

LA RHODOPHYCEE *GELIDIUM SPINOSUM* (S.G. GMELIN) P.C. SILVA, DES COTES DE MONASTIR : LUMIERE SUR QUELQUES ASPECTS HYDRO-BIOLOGIQUES

Rafik BEN SAID^{1*}, M S. ROMDHANE², A. EL ABED¹ et R. M'RABET¹

1-Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM)

2- Institut National Agronomique de Tunisie (INAT)

*Rafik.Bensaid@instm.rnrt.tn

ملخص

متابعة الطحلب الأحمر *Gelidium spinosum* على سواحل المنستير: في هذه الدراسة تمت متابعة الطحلب الأحمر *Gelidium spinosum* على سواحل المنستير منذ سبتمبر 2000 إلى أوت 2001 وأبرزت النتائج المتحصلة عليها أن الوزن الأقصى تم تسجيله في ماي وهو حوالي 37 غ أما الطول الأقصى (11 صم) فقد تم الحصول عليه في شهر جوان . وأما الكتلة الحيوية الأعلى فقد تم التحصل عليها في شهر ماي (حوالي 7 كغ/م²) . أما نسبة الخصوبة فتراوحت بين 0 و 100% . كل هذه النتائج بينت لنا أن الطحلب *Gelidium spinosum* هو نبتة معمرة لكن حضورها متميز أكثر في الربيع والصيف .

كلمات مفاتيح : *Gelidium spinosum* – وزن – طول – كتلة حيوية – خصوبة

RESUME

La rhodophycée *Gelidium spinosum* (S.G. Gmelin) P.C. Silva (Rhodophycées (Gelidiales .Rhodophyta) a été étudiée pendant une année, depuis septembre 2000 jusqu'à août 2001, sur la côte de Monastir (Tunisie). Les résultats globaux obtenus montrent que le poids humide moyen maximum (environ 37 g /individu) a été atteint en mai. La longueur maximale (environ 11 cm) a été enregistrée en juin. La biomasse maximale (environ 7000g poids humide/ m²) a été obtenue en mai. Quant à la fertilité, elle a varié entre 0%(Mai) et 100% (Septembre, Juin, Juillet et Août) .

Mots clés : *Gelidium spinosum*, Poids, Longueur, Biomasse, Fertilité.

ABSTRACT

The rhodophyta *Gelidium spinosum* (S.G. Gmelin) P.C. Silva of Monastir coastline : a light on some hydrobiological aspects : The red algae *Gelidium spinosum* (Gelidiales .Rhodophyta) was studied throughout a year, since September 2000 to August 2001, along Monastir coasts (East of Tunisia). Main results showed that the average of wet weight was obtained in May (37 g/ individual). In June, we have recorded the maximum of length (about 11 cm). Wet biomass has reached its maximum in May (7000g wet weight/ m²). The fertility varied between 0 and 100%(September, June, July and August).

Key words: *Gelidium spinosum*, Weight, Length, Biomass, Fertility.

INTRODUCTION

L'intérêt aux végétaux marins et en particulier les algues est en progression continue de par le monde, et ce pour différentes raisons, notamment pour leurs richesses en protéines, glucides, lipides et sels minéraux. C'est pour cela que ces plantes sont utilisées dans différents domaines tels que l'agriculture, l'alimentation animale et humaine, les industries agro-alimentaires, en thalassothérapie, en cosmétique, en médecine et en pharmacie, etc.

(Pérez ; 1997). L'extraction des phycocolloïdes (alginates, agar-agar, carraghénanes) constitue un important créneau pour l'exploitation des algues marines. Parmi les algues agarophytes les plus recherchées, figurent *Gracilaria*, *Gracilariopsis*, *Gelidiella*, *Pterocladia* et *Gelidium*. Les algues appartenant au genre *Gelidium* constituent la principale matière première pour la préparation de la gélose ou agar-agar, soit 44% de la production mondiale après les gracilaires qui contribuent pour 53% à la production (Marinho-Soriano & Bourret ,

2003). En Tunisie, l'intérêt à la valorisation des algues marines : étude de leurs potentialités, la cartographie (Ksouri et al;1996 ,1997) , la culture (Ksouri et al; 2000) et en particulier l'extraction de l'agar-agar (Ben Said et al;2001) , est très récent .Il est à souligner que *Gelidium spinosum* a fait l'objet d'une première étude en Tunisie (à Ghar el Melh) de point de vue éco-morphométrique (Ben Said et al ; 1999), sous le nom de *Gelidium latifolium* . Le présent travail constitue une contribution à la connaissance de l'espèce d'un point de vue hydro-biologique, afin de l'exploiter rationnellement et la cultiver ultérieurement dans le but d'en extraire l'agar-agar , en particulier.

MATERIEL ET METHODES

Les thalles de *Gelidium spinosum* ont été récoltés mensuellement depuis Septembre 2000 jusqu'à Août 2001 sur la côte rocheuse de Monastir (Fig. 1) dans deux grands bassins naturels ayant une profondeur allant de 0 à -5m et d'une superficie voisine de 2 ha.

Mensuellement, 40 individus sont prélevés et conservés dans de petits sachets en plastique jusqu'à leur traitement au laboratoire. Chaque spécimen est observé minutieusement à la loupe binoculaire et au microscope photonique pour chercher les organes reproducteurs. Pour l'estimation de la biomasse moyenne, cinq prélèvements ont été effectués chaque mois avec un quadrat métallique de 50 cm de côté. Par la suite, les algues ont subi un séchage dans l'étuve à 60°C jusqu'à obtention d'un poids sec constant. Parallèlement, la température de l'eau, la salinité et l'oxygène ont été enregistrés durant la période d'étude.

RESULTATS

Variation de quelques paramètres hydrologiques (Température, salinité et oxygène dissous)

Les résultats de la variation mensuelle de la température de l'eau, de la salinité et de l'oxygène dissous sont résumés dans le tableau I.

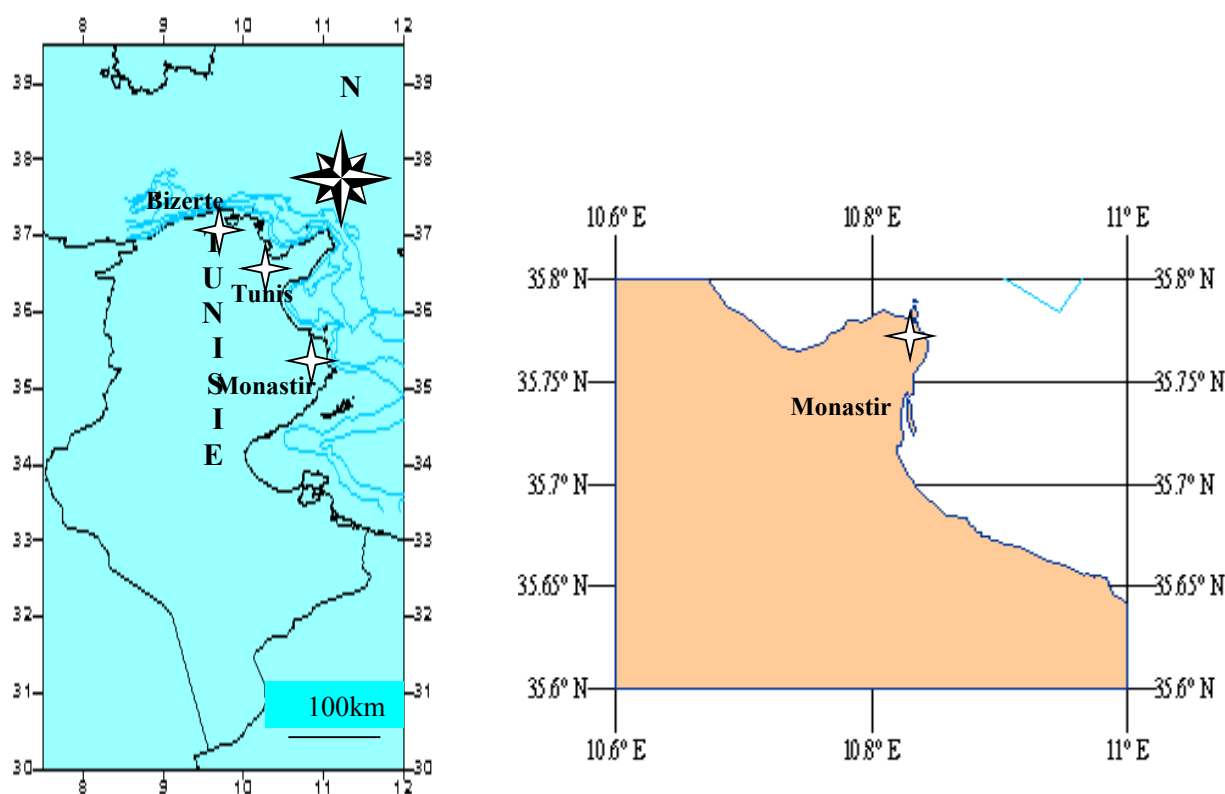


Fig.1 Site d'étude de *Gelidium spinosum*

Tableau I. Variations mensuelles de la température de l'eau, la salinité et l'oxygène dissous

Mois	(°T(C	(‰)Salinité	(Oxygène(mg/l
Septembre 2000	25	37,2	6,1
Octobre	15	37,3	6,8
Novembre	18	37,9	6,5
Décembre	16	37,5	7,2
Janvier 2001	16,5	37,7	7,28
Février	14,5	36,5	5,49
Mars	16,3	37,4	7,02
Avril	20	37	7,18
Mai	21	37	7,2
Juin	25,9	37,2	6,06
Juillet	26,3	37,3	5
Août	27,6	37,5	5,03

Température

La variation de la température montre une valeur minimale atteinte en Février (14.5°C) et une valeur maximale en Août (27.6°C). En 7 mois, l'écart entre les deux extrêmes est très important, soit 13.1°C

Si l'on considère les variations saisonnières de la température de l'eau (Tableau II), on peut remarquer les faits suivants :

- La température moyenne minimale est hivernale (15.67°C) ; tandis que la température moyenne maximale est estivale (26.6°C). Les températures moyennes automnale et printanière sont très voisines.

Salinité

La salinité minimale est obtenue en Février (36.5‰) tandis que la salinité maximale est notée en Novembre (37.9‰).

Les fluctuations mensuelles de salinité ne sont pas très importantes, puisque la plupart de valeurs sont comprises entre 37 et 37.9‰ (Tableau I). .

Si l'on considère la variation saisonnière de la salinité (Tableau III), on peut remarquer les faits suivants :

- la salinité moyenne minimale est printanière (37.13‰), tandis que la salinité moyenne maximale est automnale (37.46‰).

Oxygène dissous

La variation mensuelle de l'oxygène est enregistrée dans le Tableau I. L'oxygène dissous varie durant l'année d'étude entre un minimum de 5 mg/l (juillet) et un maximum de 7.28mg/l (janvier) .En août, le taux d'oxygène est très proche de la valeur minimale indiquée précédemment. En considérant la variation saisonnière de l'oxygène dissous (Tableau IV) ,les remarques suivantes peuvent être signalées :

Tableau II : Variations saisonnières de la température à Monastir

	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Moyenne annuelle
Température moyenne saisonnière (°C)	19.33	15.67	19.10	26.60	20.17
	s: 5.14	s : 1.05	s: 2.48	s 0.88	s: 4.86

Tableau III : Variations saisonnières de la salinité à Monastir

	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Moyenne annuelle
Moyenne saisonnière de la salinité (‰)	37.46	37.23	37.13	37.33	37.29
	s : 0.38	s : 0.65	s : 0.23	s : 0.15	s : 0.35

Tableau IV: Variations saisonnières de l'oxygène dissous à Monastir

	Automne	Hiver	Printemps	Été	Moyenne annuelle
Moyenne saisonnière de l'oxygène dissous (mg/l)	6.47	6.66	7.13	5.36	6.38
	s : 0.35	s : 1.02	s : 0.09	S : 0.61	s: 0.85

Le taux moyen annuel d'oxygène est de 6.38 mg/l .
Le taux moyen minimal a été obtenu en été (5.36mg/l), par contre le taux moyen maximal a été enregistré au printemps.

L'écart saisonnier minimal a été obtenu entre l'automne et l'hiver. En revanche, l'écart maximal a été enregistré entre le printemps et l'été.

Variation de quelques paramètres biotiques

Poids par individu

La fluctuation mensuelle du poids frais moyen des thalles de *Gelidium spinosum* montre une certaine irrégularité. Ainsi, en octobre, le poids a augmenté légèrement puis il a diminué progressivement pour atteindre son minimum en janvier (5.05g). Par la suite, il a varié lentement pour croître d'une façon très

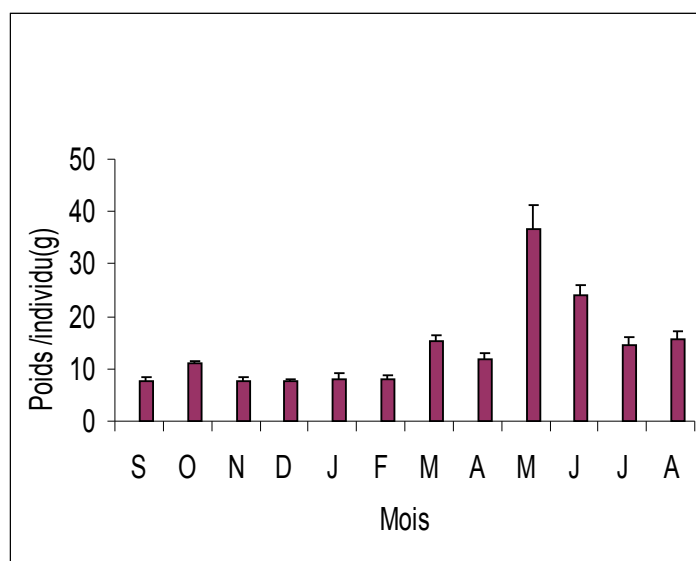
prononcée en mai, période à laquelle il a atteint son maximum (36.7g) (Fig.2).

En considérant la variation saisonnière du poids moyen de *Gelidium* (Tableau. V), les remarques suivantes peuvent être avancées :

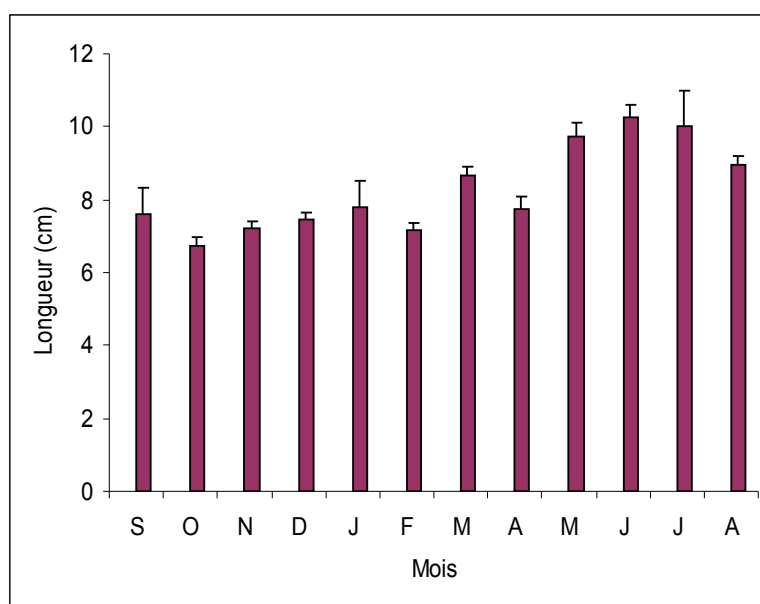
La principale période de croissance se situe au printemps (de mars à mai). Une reprise de croissance est également constatée en automne (septembre – octobre).

Longueur

La longueur de *Gelidium* a varié également irrégulièrement depuis septembre jusqu'à août (Fig. 3). Ainsi, la longueur moyenne des thalles est minimale en novembre (7.2 cm), tandis qu'elle est maximale (10.25 cm) en juin.

Fig.2 : Variation mensuelle du poids frais de *Gelidium spinosum*Tableau V : Variations saisonnières du poids frais de *Gelidium spinosum*

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Été
Poids moyen (saisonnier)(g)	8.72	6.85	21	17.89
Ecart- type	1.93	1.62	13.73	5.41

Fig.3 : Variation de la longueur des thalles de *Gelidium spinosum*

En analysant les variations saisonnières de la longueur (Tableau VI), les remarques suivantes peuvent être signalées :

- la longueur maximale est estivale
- la longueur moyenne saisonnière varie très légèrement d'une saison à l'autre. La différence entre les valeurs minimale et maximale, entre l'automne et l'été est de 2.55cm.

Biomasse

La biomasse humide varie entre un minimum ($453.37 \text{ g.m}^{-2} \pm 37.71$) obtenu en novembre et un maximum ($6925 \text{ g.m}^{-2} \pm 865.21$) en mai (Fig.4). Depuis juin, la biomasse chute progressivement jusqu'à la fin d'août. Il en est de même pour la biomasse sèche qui fluctue entre 94.29 g.m^{-2} (novembre) et 1562.76 g.m^{-2} (juin)..

La variation saisonnière de la biomasse humide (Tableau VII), montre que la principale période de développement est le printemps, avec un maximum atteint en mai. Le facteur de croissance est de 16.57 fois en poids sec et 15.27 en poids humide. Tenant compte de la surface d'extension de *Gelidium* dans la site étudié et qui est de l'ordre de 80 % de la surface des deux bassins prospectés, soient environ 16000 m², la biomasse peut être estimée entre mai et juin, à environ $(16000 \times 7 \text{ kg}) / 1000 = 110 \text{ T}$, en poids humide et 25 T en poids sec.

Rapport PS/PH

Les résultats concernant la variation mensuelle du rapport PS/PH sont consignés dans le Tableau VIII

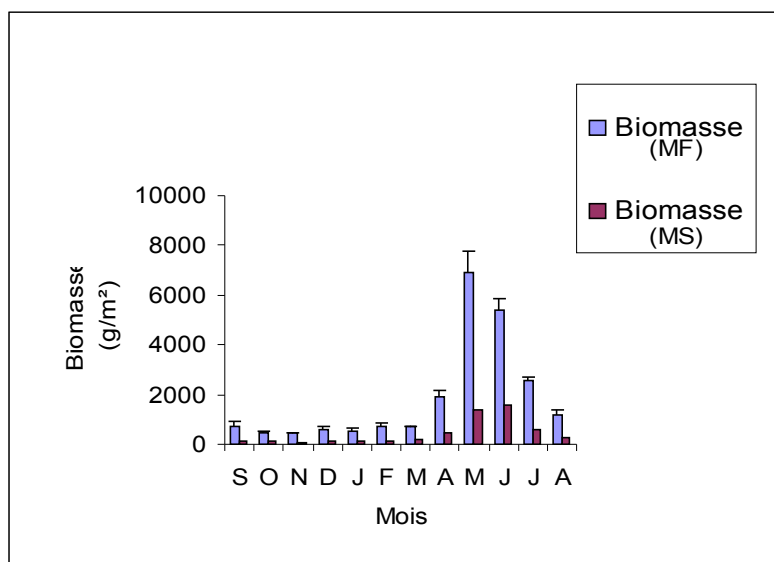
Tableau VI : Variations saisonnières de la longueur de *Gelidium spinosum*

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Été
(Longueur moyenne saisonnière(cm)	7.18	7.46	8.71	9.73
Ecart- type	0.42	0.32	.101	0.68

Tableau VII : Variations saisonnières de la biomasse humide et sèche de *Gelidium spinosum*

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Été
(Biomasse moyenne saisonnière (g. m ⁻²) (humide)	547.55	606.66	3187.22	3048
Ecart- type	160.89	80.82	3291.84	2149.94

(Biomasse moyenne saisonnière (g. m⁻²) (sèche	129.06	152.38	667.66	813.26
Ecart- type	34.09	16.47	613.98	665.68

Fig 4 : Variation de la biomasse de *Gelidium spinosum*Tableau VIII : Variation du rapport poids sec/poids humide moyen de *Gelidium spinosum* à Monastir

Mois	PS/PH
Septembre	22.15
Octobre	28.61
Novembre	20.8
Décembre	22.49
Janvier 2001	30.63
Février	23.17
Mars	23.91
Avril	24.85
Mai	19.56
Juin	28.94
Juillet	22.9
Août	24.56

Le rapport PS/PH suit une évolution irrégulièrement d'un mois à l'autre. Il est minimum en mai (19.58) et maximum en janvier (30.63%). Toutefois, des valeurs proches les unes des autres sont observées, aussi bien près du minimum que du maximum, soient 20.8% (novembre), 28,61% (octobre) et 28.94% (juin). Ces variations pourraient être dues au fait :

-qu'en mai, les thalles sont jeunes, intacts et non épiphytés

-et en janvier, les thalles sont vieux, cassés (plus de bases épaisses que de rameaux fins) et épiphytés (notamment par des algues calcaires).

Fertilité

Les résultats obtenus (Fig.5), montrent une variation du taux de fertilité entre 0% (Mai) et 100%. Les thalles sont fertiles (tétrasporophytes uniquement) durant la saison chaude (été- automne) de juin à décembre, avec un maximum de juin à septembre. Les zones claires sur le rameau correspondent aux cicatrices laissées après l'émission des tétraspores (Fig.6). Le diamètre des spores varie entre 20 et 30 μm . Les organes reproducteurs mâles et femelles n'ont jamais été rencontrés.

Tableau IX : Variation saisonnière du rapport PS/PH de *Gelidium spinosum*

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Été
(%) PS/PH moyen saisonnier	23.85	25.43	22.77	25.47
Ecart- type	4.17	4.51	2.82	3.12

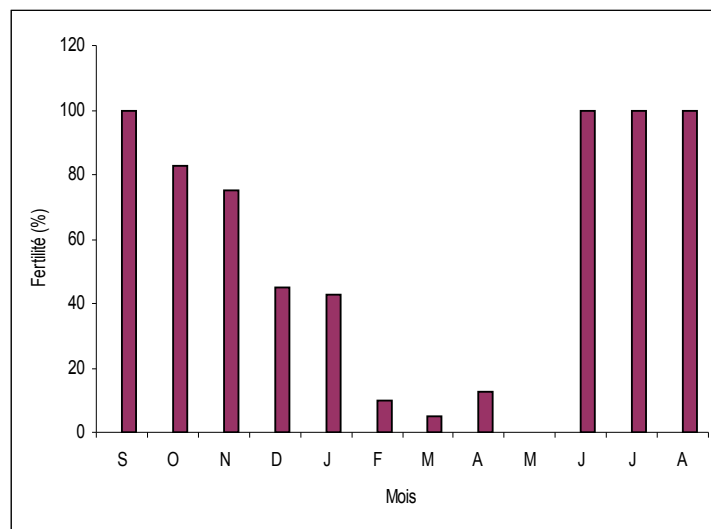
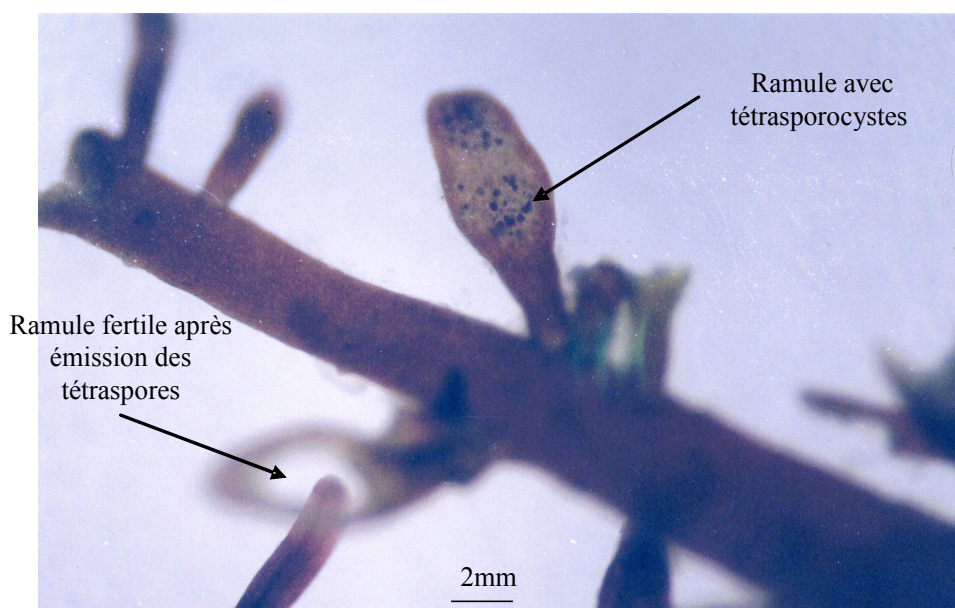


Fig.5 : Variation de la fertilité



(Fig.6. Thalle fertile de *Gelidium spinosum* (Tétrasporyte

La variation saisonnière de la fertilité de *Gelidium spinosum* (Tableau X), montre une diminution régulière du taux de fertilité de l'automne (94.17%) .au printemps (5.83%). En été, il est de 100%

DISCUSSION ET CONCLUSION

Au terme de cette étude sur *Gelidium spinosum* des côtes Monastir (Tunisie), nous pouvons dégager certains faits essentiels :

Tableau X: Variations saisonnières de la fertilité de *Gelidium spinosum* à Monastir

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Été
(%) Fertilité moyenne saisonnière	94.17	32.5	5.83	10 0
Ecart- type	10.11	19.53	6.29	0

L'algue est pérenne dans son biotope .Cependant, son développement présente des variations saisonnières. Ainsi, le poids, la longueur des thalles, la biomasse et la fertilité varient mensuellement et saisonnièrement. Les spécimens les plus lourds sont rencontrés à la fin de la saison printanière. Au début de l'été, ce sont les thalles les plus longs qui prédominent. Les biomasses les plus importantes sont enregistrées en fin du printemps et au début de l'été (entre 5 et 6 kg poids frais.m⁻²).La fertilité a varié entre 0 et 100%. Une bonne corrélation a été trouvée entre le poids et la longueur ($r=+0.75$).Il en est de même entre la température et la longueur ($r=+0.64$), d'une part et entre la température et la fertilité, d'autre part ($r=+0.63$).Les coefficients de corrélation entre la salinité et les paramètres biotiques étant très faibles. Idem pour l'oxygène dissous à l'exception avec la fertilité. Dans ce cas, la corrélation est négative ($r=-0.58$).

Il est à signaler que les fluctuations mensuelles et saisonnières de la température de l'eau sont liées aux variations de la température de l'air et aux changements des courants marins au cours de l'année. Quant à la salinité, elle varie peu tout au long de l'année en raison du mode battu du site d'échantillonnage, qui est exposé à la mer ouverte.

Concernant l'oxygène dissous,les résultats montrent que le taux le plus élevé est atteint au printemps. Ceci peut être expliqué par la photosynthèse des algues vivant dans la zone d'étude , en particulier *Gelidium spinosum* qui représente l'algue la plus dominante . En été , la diminution du taux d'oxygène est du, vraisemblablement à l'élévation de la température dans cette zone à cause de la diminution de l'activité photosynthétique pendant cette période .En effet les algues au cours des mois d'été sont en pleine période de fertilité et les rameaux deviennent plus ou moins fragiles .

Le rythme de croissance de *Gelidium spinosum* varie considérablement selon les mois et les saisons, ce qui est en parfait accord avec les résultats de Mouradi-Givernaud (1992) travaillant sur la même espèce. *Gelidium sesquipedale* , vivant sur les côtes marocaines ,montre également une croissance très active au printemps (Mouradi-Givernaud et al ; 1999). En étudiant *Gelidium spinosum* (S.G. Gmelin) P.C. Silva des côtes nord de l'Espagne , Rico(1991) ,trouve que les biomasses maximales et les spécimens les plus longs coïncident avec les températures estivales de l'eau et la photopériode la plus longue. Cependant le taux de fertilité est le plus

élevé en hiver. Hernandez-Guerrero et al ;(2000) ont montré que l'abondance de *Gelidium robustum* vivant sur les côtes de Mexico, est maximale après un upwelling supérieur à la moyenne. Ce phénomène coïncide avec la saison printanière. Le genre *Gelidium* croît le mieux entre 15 et 20°C , mais il peut tolérer des températures plus élevées (FAO ;2003) Dans notre cas , la température optimale de croissance semble varier entre 21 et 26°C. Dans cette étude, les thalles de *Gelidium spinosum* deviennent très fragiles, nécrosés, peu blanchis à verdâtres vers la fin de l'été et le début d'automne. C'est la phase de sénescence. Avec les premières tempêtes automnales, les algues se détachent facilement de leur substrat et sont emportées par les vagues et les courants. Ce phénomène s'accroît en hiver .Par conséquent, ne restent fixés que les vestiges des algues ancrées par leurs rhizoïdes. Ces derniers permettent à l'algue de repousser de nouveau, lorsque les conditions s'améliorent.

En conclusion, nous pouvons dire que *Gelidium spinosum* des côtes de Monastir (Tunisie) est pérennante, mais prolifère pendant la saison printanière, lorsque la température de l'eau devient clémente. Après la phase de croissance, l'algue oriente son métabolisme vers la reproduction (sporophytes seulement observés) qui atteint son apogée en plein été et en automne.

BIBLIOGRAPHIE

- BEN SAID R , KSOURI J et Beji O . (1999)- Etude éco-morphométrique de l'algue rouge *Gelidium latifolium* . *Revue de l'INAT* . 1 : 45-63 .
- Ben Said R , Ksouri J et Mensi F . (2001). L'algue rouge *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, du lac nord de Tunis : Rendement et qualité de l'agar . *Bull. INSTM*. Numéro spécial (6) . Actes des 4èmes congrès maghrébin des Sciences de la Mer. pp.49-52.
- FAO.(2003).A guide to the seaweed industry. FAO fisheries Technical Paper.n°441.
- Hernandez-Guerrero .C.J. , Casas-Valdez .M , Ortega-Garcia .S and Hernandez-Vasquez .S , (2000) Effect of climatic variation on the relative abundance of the red alga *Gelidium robustum* in Baja California Sur , Mexico .*Journal of Applied phycology* . 12:177-183.

- Ksouri J , Ben Said R . et Beji O (1996)-
Cartographie des peuplements de la
macroalgue *Gracilaria* (Gigartinales ;
Gracilariales) dans le lac nord de Tunis . *Bull .
INSTM* 23 (2) :55-72.
- Ksouri J , Ben Said R . et Beji O (1997)- Evaluation
des potentialités quantitatives naturelles des
gracilaires (algues rouges) du lac nord de
Tunis . *Bull . INSTM* .24 : 15-27.
- Ksouri J , Mensi F et Ben Said R .(2000)-
Ajustement de certains paramètres de culture
par bouturage de *Gracilaria verrucosa* (algue
rouge) , dans le lac de Bizerte . *Bull .
INSTM* .Vol .27.69-74.
- Marinho-Soriano E,& Bourret E.(2003) . Effects of
season on the yield and quality of agar from
Gracilaria species (Gracilariaceae
,Rhodophyta) . *Bioressource Technology*. 90
329-333.
- Mouradi- Givernaud, A (1992). Recherches
biologiques et biochimiques pour la production
d'agarose chez *Gelidium latifolium* (Grév.)Thuret
et Bornet Rhodophycées, Gélidiales).Thèse de
Doctorat d'Etat .Univ.Caen.France.p.351.
- Perez. R. (1997).Ces algues qui nous entourent.
Conception actuelle , rôle dans la biosphère ,
utilisations ,culture.IFREMER.272p.
- Rico.M.J. (1991) . Field studies and growth
experiments on *Gelidium latifolium* from
Asturias (northern Spain) .*Hydrobiologia* .221 :
67 – 75 .