, on peut distinguer cinq sous groupes :

L'épiphyte, représenté par la phytocénose algale qui se développe sur des plantes aquatiques ou d'autres algues, l'épilithon, fixé sur des substrats durs ; l'épipsammon, fixé sur des grains de sable, l'épipélon, fixé sur de la vase ; ou l'épizoon, fixé sur des animaux.

Les algues benthiques sont sensibles au courant, qui peut influencer la forme de leurs colonies et peut les entraîner lorsqu'il augmente brusquement ou lors des divisions cellulaires, constituant le drift (Cazaubon, 1988). De grandes quantités peuvent ainsi se décrocher brutalement et créer des problèmes de colmatage de prise d'eau (Pierre, 1972).

Parmi les algues filamenteuses capables d'engendrer des proliférations (Peltre et al., 2002), les cladophores (*cladophora* sp., chlorophycée) dominent souvent les communautés algales benthiques d'eau douce, dans des milieux de qualité variable, et plus particulièrement en cours d'eau calcaire ou marno-calcaire. Leur habitat préférentiel, où elles peuvent être abondantes, consiste en radiers de faible profondeurs, bien éclairés, à granulométrie grossière et a courant modéré régulier ou éventuellement rapide, et où la température de l'eau peut croître rapidement.

Les vauchéries (*vaucheria* sp., xanthophycées) se rencontrent dans tous les types de cours d'eau, et notamment en cours d'eau calcaire ou marno-calcaire, ou elles sont fréquemment associées aux cladophores, dont elles semblent se rapprocher au point de vue des caractéristiques écologiques. Elles sont fréquentes en aval des piscicultures (Daniel et Haury, 1995).

D'autres espèces de vauchéries sont observées dans les eaux de bonne qualité alimentées par une résurgence (Rodriguez et Vergon, 1996).

Les *spirogyra* sp., (chlorophycées) se maintiennent généralement sans fixation dans la tranche d'eau. Elles se développent au printemps, généralement dans fossés, étangs et rivières aux eaux douces claires et calmes.

Les développements d'*hydrodictyon reticulatum* (chlorophycée) se produisent en faciès lentisque, en plan d'eau (lacs, étangs), dans les fossés et marais peut profonds. Leurs réticules de cellules peuvent créer un maillage dense dans la masse d'eau à la surface (pH) (Lambert, 2002 ; Lambert et *al.*, 2002 a-b).

1.4. Biologie :

La vie des algues macrophytiques est généralement brève et leur taux de croissance rapide (d'une à deux semaines, à deux à trois mois), cependant quelques algues encroûtantes comme la rhodophyte, *Hildenbrandia rivularis*, peuvent avoir une vie plus longue de l'ordre d'une année (Cazaubon et Loukidi, 1985).

Les successions d'espèces sont naturellement liées aux changements saisonniers. Entrent également en jeu des phénomènes de compétition qui peuvent être compliqués par les impacts des modifications anthropiques des milieux.

Les characées ont des périodes de développements variables : certains sont vernaies (végétations précoces), d'autres sont plutôt estivales, enfin certaines espèces plus tardives, appartenant au *Nitellion syncarpo-tenuissimae*, sont automnales.

Les characées peuvent être monoïques ou dioïques. L'appareil reproducteur des characées est visible à l'œil nu, il est nécessaire de pouvoir l'observer et donc de récolter des characées fructifiés pour réaliser une détermination spécifique précise.

Les characées constituent des végétations denses ou ouvertes (quelques cm² à 25 m² ou plus, de quelques cm à parfois 80 cm de haut), le plus souvent mono spécifiques. Des peuplements pionniers peuvent apparaître dans des eaux mésotrophes peu profondes et ne se maintenir que quelques années. Lorsqu'elles existent, les végétations poly spécifiques restent toutefois peu diversifiées et ne comprennent, dans les milieux alcalins les plus favorables, que cinq ou six espèces. Les végétations de characées peuvent aussi être associées à des hydrophytes des genres *Potamogeton*, *Utricularia*, *Myriophyllum*, *Zannichellia*... . Plusieurs strates végétales appartenant à différents types d'habitats peuvent alors coexister.

Les charophycées peuvent aussi persister autant que compagnes au sein d'association variées des bordures des milieux aquatiques et sont alors les reliques d'une végétation charophycées initialement exclusive (Lambert Servien, 1995).

Elles constituent dans certains cas les strates les plus profondes de la végétation macrophytique, formant parfois de vastes tapis ou prairies submergées de superficies très variables : dans certains lacs profonds aux eaux transparentes, elles peuvent s'implanter jusqu'à plus de 15 m de profondeur.

Les biomasses de characées sont évidemment très variables selon la densité de leurs herbiers. Les biomasses maximales sont de l'ordre de 500g de matières sèches par m² mais présentent des variations interannuelles quelque fois importantes (Van Den Berg, 1999).

Plusieurs genres d'algues filamenteuses sont capables de développer des proliférations importantes (Peltre et al., 2002, Rodriguez et Vergon, 1996), surtout en milieu calcaire ou marno-calcaire à niveau trophique élevé. Les références existant au niveau français sur les estimations quantitatives sont peu fréquentes (Rodriguez et Vergon, 1996).

1.5. Distribution géographique et dissémination :

La distribution géographique des algues d'eau douce, exception faite des algues aériennes qui paraissent plus spécialement localisées aux régions tropicales humides, constitue, sauf quelques variantes dues aux climats, des formations végétales entièrement semblables dans toutes les zones du globe. Ce pouvoir de dispersion dépend beaucoup plus de leur grande faculté d'adaptation aux conditions physico-chimiques variées du milieu (ubiquisme), que de l'influence du milieu géographiques.

Ce cosmopolitisme des algues est également le résultat de leur facile transport par les principaux agents disséminateurs, l'eau, comme élément essentiel à leur existence et le plus important de tous : les montagnes aux plaines les algues sont emportées par les ruisseaux jusqu'aux rivières et aux fleuves, peuplant dans ces trajets les étangs et les lacs. Les oiseaux aquatiques, en particulier les migrateurs, sont également les meilleurs auxiliaires après l'eau ; ils favorisent leur dispersion au loin en emportant la vase qui recèle leurs germes. En fin, le vent lui-même est un agent de transport des hypno spores (organe de conservation de ces végétaux) doués d'un certain pouvoir de résistance à la dessiccation (Vivier, P Manguin, E., 1943).

1.6. Classification des algues :**1.6.1. Selon l'habitat :****Tab. 01 : Classification des algues selon le type d'habitat**

Embranchement	Nom commun	Habitat	Pigments	Réserves	Reproduction
<i>Rhodophycophytes</i> (multicellulaires)	Algues rouges	Eau salée	Chlorophylles a, phytycobiline, carotène, phycoérythrine, xanthophylle	Rhodamylon, lipides	Sexuée et asexuée
<i>Pyrrophytophytes</i> (unicellulaires)	Dinoflagellés	Eau douce et salée	Chlorophylle a et c, carotène, xanthophylle	Amylon, lipides	Asexuée Sexuée rare
<i>Euglenophycophyte</i> (unicellulaires)	Euglènes	Eau douce	Chlorophylle a et b, carotène, xanthophylle	Lipides, paramylon	Asexuée par bipartition
<i>Chrysophycophytes</i> (principalement unicellulaires)	Algues dorées (diatomées)	Eau douce et salée	Chlorophylle a et c, caroténoïde, xanthophylle	Lipides, leucosine, chrysolaminarine	Sexuée et asexuée
<i>Chlorophycophytes</i> (unicellulaires et multicellulaires)	Algues vertes	Eau douce et environnement humide	Chlorophylle a et b, carotène, xanthophylle	Amidon, lipides	Sexuée et asexuée
<i>Phéophycophytes</i> (multicellulaires)	Algues brunes	Eau salée	Chlorophylle a et c, caroténoïde, xanthophylle	Lipides, laminarine	Sexuée et asexuée

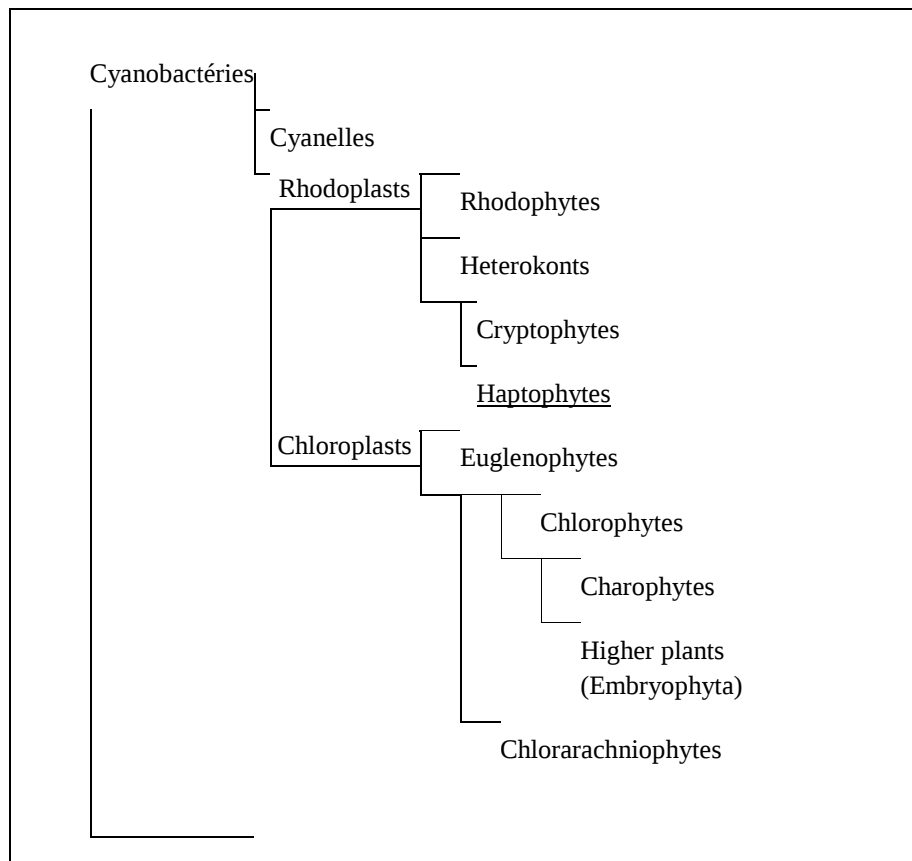
1.6.2. Selon les pigments :

Comme les algues sont des végétaux chlorophylliens, on peut faire leurs classifications selon les pigments : la différence de pigmentation s'explique par la différence de pénétration de la lumière dans l'eau en s'enfonçant. Les cinq classes des algues sont :

Tab. 02 : Classification des algues selon les pigments

chrysophycées (algues jaunes dorées)	xanthophycées (algues jaunes)	Chlorophycées (algues vertes)	Phéophycées (algues brunes)	Rhodophycées (algues rouges)
---	----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

1.6.3. Autre classification :



<https://sites.google.com/a/usmba.ac.ma/zerrac/espace-etudiants-2/classification>

Fig. 01 : schéma qui représente la classification des algues.

1.7. Reproduction des algues :

Les algues ont deux cycles de reproduction sexuée et asexuée alternés.

1.7.1. Reproduction asexuée :

Faite par mitose (bipartition) : pour les unicellulaires, et par bourgeonnement ou fragmentation pour les autres.

Végétative : un fragment d'algue permet d'obtenir un nouveau individu (par la multiplication).

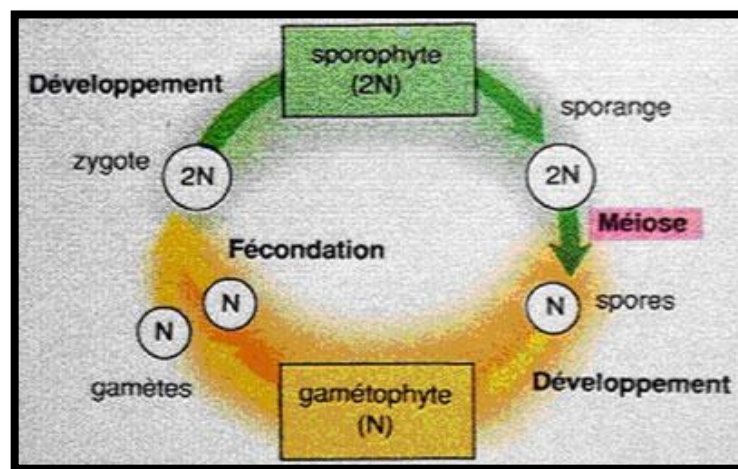
Par sporulation : certaines cellules du thalle se spécialisent en sporocystes. Celle-ci sont libérées dans le milieu, germent directement ou lorsque les conditions sont défavorables, génèrent des formes de résistance par enkystement (paroi épaisse et imperméables) appelées akinètes. Ces formes de résistance germent lorsque le milieu redevient favorable.

1.7.2. Reproduction sexuée :

Plus aléatoire et moins utilisée. L'individu naît cette fois de la fusion de deux cellules reproductrices mâle et femelle appelées gamètes, qui devront s'unir pour former un œuf formant un nouvel individu.

Il existe cependant toujours un vrai cycle de reproduction qui se compose de deux parties distinctes (fig. 02) :

- On commence avec la germination de la spore (n) qui produit un gamétophyte (n) qui fabrique les cellules mâle et femelle (n).
- Les dernières, après fécondation donne un zygote (2n), et ce zygote donne un sporophyte (2n), qui va lui produire les spores (n) après méiose.



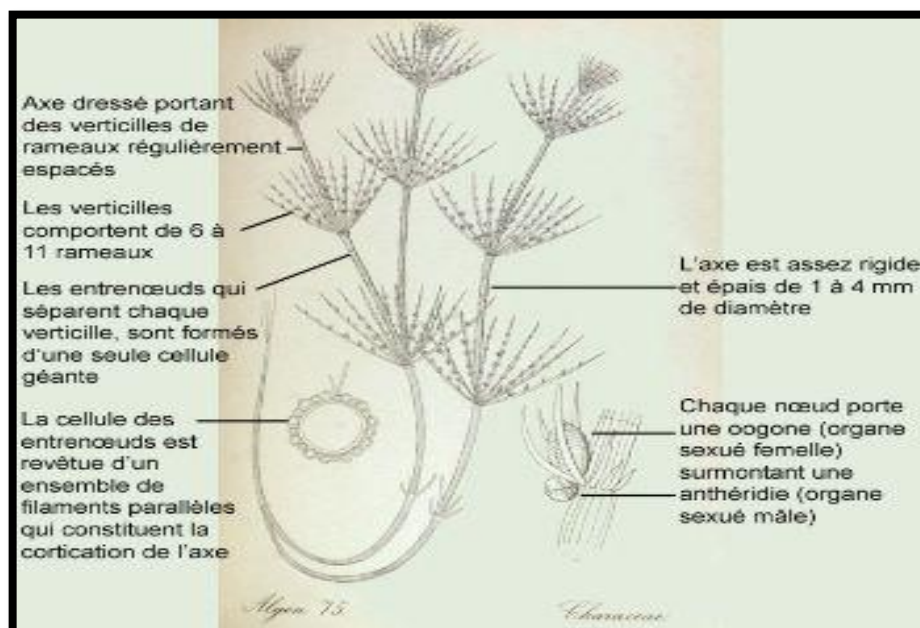
http://www.futurasciences.com/uploads/RTEmagicC_cecece1700.jpg.jpg

Fig. 02 : Cycle général de reproduction d'algue.

1.8. Les Charophytes :

1.8.1. Description :

Les characées sont des plantes multicellulaires et branchues, caractérisées par des cellules géantes (macroscopiques : d'une longueur de 1 à 2cm pour chaque cellule de la tige principale) (fig 03). Chacune de ces cellules est constituée d'une grande vacuole centrale, d'un endoplasme et du cytoplasme qui contient un ou plusieurs noyaux (x) et qui est animé d'un constant mouvement, dit de « cyclose ».



http://doris.ffessm.fr/gestionenligne/photos_fiche_moy/chara_major-legendee.jpg

Fig. 03 : Morphologie générales de différents composants de charophyte.

Les thalles peuvent atteindre 120 cm de long. Elles n'ont pas de racines, mais se fixent dans le substrat (sable, sédiment vaseux, gravier...) par des rhizoïdes.

Après un certain temps, leur cuticule se rigidifie fortement en accumulant les carbonates de calcium. Elles prennent alors une texture dure et « griffante » au toucher (comme quand on manipule des prèles).

Certaines espèces émettent une odeur fétide quand on les crases.

Leur tige est en fait une tige centrale creuse composée de nœuds, chaque entre nœud étant une cellule géante multi nucléée. La tige porte à chaque nœud une cellule géante multi nucléée (Mc Court *et al.*, 2004).

1.8.2. Morphologie et critères :

A. Appareil végétatif :

L'ensemble de l'appareil végétatif d'une plante adulte de charophyte est formé de :

- Un axe principal à croissance indéfinie, constitué d'une série de segments cellulaires (nœud et entre nœud alternés régulièrement) (fig. 04).
- De pleuridies (phylloïdes et filaments corticants) produites par les nœuds de l'axe principal et de structure semblable à celle de l'axe mais à croissance définie (Corillion, 1975).

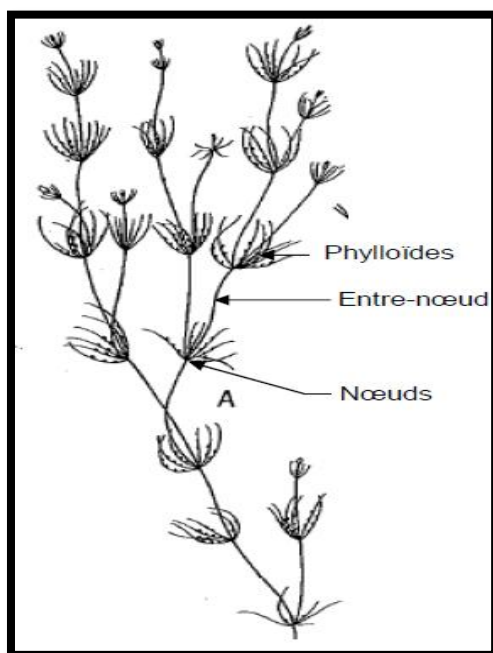


Fig. 04 : Architecture schématique d'une Characée du genre *Chara*.
(source : Corillion, 1975).

B. Appareil reproducteur :

Pour assurer leur reproduction sexuée, les characées différencient sur leur phylloïdes des gamétanges mâles sphériques (anthéridies) et des gamétanges femelle ovoïdes (oogones), portés par un même individu (espèce monoïque) ou par deux individus séparés (espèce dioïque), ces gamétanges sont visibles à l'œil nu à maturité. Dans le genre *Chara*, les gamétanges se forment sur les nœuds inférieurs des phallos, en position adaxiale. Chez les espèces monoïques, l'oogone est située au dessus de l'anthéridie (fig. 05). Dans le genre *Nitella*, les anthéridies sont situées sur les entre nœuds supérieurs et terminaux des phylloïdes et les oogones sont latéraux.

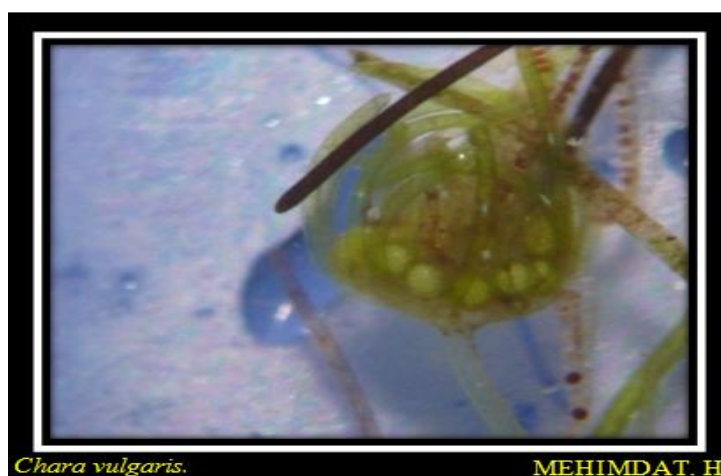
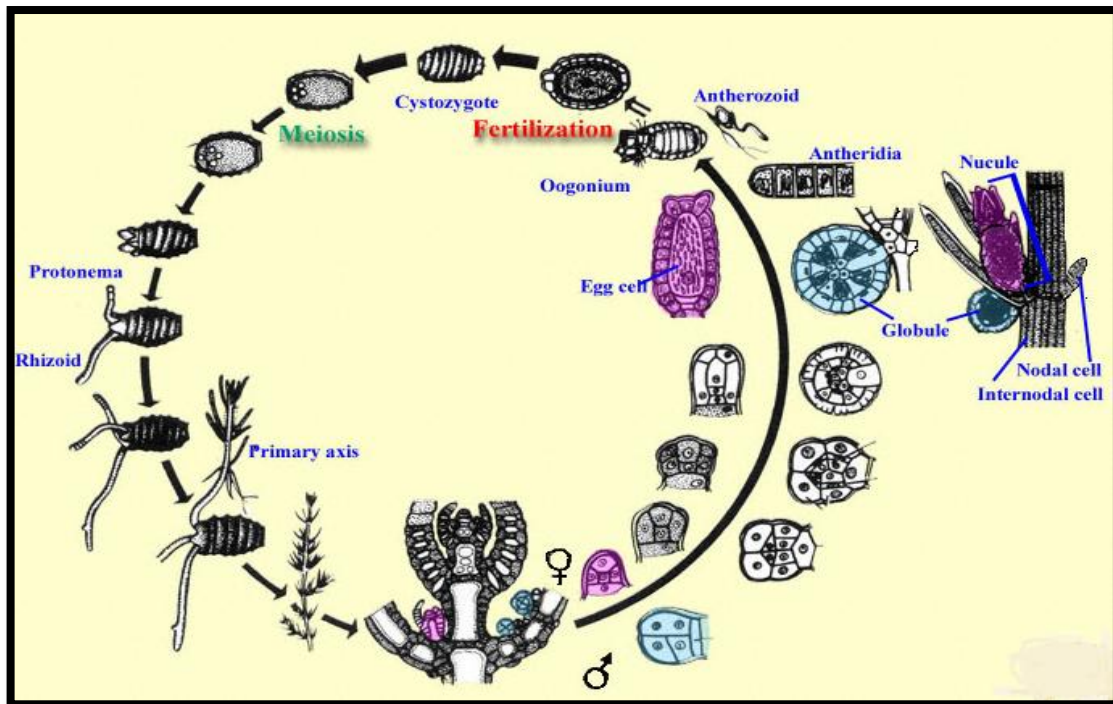


Fig. 05 : Image réelle des organes reproducteurs de characées.
(Le : 24/04/20132).

La reproduction sexuée est assurée par le biais des gamétanges. Ces algues ont un cycle de vie haplophasique.

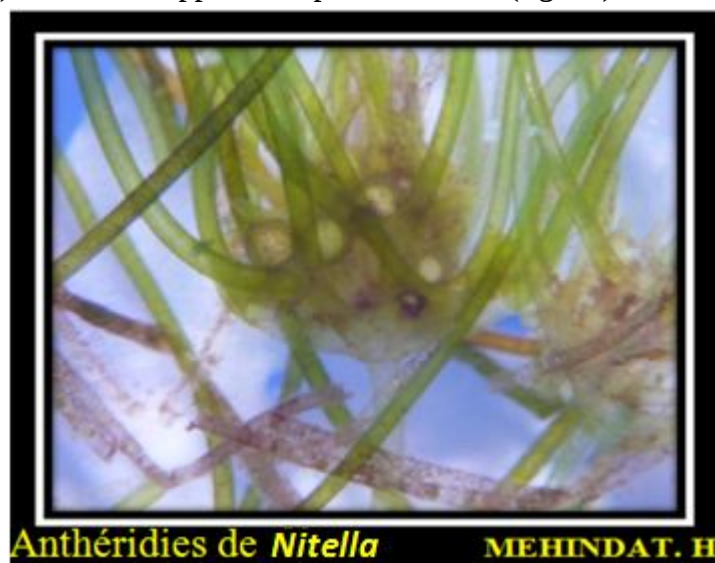


http://www.google.dz/#hl=fr&gs_rn=14&gs_ri=psyab&cp=16&gs_id=2&xhr=t&q

Fig. 06 : cycle de vie des characées.

Le seul moment où elles sont au stade $2n$ chromosomes est l'espace de temps où l'oogone est fécondée avant la méiose de germination. Les appareils végétatifs trouvés sur le terrain ne disposent donc que d'une copie de chromosomes (fig. 06).

- **L'anthéridie** : organes reproducteurs mâles contiennent les spermatocystes (tubes munis de loges) où se développent les spermatozoïdes (fig. 07).



Anthéridies de *Nitella* MEHINDAT. H

Fig. 07 : Gamétanges et anthéridie de *Nitella*.
(Le : 24/04/2013).

- **L'oogone** : organe reproducteur femelle, il est formé d'une grande oosphère (cellule sexuelle) accompagnée d'une ou de plusieurs cellules sœurs. L'oosphère est recouverte de cellules spiralées qui forment le cortex de l'oospore et se finissent au sommet par une coronule. Une fois fécondé, l'oogone donne une oospore (fig. 08).

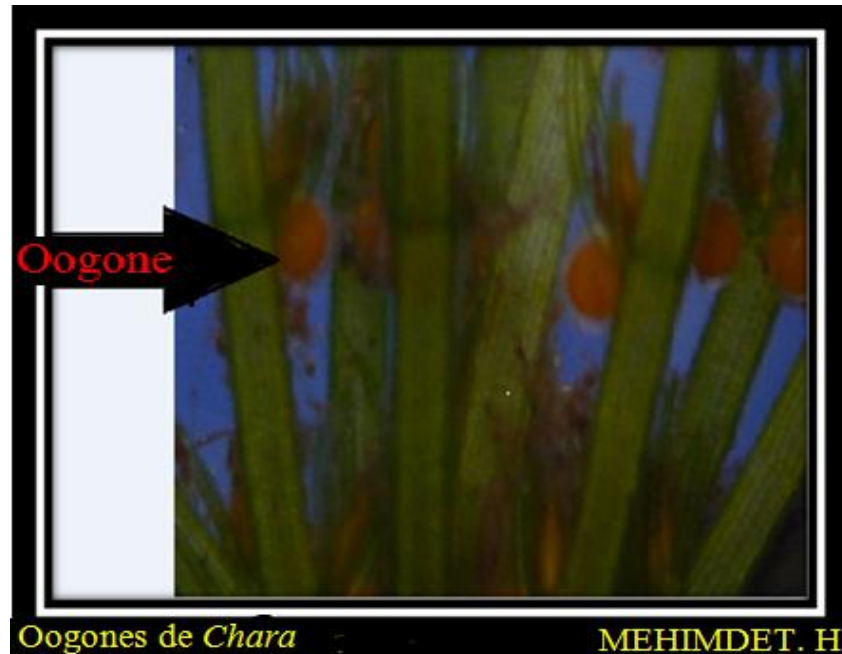


Fig. 08 : Image représentant les oogones de *Chara*.

(Le : 24/04/2013).

- **L'oospore** : (zygote) c'est la cellule œuf issue de la intense en perdant la partie externe de son cortex (partie externe des cellules spiralées).
Le pouvoir de germination des oospores semble pouvoir se conserver pendant plusieurs décennies (fig. 09).

Oogone et oospore de *Nitella*

MEHIMDAT. H.

Fig. 09 : Oogone de *Nitella* avant et après fécondation (Sellier Y., 2011).

Les characées peuvent être monoïques (fig. 10), présentant des anthéridies et les oogones sur le même pied, ou dioïques présentant des pieds mâles et des pieds femelles (fig. 11).



http://plantes-rizieres.camargue.cirad.fr/var/riz_

Fig. 10 : Gamétange monoïque de *Chara globularis*.

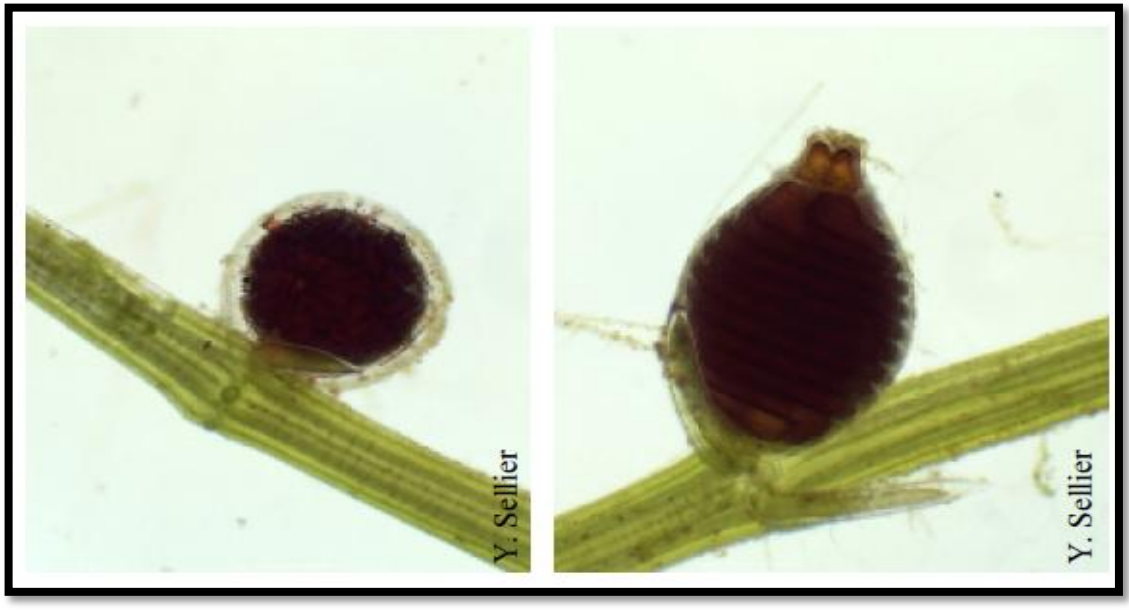
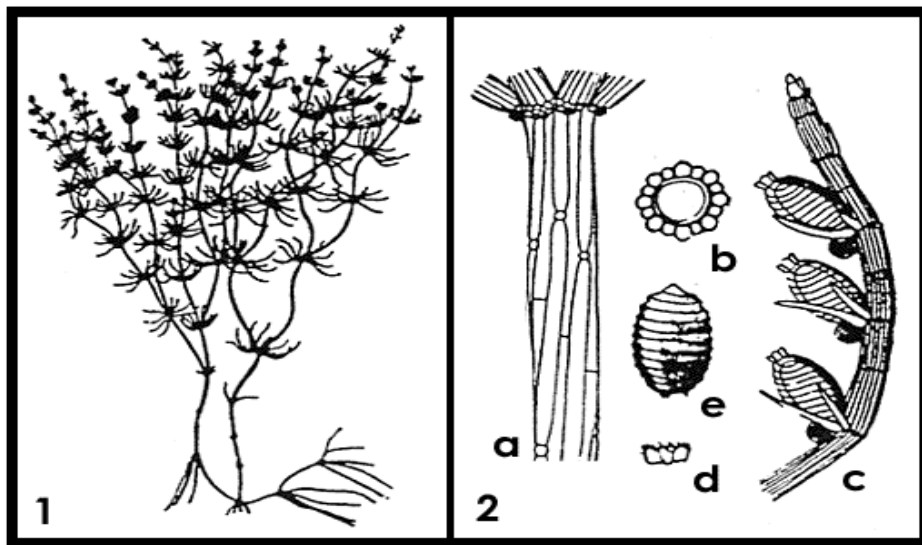


Fig. 11 : Gamétange dioïque du *Chara fragifera*. (Sellier Y 2011).

Certaines espèces de characées peuvent également assurer leur reproduction végétative par la différenciation de bulbilles nodaux. (fig. 12) (Krause, 1997).



<http://www.biodeug.com/cours/thallo/106.jpg>

Fig. 12 : L'appareil reproducteur de characée.

1- Aspect général d'un charophyte actuel

2 - Schéma de l'appareil végétatif de *Chara contraria*

a : rameau végétatif incrusté de carbonate de calcium

b : section des rameaux

c : rameau avec organes reproducteurs

d : coronule

e : oospore

1.8.3. Détermination :

Pour les characées, on utilise un vocabulaire différent de celui utilisé pour les plantes supérieures. Les éléments importants pour la détermination des espèces ainsi que l'explication des termes techniques seront appelés ci après (comme pour de nombreux éléments). (Bailly et al., 2010).

Le premier caractère utilisé pour la détermination des genres est essentiellement lié à la cortication (présence/absence, type). Cet élément est primordial pour aborder le groupe des characées dans son ensemble et réaliser des déterminations.

A. Cortication :

Elle recouvre l'axe principal et une partie ou l'ensemble des rameaux verticillés ou phalloïdes. La détermination se fait principalement à partir de la cortication de l'axe principal et l'on distingue les espèces acortiquées ou les espèces cortiquées.

A.1. Acortiquée : c'est-à-dire sans filaments recouvrant l'axe principal situés entre les nœuds ou phylloïdes. C'est notamment le cas pour tous les genres hormis celui les genres *Chara* et pour l'espèce *Chara braunii* (fig. 13).



Fig. 13 : Cortication absente de *Chara braunii*. (Sellier Y 2011).

A.2. Cortiquée : lorsque la cortication existe, la détermination est basée sur celle de l'axe principal (fig. 14).

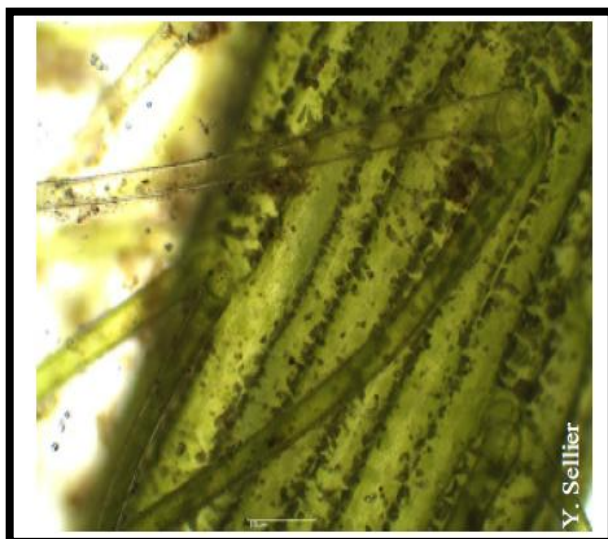


Fig. 14 : Cortication diplostique aulacanthé de *Chara major*.
(Sellier Y 2011).

B. Les acicules :

Les acicules ne sont pas présentes que chez le genre *Chara*. Elles sont de trois formes principales : mutiques (fig. 15) ou rudimentaires (très peu développées) (fig. 16), simple (une seule cellule plus ou moins longue) (fig. 17) ou multiples (composées de plusieurs cellules plus ou moins longues).

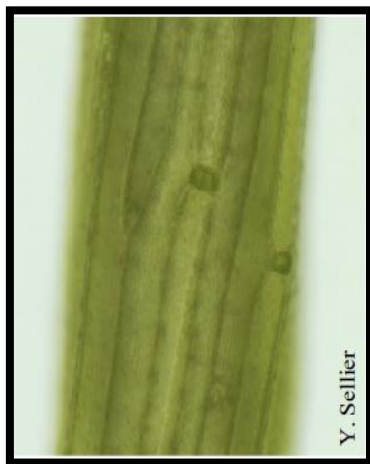


Fig. 15 : Acicules Mutiques de *Chara fragifera*.



Fig. 16 : Acicules simples de *Chara vulgaris*.
(Sellier Y 2011).



Fig. 17 : Acicules multiples de *Chara hispeda*.

C. Les stipulodes :

Les stipulodes sont situés aux nœuds de l'axe principal. Ils sont géminés, développés sur un ou sur deux rangs. Ils peuvent être de plus ou moins grandes longueurs (fig. 18, 19, 20).



**Fig. 18 : Stipulodes
Inferieurs développés.**



**Fig. 19 : Stipulodes
supérieurs développés.**



**Fig. 20 : Stipulodes
supérieurs et Inferieurs
développés.**

(Sellier Y 2011).

Chapitre 02 : Présentation de région d'étude.

2. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE :

2.1. Situation :

La région de Guelma s'étend, sensiblement, du 39° au 40° de l'altitude Nord et du 5° au 6° de longitude Est.

La Wilaya de Guelma constitue un axe stratégique de part sa situation géographique. Elle est limitrophe des Wilayas telles que :

- ✓ La Wilaya d'Annaba, au Nord
- ✓ La Wilaya de Skikda, au Nord-ouest
- ✓ La Wilaya de Constantine, à l'Ouest
- ✓ La Wilaya doum-El-Bouaghi, au Sud: Porte des hauts plateaux, est à 120 Km.
- ✓ La Wilaya de Souk-Ahras, à l'est : Région frontalière à la Tunisie, est à 70 Km et la daïra de Sedrata qui contient une grande source d'eau : Oued charef et le barrage de Ksars Sbihi
- ✓ La Wilaya d'El Taraf, au Nord-est: Wilaya agricole et touristique port de pêche, frontalière à la Tunisie (Fig. 21).

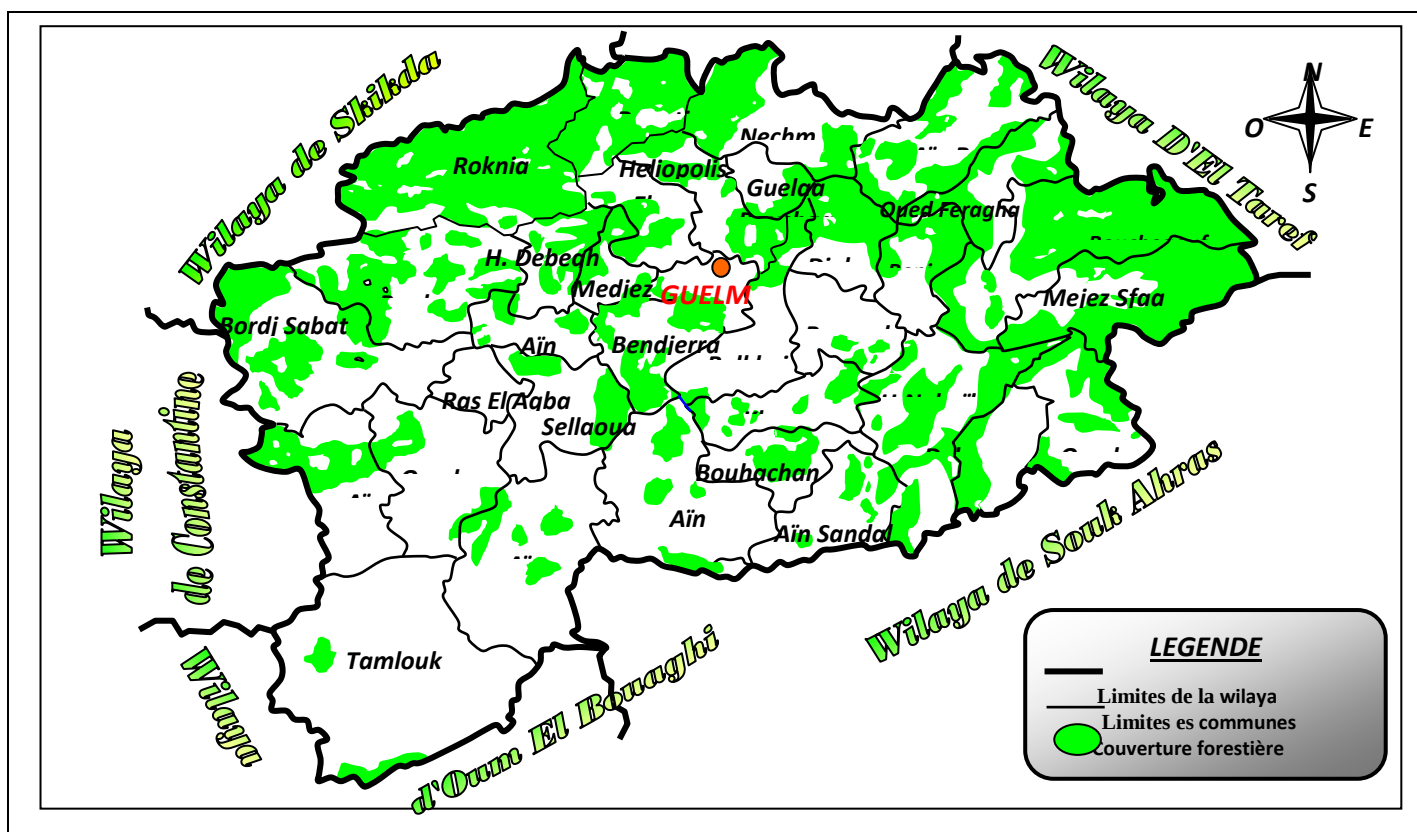


Fig. 21: La carte géographique de la région de Guelma (ZOUAIDIA, 2006).

2.2. Hydrogéologie :

La principale particularité des cours d'eaux de cette région consiste dans l'irrégularité de leur débit, caractère commun de la plupart des Oueds algériens. Le seul cour d'eau importants est l'Oued Seybouse, formé peu avant son entrée dans la commune de Guelma, de l'Oued Charf et de l'Oued Bou Hamdan. Il franchit alors en défilé assez étroit et pénètre dans le vaste bassin de Guelma qu'il traverse de toute sa longueur en direction nettement Ouest-est.

Durant ce parcours, le lit de la Seybouse forme de nombreux méandres, et cette rivière se trouve alimentée par un important réseau hydrographique compris entre la chaîne atlasique du Tell au Sud et le prolongement de la chaîne numidique du Taya-Debbar au Nord, 1100 mètres d'altitude. Sur la rive droite, la Seybouse reçoit l'Oued Skhoun, qui passe au pied de la ville de Guelma, l'Oued Maiz qui forme limite entre cette commune et celle de l'Oued Harrid et de Millesimo, puis en aval l'Oued Zimba et l'Oued Bou Sorra descendant du versant oriental du massif de la Mahouna. Nous citerons sur la rive gauche, à titre d'indication seulement, puisque la Seybouse forme la limite Nord de la commune de Guelma.

✓ Zone des plaines de Guelma et Bouchegouf :

Les nappes captives du champ de Guelma s'étendent sur près de **40 Km** le long de la vallée de la Seybouse et sont alimentées par les infiltrations et les ruissellements qui déversent dans l'Oued Seybouse. Elles constituent les plus importantes nappes de la wilaya.

Au niveau de la nappe de Bouchegouf, les alluvions paraissent moins perméables que ceux de la plaine de Guelma. Elle peut contenir une nappe alluviale moins importante.

✓ Zones des Djebels au Nord et Nord-Ouest :

Elle s'étend sur toute la partie Nord de la région du territoire de la wilaya. Elle regroupe toute la partie de l'Oued Zénati et la partie Nord de la région de Guelma. En dehors de la plaine, une grande partie de cette région est constituée d'argiles rouges numidiennes sur lesquelles reposent des grès peu perméables. Cette zone connaît une faible perméabilité en dépit d'une pluviométrie relativement importante.

Cependant, sur les calcaires crétacés inférieurs des Djebels Débagh et Taya, l'infiltration est probablement importante dans l'ensemble et malgré une importante pluviométrie, notamment dans sa partie Nord, la région a des potentialités en eaux souterraines assez faibles.

✓ La zone des plaines et des collines de Tamlouka :

Il est à remarquer pour cette région que les structures synclinales du crétacé supérieur peuvent contenir des nappes actives par des infiltrations sur les calcaires qui n'ont pas une bonne perméabilité quand ils sont profonds. Des nappes phréatiques s'établissent dans

les formations quaternaires reposant sur des argiles miocènes. Elles sont drainées par les différents affluents de l'oued Charef, mais une partie de leurs eaux s'évapore dans les régions marécageuses.

✓ **La zone des Djebels surplombant les oueds Sédrata et Hélia :**

Cette région s'étend sur les parties Nord de la région de Tamlouka et Sud de la région de Guelma et Bouchegouf. Sa partie Sud est certainement la mieux fournie en eau. Elle se caractérise par la présence des hautes dalles calcaires du crétacé supérieur qui sont perchées sur des marnes. Des sources assez importantes jalonnent à leur contact. Sur l'autre partie de la zone (la plus étendue), les dalles calcaires sont plus redressées et fractionnées et des sources parfois relativement importante jaillissent des calcaires en contact des marnes.

➤ **Principaux Oueds :**

Les principaux Oueds dans la région de la wilaya sont :

- **Oued Seybouse :** il prend sa source à Medjez Amar (point de rencontre entre oued Charef et oued Bouhamdane). Il traverse la plaine de Guelma-Bouchegouf sur plus de **45 Km** du Sud au Nord. Son apport total est estimé à **408 millions m³/an**.
- **Oued Bouhamdane :** il prend sa source dans la commune de Bouhamdane à l'Ouest de la wilaya. Son apport est de **96 millions m³/an**.
- **Oued Mellah :** provenant du Sud-Est, ce court d'eau enregistre un apport total de **151 millions m³/an**.
- **Oued Charef :** Prend sa source au Sud de la wilaya et son apport est estimé à **107 millions m³/an**.



Fig. 22 : Photo représentant la source de l'Oued Charef.

Les coordonnées géographiques de ce dernier sont 31° 55' 0" Nord et 1° 31' 0" Est en DMS (Degrés, Minutes, Secondes) ou 31,9167 et -1,51667 (en degrés décimaux). La position UTM est XA42 et la Référence Joint Opération Graphiques est NH 30-03 (Zouaidia, 2006).

La station de l'Oued est représentée une vallée ou un ravin, délimité par les banques relativement fortes, qui dans la saison des pluies devient une cour d'eau (Fig. 22).

- **Le barrage de Ksar Sbihi :**

Le barrage mis en service en 1995, n'est pas exploité depuis. Leur capacité est de 157 millions de mètres cubes, sa digue s'élève sur 60 m avec une vanne d'exhaure (de dévasement) de 100 l/seconde, un évacuateur de crue d'un débit laminé de 2 200 m³/seconde (fig. 23).



Fig. 23 : Photo représentant une vue générale de la station d'étude du Barrage de Ksar Sbihi.

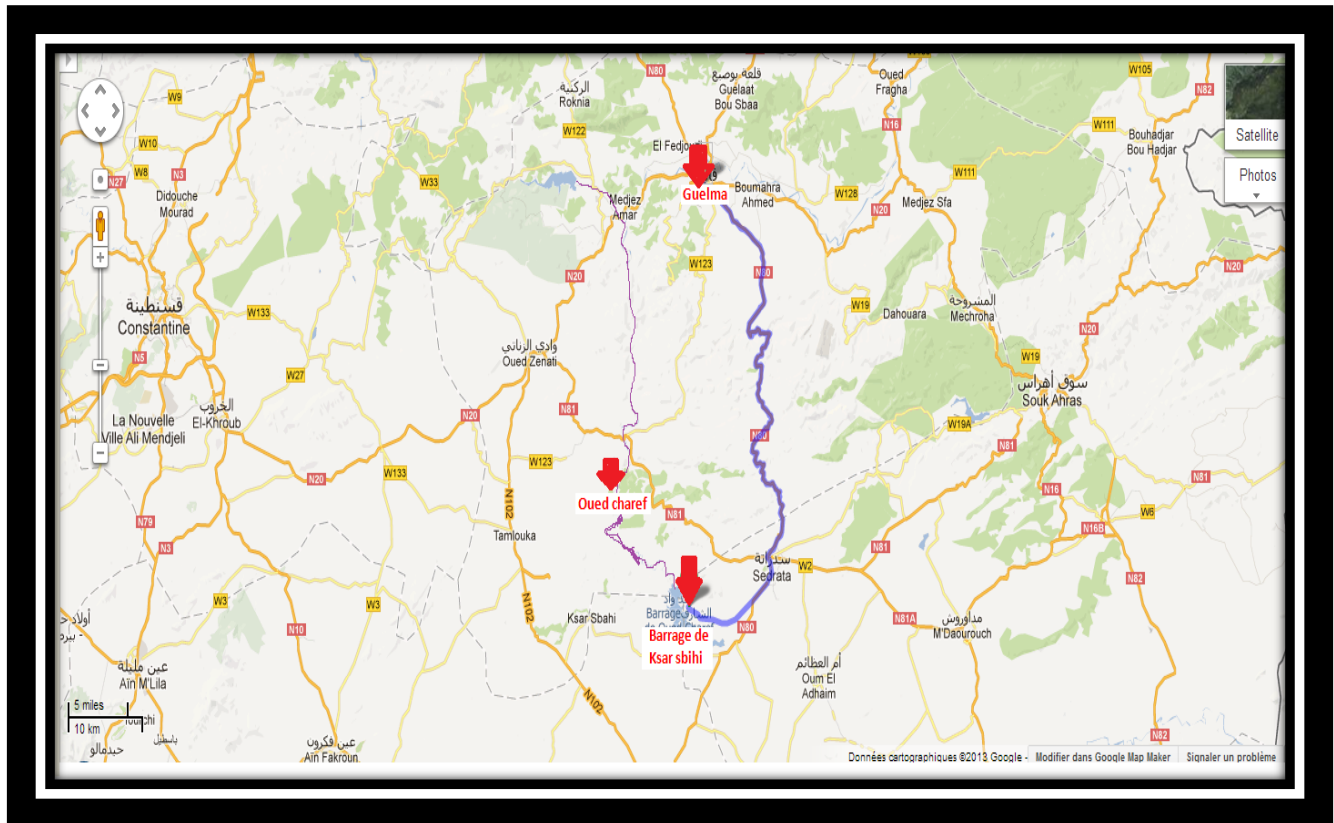
La région de Ksar Sbihi qui se trouve à 40 km de la daïra de Sedrata par l'Oued Charef (fig.25) se jette dans le barrage de Ksar Sbihi (fig. 24).



Flux de barrage de Ksar Sbihi

MEHIMDAT. H

Fig. 24 : Photo représentant le flux du barrage de Ksar Sbihi.



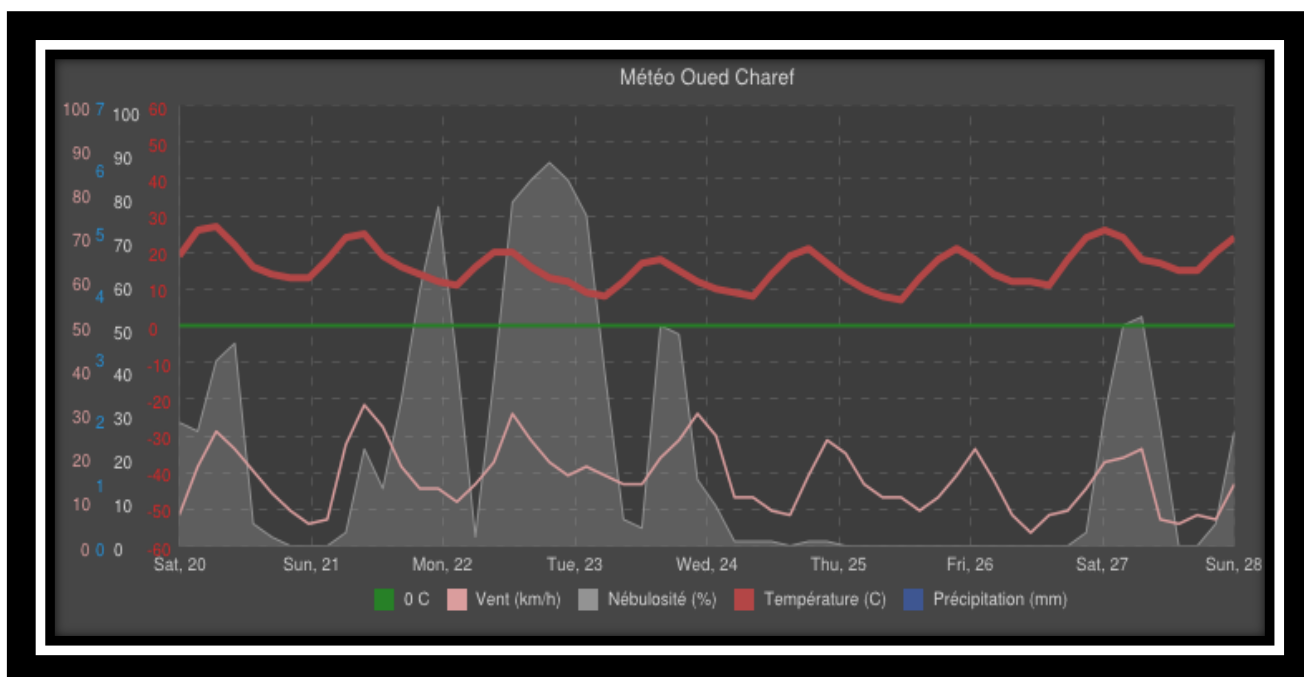
Source : Google Mapp

Fig. 25 : Carte représentant la situation géographique d'Oued Charef et le Barrage de Ksar Sbihi.

2.3. Climat :

Le climat de cette région est influencé par des facteurs qui lui donnent des caractéristiques spécifiques, distante de 80 km de la mer Méditerranée, la pénétration des courants marins et humide est aisée. Cette région est caractérisée par un climat semi-humide car elle est entourée d'un relief montagneux. Elle est distinguée par un été chaud et un hiver froid et humide et la pluviométrie atteint une moyenne de 800 mm par an (Fig. 26).

Il pleut généralement 60 à 115 jours en moyenne par an. Les moyennes enregistrées peuvent être de 151 à 349 mm en hiver, 124 à 217mm au printemps, 15 à 17 mm en été et 247 à 691 mm automnes. Il neige en moyenne 20 jours sur les sommets au de la de 1000 mètres mais rarement au dessus de 500 mètres. Les gelées sont fréquentes de 20 à 30 jours par an, il n'y a pas de vent régulier. En hiver, on note une prédominance des vents d'Ouest venus de Djebel Debbar, qui amène la pluie. Le climat est sain, si l'on fait abstraction du bord de la Seybouse où l'on trouve encore des régions paludéennes (tab. 03).



http://fr.viewweather.com/w3275242-previsions-meteo-pour-oued_charef-region-de-l-oriental.html

Fig. 26 : Diagramme ombrothermique de la région d'étude.

Tab. 03 : Données climatiques d'Oued Charef et le barrage de Ksars Sbihi

Mois	Jan	fev	mar	avr	mai	jun	jui	aou	sep	oct	nov	déc	année
T° minimal moyenne (°C)	3,9	3,9	5,6	6,7	10,6	13,6	16,7	17,8	15,6	11,7	7,8	5	10
T° moyenne (°C)	8,9	10	11,7	13,9	17,8	21,7	25,6	26,7	22,8	18,9	13,9	10	16,7
T° maximal moyenne (°C)	13,9	15	17,8	20,6	25	30	35	35	30,6	25,6	20	15	22,8
Précipitation (mm)	111,7	81,2	101,6	71,2	45,7	22,8	2,5	10,1	45,7	104,1	109,2	137,1	840,7

Source : Weather Reports, statistiques sur 121 ans

2.4. Orographie :

Cette contrée correspond à peu près au réseau hydrographique de l'Oued Seybouse. Elle est bordée au Nord par cet Oued important, à l'Ouest par le massif des Beni Haddi, au Sud Est par l'Oued Maiz qui la sépare de l'important massif de la Mahouna.

La plus grande part est ainsi constituée par une profonde dépression traversée de l'Ouest en Est par la Seybouse, pour former un vaste bassin versant fermé, fort étendu. Son parcours est long de 160 kilomètres, dans un pays riche et admirablement cultivé, l'altitude moyenne de

la région est de 250 à 300 mètres. Au Sud, on se trouve en présence d'une chaîne très importante au relief accentué, le Djebel Mahouna dont le point culminant est le Serdj el Aouda 1370 mètres, l'Oued Zenati et l'Oued Charf se réunissent pour former la Seybouse, leur confluent a lieu à Medjez Amar, qui en arabe signifie le gué d'Amar, un peu au Sud de Guelma. De ce point, l'oued coule d'abord dans un pays montagneux et richement boisé, puis dans la plaine de Bône qu'elle traverse du Nord au Sud.

2.5. Géologie :

L'analyse du territoire de la wilaya fait ressortir quatre ensembles ou régions à savoir :

- La région de Guelma ;
- La région de Bouchegouf ;
- La région d'Oued Zénati ;
- La région de Tamlouka.

• Région de Guelma :

La région de Guelma englobe toute la partie médiane du Nord vers le Sud du territoire de la wilaya. Elle est organisée en auréole tout autour de la plaine centrale constituée de terrasses alluviales qui s'étalent le long de l'oued (la vallée de la seybouse). C'est la région la plus étendue du territoire de la wilaya. Elle se caractérise aussi par une importante couverture forestière au Nord et à l'Est. Par contre, la partie Sud souffre de dégradations répétées d'où une absence de couverture forestière fournie en dépit du caractère montagneux de cette sous région, et d'où une grande vulnérabilité à l'érosion.

• Région de Bouchegouf :

Elle se caractérise par un relief fortement montagneux (près de 75%). Cette région est traversée par l'oued Seybouse dont les berges constituent les prolongements de la plaine de Guelma. Ses montagnes sont couvertes de massifs forestiers, notamment les forêts de Beni Salah et de Aïn Ben Beïda (une partie de Haouara à l'Ouest). Son paysage se caractérise par de longs versants réguliers à pentes moyennes et quelques hautes surfaces à pentes plus faibles, outre quelques plaines moins importantes que celle de Guelma.

• Région d'Oued Zénati :

La région d'Oued Zénati chevauche un relief montagneux plus ou moins disséqué. Le paysage dominant est de loin celui des hautes surfaces montagnardes et les longs versants dispersés dans un ensemble de montagnes dont la couverture forestière est moins importante que celle de la région de Guelma.

Les sols qui s'y localisent sont en grande partie des sols bruns calcaires parfois profonds.

• Région de Tamlouka :

La région de Tamlouka fait partie de la région des hautes plaines dont l'altitude moyenne est supérieure à **800** mètres avec cependant des pentes faibles. La partie Sud de la wilaya est occupée par un vaste paysage de hautes plaines traversées par l'Oued M'gaisba, caractérisée par des bas fonds et des glacis alluviaux.

2.6. Orogénie :

Les chaînes atlasiques et numidiques, qui encadrent la dépression de Guelma, se sont formées sur l'emplacement d'un énorme fossé maritime ou s'accumulèrent, pendant l'ère secondaire, d'épaisses couches de sédiments qui les contractent de l'écorce obligèrent à se plisser à l'époque tertiaire. Pendant la phase alpine, ces plis furent secoués, provoquant des fractures. Dans la région, la faiblesse à l'écorce terrestre est rendue évidente par l'existence de nombreuses sources thermales et la fréquence de secousses sismiques : la ville de Kalama fut entièrement détruite à l'époque romaine.

2.7. Végétation :

La Wilaya de Guelma comprend une superficie de couverture forestière de **105.395** ha, soit un taux de **28,59%** de la superficie totale de la wilaya à un paysage discontinu et hétérogène, confiné discontinuellement dans les massifs répartis d'Ouest en Est. Les grands espaces de terrains sont à vocation forestière dans la partie Sud-Est (Fig. 03). Selon la densité, les forêts se répartissent comme suit :

- ♦ Forêts denses : **19.459** ha
- ♦ Forêts claires : **10.491** ha
- ♦ Maquis et broussailles + parcours : **57.402** ha
- ♦ Reboisements : **3.589** ha
- ♦ Vides : **14.457** ha.

Le taux de reboisement est de **10 %** dénotant un effort considérable de reforestation du territoire.

Les principales forêts sont :

- ♦ Forêts de Béni Salah : réserve nationale en liège (**12.745** ha).
- Forêt de la Mahouna : d'une vocation récréative s'étalant

Chapitre 03 : matériels et méthodes.

3. MATERIELS ET METHODES :

3.1. Le matériel :

3.1.1. Sur Terrain :

On a utilisé plusieurs moyens qui sont :

- ✓ Deux paires de bottes.
- ✓ Sacs en plastiques (pour conserver les échantillons des characées).
- ✓ Seau pour prélever l'eau.
- ✓ Des bouteilles en plastiques stériles et étiquetées sur lesquelles on note la date et le nom du site d'étude (parties profondes).
- ✓ Ruban adhésif pour fermer les bouteilles.
- ✓ Thermomètre pour mesurer la température d'eau.
- ✓ Râteau pour le prélèvement des characées au milieu.
- ✓ Loupe de terrain pour l'identification des espèces.
- ✓ Appareil photos.
- ✓ Un bâton en bois pour mesurer les profondeurs de l'eau.

3.1.2. Au laboratoire :

- ❖ Pour l'identification des échantillons (Fig. 27).
- ✓ Loupe binoculaire.
- ✓ Papier buvard pour sécher les plantes de l'eau qu'elles contiennent (fig. 28).
- ✓ Boites de Pétri.
- ✓ Trousse de dissection.
- ✓ Formole dilué à 4% pour la conservation des échantillons.
- ✓ Flacons en plastiques pour conserver les échantillons dans le formole.
- ✓ Bécher.
- ✓ Eau distillée.
- ✓ Paire de gans.
- ✓ Bac en verre.

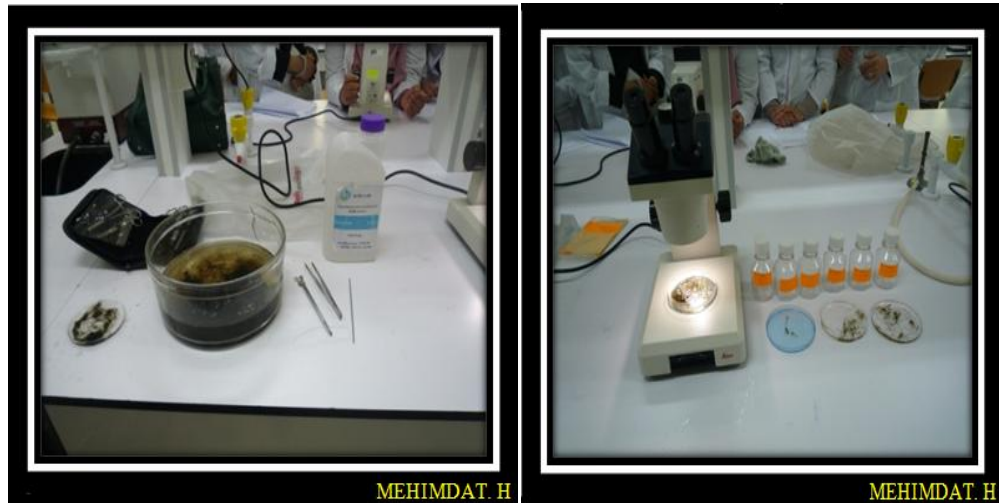


Fig. 27 : Photos représentant le matériel utilisé au laboratoire.



Fig. 28 : Séchage de *Chara globularis* sur papier buvard.

3.2. Les méthodes :

3.2.1. Sur terrain :

A. Echantillons d'eau :

Les échantillons d'eau ont été prélevés à l'aide d'un seau. Après avoir bien remué l'eau. Les échantillons ont été conservés dans des bouteilles en plastiques stériles et bien fermées. Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse ne doit pas excéder 48 heures, et la conservation doit se faire à environ 4 °C.

B. Echantillons des Characées :

Les plantes ont été prélevées à la main, pour les basses profondeurs (Fig. 29). Pour les parties profondes elles doivent être arrachées à l'aide du râteau (Oued Charef). Puis, elles

ont été conservées, dans des sacs en plastiques étiquetés et on note toujours la date du prélèvement ainsi que le nom du site.



Fig. 29 : Prélèvement des échantillons des Characées.

3.2.2. Analyses Physico-chimiques de l'eau :

3.2.2.1. Les paramètres définis :

A. La turbidité :

La turbidité de l'eau est causée par des matières en suspension composées d'argile, de limon, de particules organiques, de plancton et de divers autres organismes microscopiques.

Le domaine d'application se situe entre 0,1 et 1 000 unités de turbidité néphélométrique (NTU) mais peut être prolongé jusqu'à 7 500 NTU en modifiant l'étalonnage.

La turbidité d'une eau stagnante est fonction de deux facteurs : la quantité de plancton (animaux et plantes microscopiques) et la quantité de matières en suspension. Les lacs de montagne, pauvres en communautés vivantes ont ainsi des eaux claires. Les étangs de plaine ont en général des eaux plus opaques, en raison de la vie intense qui y règne et de la grande quantité de matières qui y transite avant d'être déposée. Les mesures de turbidité s'effectuent grâce à un disque blanc de 20 cm de diamètre fixé à une règle ou une ficelle graduée. On mesure la profondeur à laquelle le disque n'est plus visible. Des mesures effectuées à plusieurs zones de l'étang ou au même point mais à diverses époques permettent de contrôler les variations de turbidité et de mettre en évidence certains phénomènes (augmentation de la quantité de plancton, présence de courants ramenant les matières en suspension, pollutions..etc.).

On peut aussi, pour montrer la présence d'organismes ou de particules flottantes, prélever certains échantillons d'eau de l'étang et laisser déposer toutes ces matières.

En ce qui concerne le plancton, il est nécessaire de fermer convenablement les récipients entièrement remplis. Le plancton, privé d'oxygène, meurt au bout de quelques jours.

✓ **Principe :**

La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau. Elle est déterminée à l'aide d'un turbidimètre. Cet appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec un angle de 90° par rapport au faisceau de lumière incident.

✓ **Le matériel :**

- ✓ Turbidimètre de type Skalar (Fig. 30).
- ✓ Cuvettes en plastique de travail d'environ 30 ml.



Fig. 30 : Turbidimètre de type Skalar utilisé.

✓ **Méthode de mesure :**

Les cuvettes doivent être propres et exemptes de dépôt, de tache, de buée ou de marque susceptibles d'affecter le faisceau lumineux. Après usage, les cuvettes sont rincées à plusieurs reprises avec de l'eau chaude et déminéralisée. Vérifier l'étalonnage avant chaque série de mesures avec des étalons de formazine de 20 et de 200 NTU de la compagnie Hach et noter le résultat sur la feuille de travail.

Les résultats sont exprimés en NTU (unités de turbidité) et sont affichés directement par l'appareil.

B. pH et conductivité :**B.1. Le pH :**

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de "pH" permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution. Le pH de l'eau pure à 25°C, qui est égal à 7, a été choisi comme valeur de référence d'un milieu neutre.

B.2. La conductivité :

Cette mesure permet d'obtenir une approximation de la minéralisation de l'eau analysée. Elle nous renseigne sur l'origine de l'eau. En général, elle est relativement faible dans les zones à substrats acides ou à sous-sol siliceux.

La conductivité renseigne également sur l'état trophique du milieu : lorsque le milieu a tendance à être oligotrophe, la conductivité a des valeurs faibles ; à l'opposé, un milieu eutrophe présente une forte conductivité (Berzin et Bertisson, 1989).

✓ Le matériel :

Nous avons pris les mesures de pH et de conductivité avec un même appareil de type SP10 pH/EC sous l'unité $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Fig. 31).



Fig. 31 : Appareil de type SP10 utilisé pour la détermination du pH et la conductivité.

Cet analyseur nous fournit une mesure simultanée de pH et de conductivité. Le SP 10 peut être configuré pour différentes électrodes spécifiques pour NH_4 , fluorures, chlorures, etc. Il peut également être modifié pour turbidité.

✓ Mode d'emploi :

- Tremper l'électrode dans la solution.
- Remuer quelques secondes et prendre la lecture directe.

C. Nitrates

L'ion nitrate (NO_3^-) est la principale forme d'azote combiné trouvée dans les eaux naturelles. Il constitue le stade final de l'oxydation de l'azote. L'ion nitrite (NO_2^-) s'oxyde facilement en ion nitrate et, pour cette raison, il est rarement présent en concentration importante dans les eaux naturelles. Les principales sources de rejet du nitrate sont les effluents industriels et municipaux ainsi que le lessivage des engrais inorganiques azotés utilisés pour fertiliser les terres agricoles.

Pour les mesures du taux de nitrates, nous avons utilisé la méthode au salicylate de sodium décrite par Rodier (1996).

▪ **Réactifs :**

- Solution de salicylate de sodium à 0.5% à renouveler toutes les 24 heures.
- Acide sulfurique concentré.
- Sodium d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium :
 - Hydroxyde de sodium 400 g.
 - Tartrate double de sodium et de potassium 60 g.
 - Eau distillée 1000ml.

▪ **Méthode :**

Faire dissoudre les sels dans de l'eau, laisser refroidir et compléter à 1000 ml. A conserver dans un flacon en polyéthylène.

- Solution mère étalon d'azote nitrique à 0.1 g/l :
 - Nitrate de potassium anhydre 0.722 g.
 - Eau distillé 1000 ml.
 - Chloroforme (pour conservation) 1ml.
- Solution fille étalon d'azote nitrique à 0.005 g/l.

Amener 50 ml de la solution mère à 1000 ml avec de l'eau distillée.

- Etablissement de la courbe d'étalonnage:

Dans une série de capsules de 60 ml, introduire successivement :

Tab. 04 : Les réactifs des solutions utilisées.

Numéros des capsules	T	1	2	3	4
Solution d'étalon d'Azote nitrique à 0.005g/l(ml)	0	1	2	5	10
Eau distillée	10	9	8	5	0
Correspondance en mg/l d'Azote nitrique	0	0.5	1	2.5	5
Solution de Salicylate de Sodium (ml)	1	1	1	1	1

Evaporer à sec au bain marie ou dans une étuve, porter à 70-80 °C. Laisser refroidir, reprendre le résidu par 2 ml d'acide sulfurique concentré en ayant soin de humecter complètement. Attendre 10 minutes, ajouter 15 ml d'eau distillée puis 15 ml de la solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures à la spectrométrie à la longueur d'onde de 420 nm. Soustraire des densités optiques lues pour les étalons, la valeur levée pour le témoin construire la courbe d'étalonnage.

Mode opératoire :

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml. Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau bidistillée. Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 425 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin.

Expression des résultats :

Pour une prise d'essai de 10 ml, la courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimé en milligrammes par litre d'eau. Pour obtenir la lecture en nitrate, multiplier ce résultat par 4.43.

D. Calcium et Magnésium :

Le magnésium est très répandu dans les minerais et minéraux. Il vient après le calcium au second rang des plus importants contributeurs à la dureté de l'eau (la dureté de l'eau joue un rôle important dans la détermination de la toxicité de certains composés).

Le calcium et le magnésium constituent la dureté totale

La dureté d'une eau (ou titre hydrotimétrique TH) traduit sa teneur globale en ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}). La dureté d'une eau de rivière dépend essentiellement des terrains qu'elle traverse. Si une eau a une dureté élevée, on retrouvera rapidement des dépôts de calcaire. La dureté peut également être en relation avec la pollution des cours d'eau, et une eau trop dure incompatible avec la vie aquatique.

✓ **Le matériel :**

La détermination des teneurs en calcium et magnésium a été effectuée à l'aide d'un auto-analyseur (Skalar) par colorimètre (Fig. 32) :

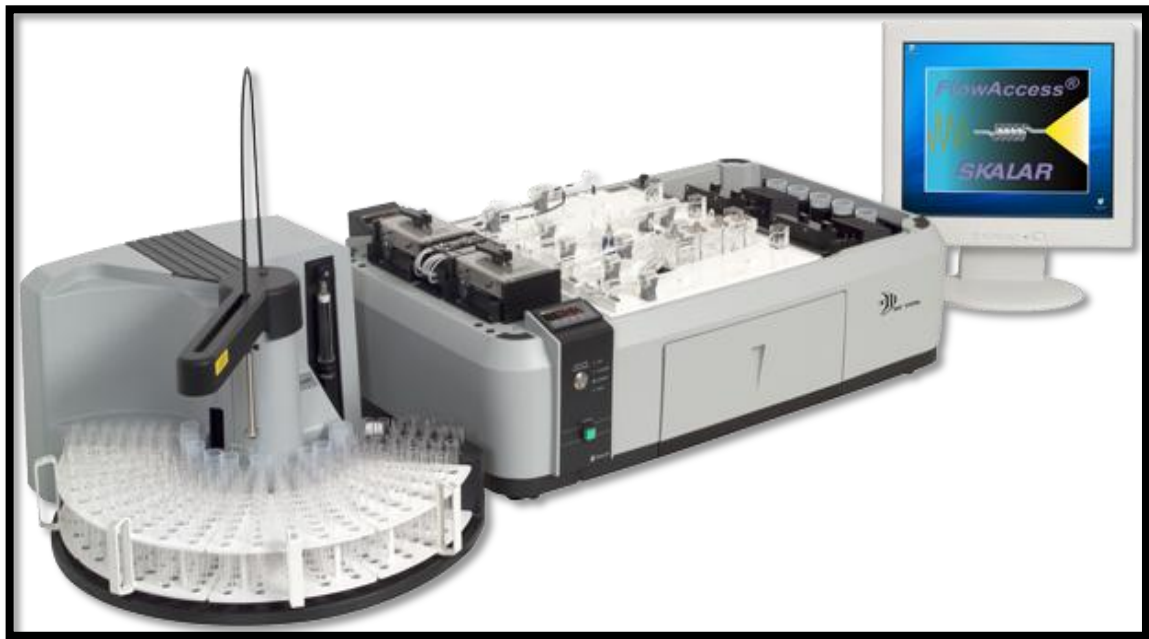


Fig. 32: Auto-analyseur SKALAR.

E. La température et la profondeur :

Les mesures de la température et la profondeur ont été effectuées sur terrain :

- La température est une grandeur physique mesurée à l'aide d'un thermomètre et étudiée en thermométrie.

✓ **Méthode :**

On a mesuré la température d'eau sur terrain à l'aide d'un thermomètre à sonde qui donne une lecture directe de la température (Fig. 33).



Fig. 33 : Image représente la mesure de la température de l'eau à partir d'un thermomètre.

Pour la profondeur, elle a été mesurée à l'aide d'un bâton gradué de 3m de hauteur.

Chapitre 04 : résultats et discussions.

4. RESULTATS ET DISCUSSION :

4.1. Résultats pour les échantillons des plantes :

..Les espèces d'algues macrophytes détectées appartiennent toutes à la famille des charophytes ordre des charales. Elles se présentent comme une suite selon les stations d'études.

4.1.1. Oued Charef :

À l'Oued Charef a rencontré trouve une seule espèce des characées qui est *Nitella translucens* à une profondeur de 0,93 m (fig. 34), et une température de 10°.



Fig. 34 : Photo de *Nitella translucens* sur le site.

(Le : 16/04/2013).

Après l'observation sous la loupe binoculaire on a estimé que les espèces récoltées ne contiennent pas de fruits car le prélèvement a été fait à une période précoce. Vu que cette année a connu un hiver très froid dans notre région d'étude.

A. Identification :

✓ Morphologie générale :

Plante assez grande, haute, dépasse le 1 m. La couleur est d'un vert brillant à brunâtre, non ou faiblement incrustée. Ses axes sont robustes et non cortiqués. Les entrenœuds sont très allongés et les phylloïdes sont moyennement longs (fig. 35).

Les rameaux stériles sont au nombre de 4 par verticille, à rayons primaires épais, de diamètre supérieur à 1 mm.

Ce taxon est monoïque. Gamétanges mâles et femelles habituellement conjoints, les oogones pouvant former des groupes unisexués à l'aisselle de certains dactyles.

Oogones solitaires ou groupées. Anthéridies solitaires, à membrane finement réticulées. Les oospores sont subsphériques et aplaties, de couleur brun doré.



Fig. 35 : Image représentant *Nitella translucens*.

✓ **Ecologie :**

Ce taxon recherchant les eaux non carbonatées, s'observant dans les mares, étangs et annexes de tourbières, sur substrats fins et meubles, limons, vases et tourbes (Corillion, 1957).

Plante ne supportant pas les trop longues périodes de gel.

4.1.2. Barrage de Ksar Sbihi:

On a détecté trois différentes espèces au flux du barrage qui sont :

1. *Chara vulgaris* à une profondeur de 15 cm.
2. *Chara squamosa* à une profondeur de 4cm.
3. *Chara sp.* qui représente une nouvelle espèce qu'on n'a pas pu encore identifier.

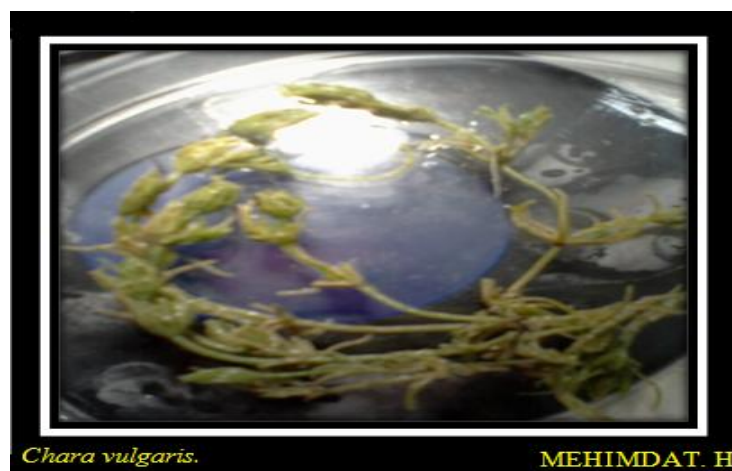


Fig. 36 : Aspect morphologique général de *Chara vulgaris*.

(Le : 17/04/2013).

1. *Chara vulgaris* L. :

✓ Morphologie générale :

Cette Plante de taille moyenne, plus au moins intensément incrustés, de couleur vert foncé à vert grisâtre (Fig. 36).

Axe modérément épais, verticilles espacés par des entrenœuds 1 à 3 fois plus longs que les rameaux. Les rameaux d'aspect souvent un peu flexueux, ses phylloïdes sont cortiquées, les acicules sont solitaires et courtes, parfois rudimentaires et apparaissent sous forme de point qu'on puisse déterminer sous la loupe binoculaire.

Stipulodes ovoïdes, obtus, ordinairement bien développés en deux séries équivalentes mais quelques fois très courtes.

Ce taxon est monoïque. Gamétanges mâles et femelles conjoints sur les 3-4 premiers nœuds des phylloïdes fertiles. Les oospores sont ellipsoïdes subcylindriques, de couleur brun clair.

✓ Ecologie :

Cette espèce se développant préférentiellement dans les petites pièces d'eau peu profondes temporaires ou permanentes, à fond minéral : mares, sources, bras morts ou dépendances phréatiques de cours d'eau, gravières, marnières et bassins artificiels. Rare dans les lacs où il est remplacé par *Chara contraria*. Plante surtout commune dans les eaux alcalines.

Taxon plus résistant à l'eutrophisation (cas du barrage de Kser Sbihi) et aux teneurs élevées en phosphate que les autres characées régionales, ce qui explique, en partie, sa plus grande fréquence.

2. *Chara squamosa* (Desf.) :

La morphologie de cette espèce ressemble beaucoup à celle de *chara vulgaris* parfois même est difficile de les différencier sur terrain sauf s'il on arrive à déterminer quelques détails sous la loupe binoculaire.

Ce taxon est monoïque à phylloïdes fertiles non cortiqués.

Espèce de petite taille, très robuste et très rigide au toucher, de couleur vert foncé à grisâtre parfois couverte d'une mousse blanche quand elle croit dans de très petites profondeurs tel est le cas dans notre station d'étude.

✓ Ecologie :

Cette espèce semble coloniser les milieux alcalins à très petite profondeur et dont l'hydropériode est trop courte telle que les prairies inondées.

3. *Chara* sp :



Fig. 37 : photo montrant l'aspect morphologique général de *Chara* sp.
(Le : 17/04/2013).

✓ Morphologie générale :

Plante de petite taille, ayant des phylloïdes cortiqués jusqu'au bout avec des extrémités bien aigues (fig. 37). Cette espèce se trouve en association avec *Chara vulgaris* et *Chara squamosa* et semble être bien développée dans le même milieu de vie.

4.2. Ecologie des algues macrophytes recensées :

4.2.1. Facteurs biotiques : nous avons effectué un relevé des espèces végétales présentes dans les deux milieux au moment des récoltes. Les espèces recensées se présentent comme suit dans le tableau ci-dessus (tab. 5).

Tab. 05 : Liste des espèces végétales caractérisant les deux milieux :

Espèces	Description et habitat
<i>Alisma plantago aquatica</i>	
<i>Butomus umbellatus</i>	Plante aquatique herbacée vivace.
<i>Carex divisa</i>	Croissent dans les lieux humides, dans les régions tempérées.
<i>Daucus rabotis</i>	Est un genre de plantes herbacées de la famille des Apiacées
<i>Elatine brochoni</i>	Est une espèce de plantes dicotylédones de la famille des Élatinacées.
<i>Eleocharis palustris</i>	Espèce pérenne des zones humides ou marais

<i>Euphorbia pubescens</i>	Plantes toxiques croissent dans les zones tempérées.
<i>Gallium palustre</i>	Cressonnières flottantes holarctiques
<i>Genista aspalatoides</i> <i>Genista ferrops</i>	des arbustes appartenant à la famille des <i>Fabaceae</i> .
<i>Glyceria angustifolia</i>	Sont des plantes à rhizome vivaces car elles vivent dans les zones humides et tempérées.
<i>Hypericum humifusum</i>	Plante herbacée annuelle, bisannuelle ou vivace hermaphrodite, de la famille des Clusiacees. Elle présente en zone tempérée.
<i>Hypochaeris radicata</i>	Est une plante herbacée de la famille des Astéracées
<i>Juncus articulatus</i> , <i>Juncus buffonius</i> , <i>Juncus conglomeratus</i> , <i>Juncus effusus</i> ,	Pousse dans les zones humides tempérées (prairies humides, mares et étangs)
<i>kickxia Spuria</i>	Il s'agit d'une faible plante velue avec une tige rampante avec de nombreuses branches
<i>Lippia nodiflora</i>	Il peut être trouvé dans les régions tropicales du monde entier, une espèce naturalisée dans de nombreux endroits
<i>Lotus corniculatus</i>	Est une plante herbacée vivace de la famille des <i>Fabaceae</i> couramment cultivée comme plante fourragère.
<i>Lythrum boystanicum</i> , <i>Lythrum hyssopifolia</i> , <i>Lythrum junceum</i>	Sont des espèces poussent dans les lieux humides ou détrempés.
<i>Mentha pulegium</i>	C'est une plante vivace par ses rhizomes, basse, de 10 à 55 cm de haut, fréquente dans les milieux humides, qui exhalent une forte odeur aromatique.

<i>Myriophyllum alterniflorum</i> <i>Myriophyllum scoparium</i> <i>Myriophyllum spicatum</i>	Le genre <i>Myriophyllum</i> fait partie de la famille de plantes aquatiques des <i>Haloragaceae</i> et comprend 45 espèces
<i>Nasturtium officinale</i>	Plante vivace, à saveur piquante, à souche rampante elle pousse dans les sources, fontaines, ruisseaux, étangs (toutes les zones humides)
<i>Oenanthe fistulosa</i> <i>Oenanthe globulosa</i>	Oenanthe est un genre de plantes herbacées de la famille des <i>Apiaceae</i>, sous-famille des Apoïdées, qui vivent dans les zones tempérées
<i>Ornithopus pinnatus</i>	Cette espèce croît dans les lieux sablonneux
<i>Panicum repens</i>	Est une espèce de plantes de la famille des Poacées (appelées autrefois graminées). Cette herbe pousse partout dans le monde dans les régions tropicales et subtropicales.
<i>Paspalum distichum</i>	Est une graminée de bord de mer ou de bords de lagunes qui pousse dans des régions tropicales ou océaniques, selon les variétés. Le paspalum a l'apparence d'une grande herbe exondée très fréquente au bord des routes ou des canaux.
<i>Populus alba</i>	Le peuplier blanc préfère le bord de rivières ou les lieux humides.
<i>Phragmites communis</i>	Cette plante exotique est très présente dans les ruisseaux aux bords des routes.
<i>Poa annua</i> <i>Poa trivialis</i>	Est un gazon à pousse basse répandue dans les climats tempérés.
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Elle se trouve dans les lacs, étangs et rivières.

<i>Ranunculus bodotii</i> <i>Ranunculus macrophyllus</i> <i>Ranunculus trichophyllus</i>	Elles ont un port très différent selon les espèces et sont le plus souvent des végétaux herbacés vivaces. Aux latitudes tropicales, ce sont plutôt des plantes d'altitude.
<i>Rubus ulmifolius</i>	Ce <i>Rubus</i> aime les expositions ensoleillées, on le rencontre à l'état naturel dans le pourtour Méditerranéen.
<i>Ruppia maritima</i>	<i>Ruppia</i> est un genre de de plantes monocotylédones. C'est le seul genre de la famille des <i>Ruppiaceae</i> . Il comprend quelques espèces de plantes herbacées aquatiques, généralement pérennes, submergées ou à feuilles flottantes des régions froides à tropicales
<i>Samolus valerandi</i>	Est une espèce indigène.
<i>Schoenoplectus inclinatus</i>	Ce sont des végétaux de zones humides.
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	Est une espèce de plante du genre <i>Scirpus</i> et de la famille des cypéracées poussant dans les milieux humides.
<i>Trifolium compestre</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Trifolium resupinatum</i>	Se trouve dans les Bois clairs, lisières, cultures, forêts.
<i>Typha angustifolia</i> <i>Typha latifolia</i>	Sont des plantes monocotylédones, également appelées quenouilles, typiques des bords des eaux calmes, des fossés, des lacs, des marais et plus généralement dans les milieux humides.
<i>Utricularia vulgaris</i>	Est une espèce végétale de la famille des <i>Lentibulariaceae</i> . C'est une plante carnivore aquatique vivace qui vit dans les zones marécageuses.

4.3. Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau :

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau prélevée des deux stations d'études sont exprimés sous forme d'histogrammes comme suit.

4.3.1. Le pH :

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau, ils résume la stabilité de l'équilibre établie entre les différentes formes de l'acide carbonique, et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (Himmi et *al.*, 2003). La pH de l'eau dépend de l'équilibre carbonique et de l'activité synthétique des plantes aquatiques vivantes dans ce milieu.

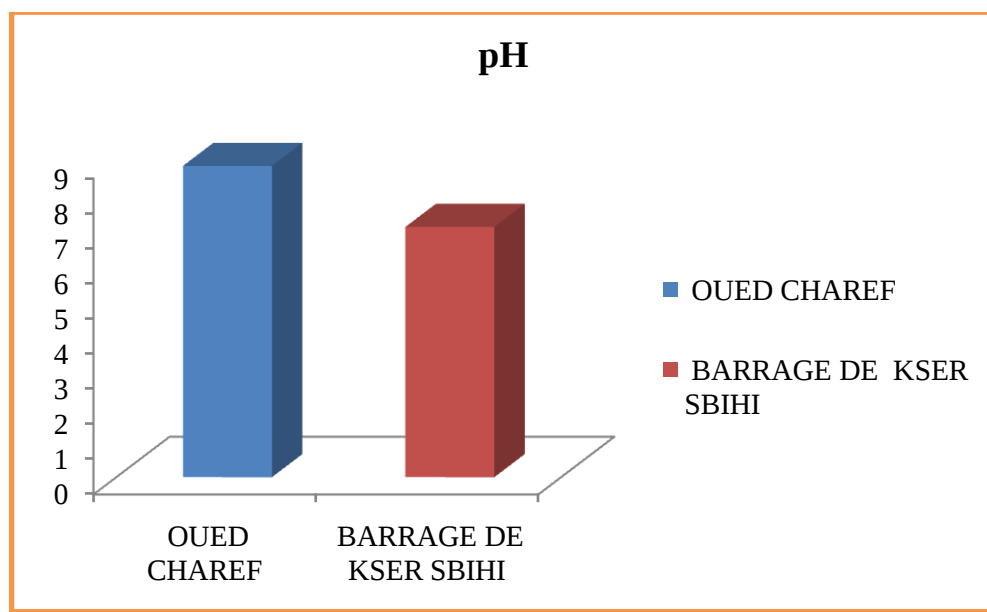


Fig. 38 : Taux de pH mesuré dans les deux stations d'étude.

L'eau de l'Oued Charef est caractérisé par un pH plus ou moins basique à neutre (le taux est de valeur 8.6) par contre l'eau du barrage de Ksar Sbihi est de nature neutre. La figure ci-dessus montre le taux du pH mesuré dans les deux stations d'étude (fig. 38).

4.3.2. La conductivité :

La conductivité électrique représente un des plus importantes paramètres pour le contrôle des eaux. Elle traduit les degrés de minéralisation globale et nous renseigne également sur la salinité, cette dernière constitue un critère important qui détermine le type des espèces de charophytes vivant dans le milieu.

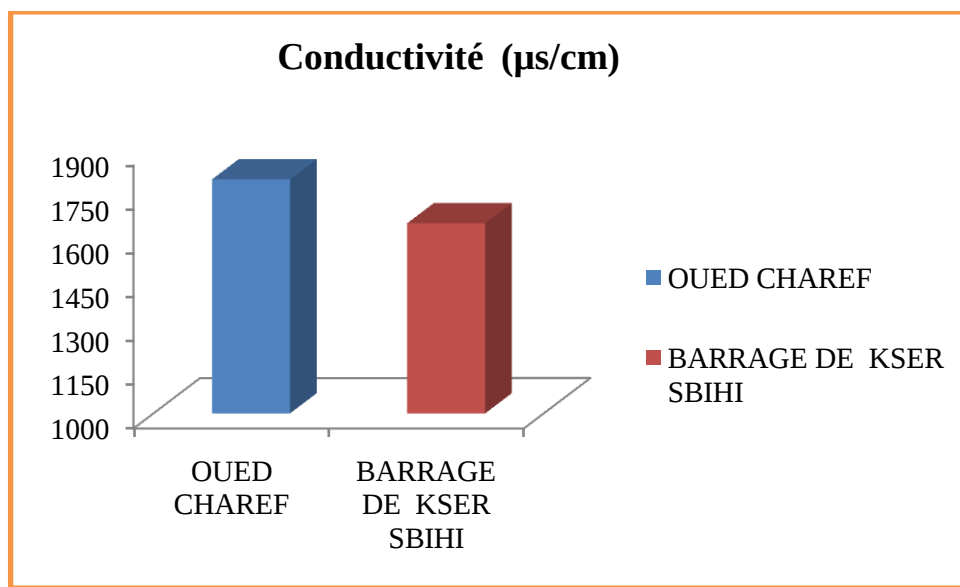


Fig. 39 : Conductivité en (µs/cm) dans les deux stations.

D'après les histogrammes ci-dessus, on constate que la conductivité d'Oued Charef est d'un taux plus élevé que de barrage Ksar Sbihi. Ce ci nous renseigne également sur la salinité des eaux, et donc l'eau de l'Oued est plus douce et moins chargée que celle du barrage (fig. 39).

4.3.3. La température :

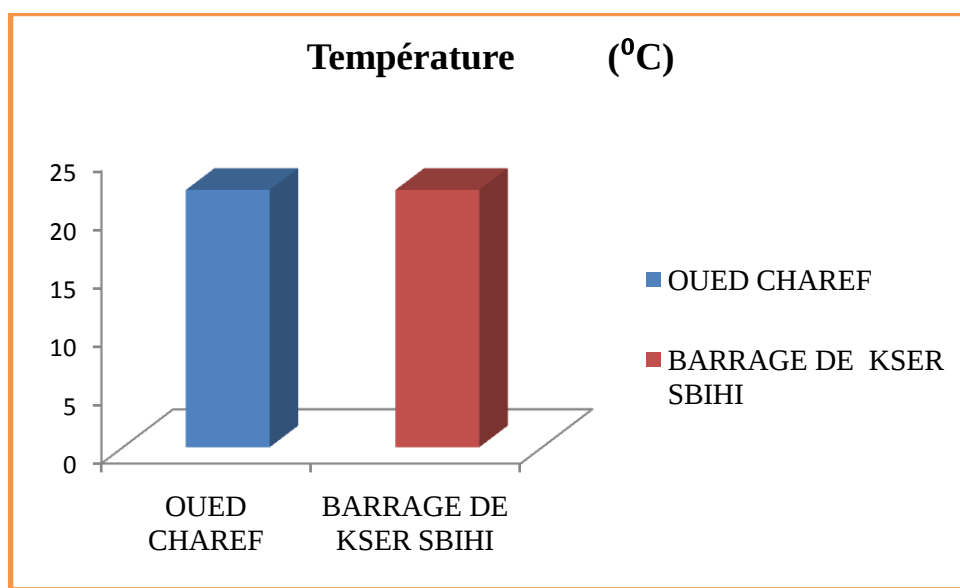


Fig. 40 : Représentation graphiques de la température des deux stations.

La température de l'eau est presque identique pour les deux stations d'études, vu qu'elles sont situées dans la même région et que les prélèvements de l'eau et les mesure de température ont été effectués dans la même journée pour les deux milieux (fig. 40).

4.3.4. La Turbidité:

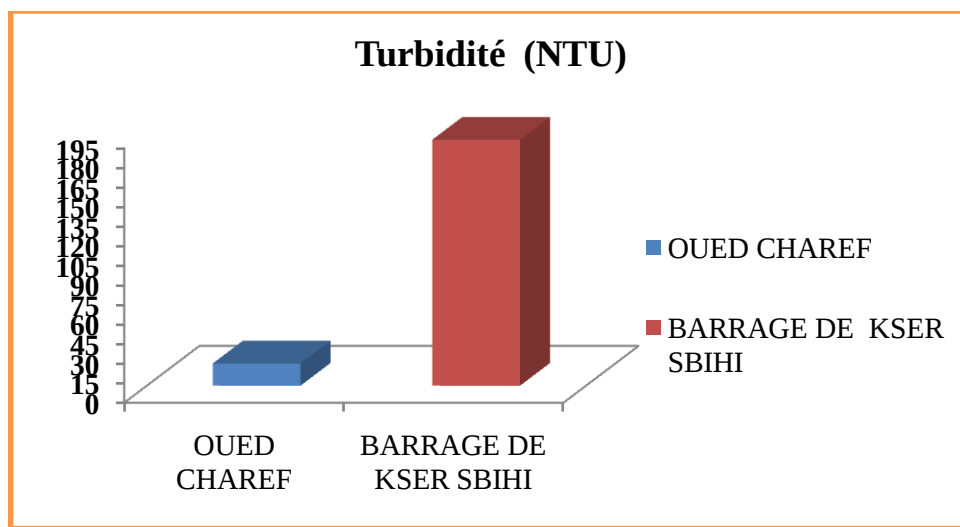


Fig. 41 : Représentation graphiques de la turbidité brute des deux stations.

Le diagramme indique qu'il y a une grande différence pour les taux de turbidité entre les deux stations. Donc, l'eau du Barrage de Ksar Sbihi est certainement chargée en matières particulaires ou colloïdales qui peuvent être composées de limon ou d'argile (nature du substrat limoneux-argileuse) ou bien de composés organique ainsi que du plancton et d'autres micro-organismes. Les sources de matières particulaires peuvent être d'origine naturelle (acides humiques, particules provenant de la dégradation des végétaux ou de l'érosion du sol tel est le cas pour les bords du barrage). Elle peut également avoir une origine anthropique, on a d'ailleurs enregistré plusieurs activités agricoles et urbaines dans les alentours (fig. 41).

4.3.5. Nitrate :

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau, les nitrates permettent de fournir de l'azote aux plantes par contre un taux excessif dans l'eau peut avoir un impact négatif sur leur développement.

Dans les eaux naturelles non polluées, les teneurs en nitrates (NO_3^-) peuvent varier selon la saison et l'origine de l'eau. Une concentration de 2 ou 3 mg/l peut être considérée comme normale (Rodier, 1996).

Dans la station du barrage de Ksar Sbihi, la teneur en nitrates est supérieure à 50 mg/l (Fig. 42) ce qui rend le milieu pollué et eutrophe et a certainement comme source les activités des agriculteurs aux alentours du barrage ce qui ne fait pas le cas pour la station de l'Oued Charef. La localisation de cette dernière est beaucoup loin de l'urbanisation et des activités industrielles.

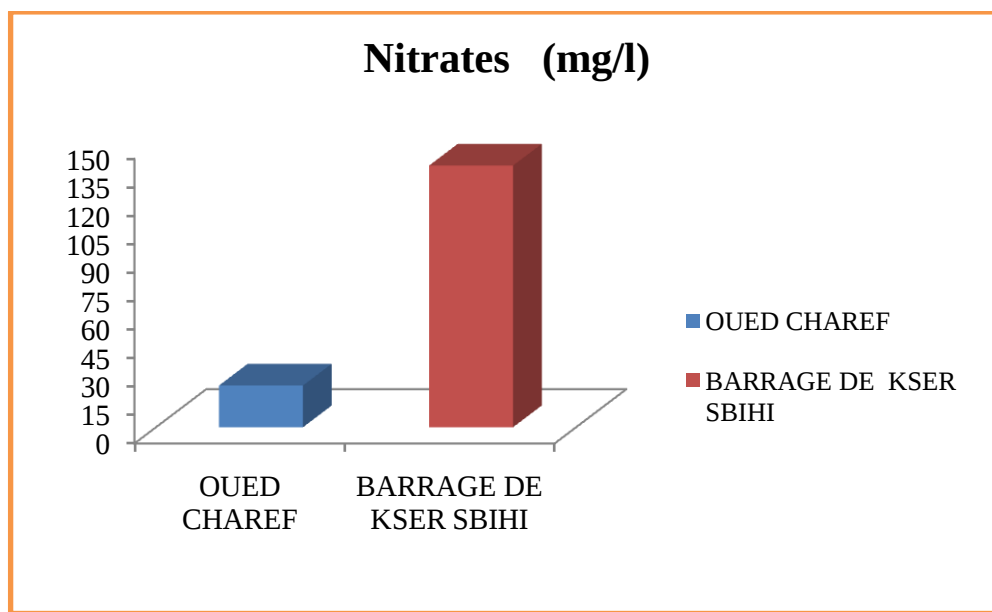


Fig. 42 : Taux de nitrate dans les des deux stations.

4.3.6. Calcium et magnésium :

D'après Rodier (1996), la productivité des eaux douces et assez nettement liée à la teneur en calcium et magnésium ; son maximum correspondrait à une alcalinité totale en calcium. En fait, c'est surtout le rapport Ca/Mg qui conditionne le développement des végétaux (Dussart, 1996).

La teneur en calcium entre pour une large part dans la dureté de l'eau. Les characées ont besoin de calcium pour leurs métabolismes mais les eaux très dures semblent être défavorables pour leur implantation (Boisezon, 2008).

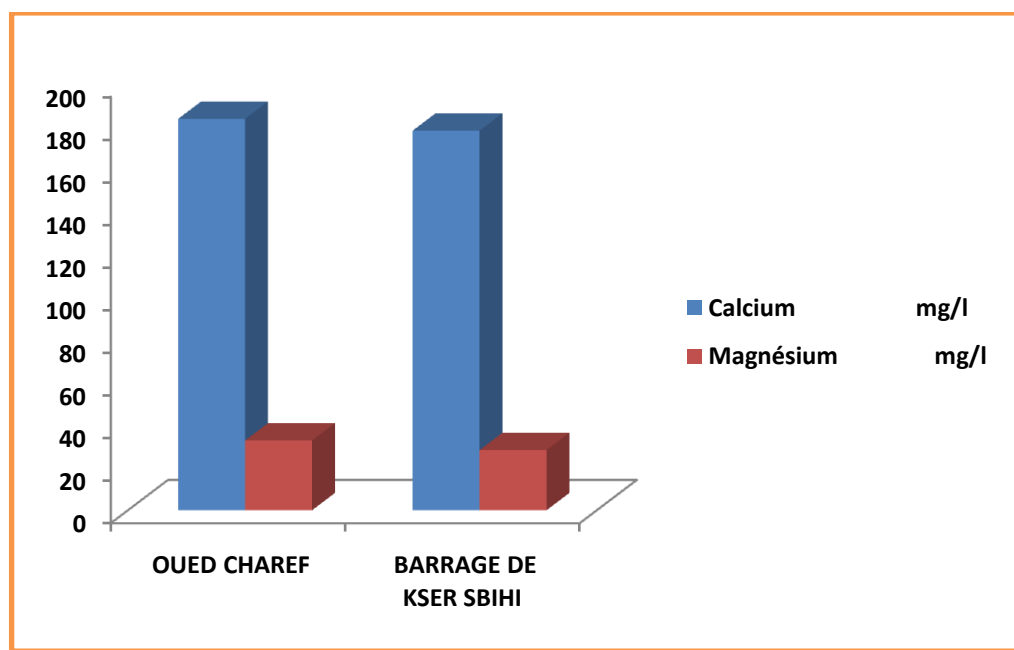


Fig. 43 : Teneur en calcium et magnésium dans les deux stations d'étude.

4.4. Discussions :

Les résultats obtenus nous renseignent sur la qualité de l'eau des stations étudiées, ils nous indiquent également la nature des paramètres écologiques qui nous aident à déterminer l'habitat de chaque espèce de charophytes identifiée dans les même milieux.

D'après nos résultats, nous avons constaté que les différentes espèces appartenant au genre *Chara sp.* Colonisent les eaux plus au moins alcalines à un pH neutre, elles arrivent à supporter l'eutrophisation. *Chara vulgaris* peut être en association avec d'autres espèces de charophytes et de macrophytes aquatiques. *Chara squamosa* se développe bien dans les eaux chaudes et peu profondes.

Nitella translucens par contre, semble préférer les eaux saines, non chargées et non polluées à pH plus ou moins basique. Elle parait bien se développer dans les eaux froides et profondes (hauteur de *Nitella translucens* à Oued Charef est de 90.3 m).

Ce groupe d'algues, paraissent être parmi les végétaux qui sont très sensibles à la perturbation de leur habitat, ce qui en fait de bons indicateurs biologiques de la qualité de l'eau. Ainsi, la présence de polluants organiques, un changement d'apport en nutriments ou des fluctuations du niveau de l'eau peuvent avoir un impact sur la composition de leurs populations (diminution ou augmentation du nombre de plantes, modification des espèces présentes).

Ces groupes d'espèce peuvent donc être d'excellents indicateurs d'une bonne qualité des eaux et ils sont déjà utilisés avec d'autres macrophytes pour la détermination du statut trophique des cours d'eaux (Afnor, 2003).

La présence d'herbiers à characées est en règle générale, un indicateur positif de la qualité du milieu (faible turbidité des eaux, faible charge nutritive) (Waterlot et Prey, 2013).

CONCLUSION :

Ce travail serait d'inventorier les espèces d'algues macrophytes particulièrement celles de la famille des charophytes présentes dans certains plans d'eau de la région de Guelma. Ce groupe d'espèces qui sont globalement, encore, insuffisamment connus et étudiés.

Cette étude a permis de souligner quelques connaissances importantes pour l'écologie de ces espèces et leur comportement vis-à-vis des facteurs environnementaux. Elles représentent également un des principaux éléments fonctionnels de la production primaire au sein des hydro-systèmes.

La relative difficulté de certaines déterminations et de l'approche de la systématique des algues d'eau douce, pourtant base de toute analyse environnementale à partir de ces organismes, est compensée par la disponibilité d'ouvrages de références, mais nécessite toutefois une formation spécifique des observations. Les connaissances déjà acquises sur leur biologie et leur écologie contribuent à la compréhension du fonctionnement des écosystèmes qu'elles colonisent quelquefois de manière très importante.

Ce groupe d'algues, paraissent être parmi les végétaux qui sont très sensibles à la perturbation de leur habitat, ce qui confirme leur qualité de bio-indicatrice de la qualité de l'eau.

Au regard des avancées scientifiques obtenues, les bioindicateurs sont aujourd'hui voués à un nouvel avenir, celui de la détermination de la qualité et du suivi écologique des milieux. Ces méthodes de bioindication permettent certainement d'appréhender la qualité globale des milieux en réponse à toute une gamme d'impacts : contamination toxique, modifications physiques de l'habitat, variation du régime hydraulique, eutrophisation, changement global du climat, etc.

Ces végétaux qui sont souvent ponctuelles et transitoires ; ne sont, malheureusement, pour l'instant que très peu prises en compte dans les plans de conservation. Une connaissance plus approfondie des communautés des characées permettra d'apporter des éléments utiles pour la préservation de ces végétations d'intérêt patrimonial à l'échelle régionale et suprarégionale.

A fin de les préserver et les protéger il conviendrait de poursuivre activement les actions de préservation durable de leur milieu de vie en tenant compte de leur présence sur le territoire dans tout projet d'aménagement urbain, touristique, agricole, et de restaurer, voire reconquérir un grand nombre de ces zones en rétablissant leur fonctionnement naturel.