

## RESULTATS DES CULTURES EXPERIMENTALES DE LA RHODOPHYCEE *GRACILARIA VERRUCOSA* (HUDSON) PAPANFUSS DANS LE LAC DE BIZERTE, TUNISIE SEPTENTRIONALE

Jamel KSOURI\* ; BEN SAID, R.\* et PELLEGRINI, M.\*\*

\*Institut National des Sciences et Technologies de la Mer  
28, rue 2 mars 1934, 2025 Salammbô, Tunisie

\*\* Faculté des Sciences de Luminy -- Marseille - France

### ملخص

تم إنجاز هذه الدراسة في بحيرة بنزرت بين شهر افريل و شهر جويلية من سنة 1998. وقد اهتمت باستزراع تجريبي لطحلب غراسيلاريا حسب ثلاث طرق مختلفة وحسب النتائج المتحصل عليها خلال 58 يوما يبدو أن طريقة فصيد الرمل هي الأنسب، ذلك أنها أفضت إلى افضل نمو إذ تطور وزن خصلات الطحلب من 200 إلى 1205 غ مسجلا بذلك كتلة حيوية ومعدل نمو نوعي يقدران تباعا ب : 2,7 كغ/م<sup>2</sup> و 3,100

### RESUME

Cette étude, effectuée dans le lac de Bizerte en 1998 durant la période allant du mois avril à juillet, a porté sur la culture expérimentale de *Gracilaria verrucosa* selon les modes : corde tendue, boudins de sable et bêche; l'objectif étant de se fixer sur la méthode de culture la plus appropriée à ce site.

Eu égard aux résultats enregistrés au terme de 58 jours de culture, il apparaît que la technique des boudins de sable est la plus adéquate puisqu'elle a engendré le meilleur accroissement du poids des touffes ; celui-ci étant passé de 200 g à 1205 g , avec le meilleur taux de récupération (90 % des touffes ont été préservées) et les meilleurs densités finales et taux de croissance spécifique, respectivement 2,7 kg/m<sup>2</sup> (ce qui correspond à 27 t/ha) et 3,100.

**Mots-clés:** *Gracilaria verrucosa*, mode de culture, accroissement du poids, taux de récupération des touffes, densité de culture, taux de croissance spécifique, lac de Bizerte.

### ABSTRACT

This study was conducted in Bizerte lake between april and july of 1998. It concerns *Cracilaria verrucosa* culture with 3 technics in order to determinate the best one.

After 58 days, the sand pudding method gave the best result with reference of average weight (1205 g), % of recuperation of the tuft (90 %), final density (2,7 kg/m<sup>2</sup>) and specific growth rate (3,100).

**Key-words:** *Gracilaria verrucosa*, culture method, biomass, % of recuperation, culture density, specific growth rate, Bizerte lake .

### INTRODUCTION

Outre le rôle fondamental des végétaux marins dans l'équilibre des écosystèmes aquatiques et par-là même de la biosphère toute entière, ces derniers représentent aujourd'hui un poids économique important du fait de leur diverses et nombreuses utilisations. La demande sans cesse croissante des végétaux marins et la rareté de ces ressources dans le milieu naturel ont entraîné le développement d'une algoculture de plus en plus performante. La culture des végétaux marins, activité relativement récente apparue dans la deuxième moitié du XX e siècle, s'est imposée comme un créneau impératif, dès lors qu'il s'agit de valorisation de ces végétaux, à tel point

qu'en 1994 elle a fourni plus de 90 % (soit 6 941 674 t) de la production mondiale des végétaux marins (PEREZ, 1997).

Parmi la cinquantaine d'espèces d'algues utilisées, la culture ne concerne qu'une quinzaine d'espèces. Etant donné les profondes disparités biologiques entre les algues, pour chaque espèce correspond pratiquement une technique de culture appropriée. D'après PEREZ (1993), on distingue deux technologies distinctes de culture : celle fondée sur la reproduction sexuée faisant appel aux éléments microscopiques unicellulaires (spores, zygotes ou conidies) du cycle de reproduction et celle plus simple basée sur l'ensemencement à partir de fragments de thalles ou de boutures.

D'une façon générale, la culture de *Gracilaria* vise essentiellement la production de l'agar et secondairement la production d'un aliment à destination humaine ou animale ainsi que la fabrication d'un amendement agricole (PEREZ *et al.*, 1992).

Pratiquement, bien qu'il soit théoriquement possible d'avoir recours à des ensemencements à partir de tétraspores et de carpospores (opération délicate et à coût élevé car nécessitant le contrôle en laboratoire des facteurs régissant l'émission brutale et massive des éléments reproducteurs), la culture de *Gracilaria* repose sur la technique de bouturage telle qu'elle est pratiquée à Taiwan, en Chine et en Thaïlande dans des marais alors qu'au Chili la culture est faite en mer et la technique est variable selon que les implantations se font dans la zone intertidale (utilisation d'une fourche à deux branches ou d'une bêche) ou dans la frange infralittorale (utilisation des boudins de sable).

Dans des travaux antérieurs, nous avons évalué les biomasses disponibles et déterminé les surface d'extension des gracilaires présentes dans le lac nord de Tunis (KSOURI *et al.*, 1996 et 1997) et dans le lac de Bizerte (KSOURI et BEN SAID, 1998). Dans le présent article, nous exposons les résultats des cultures de *Gracilaria verrucosa* entreprises à l'échelle expérimental dans le lac de Bizerte.

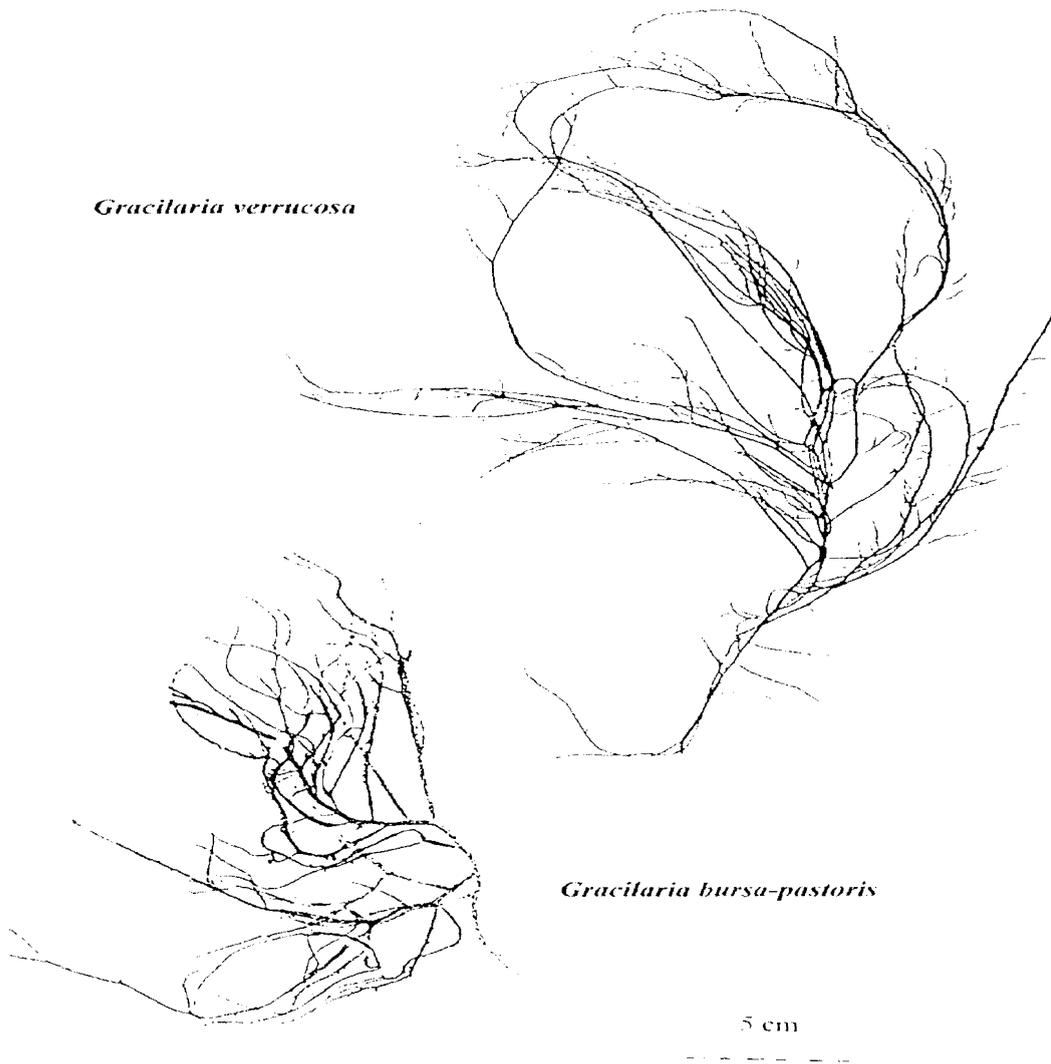
## MATERIEL ET METHODES

### Modalités de culture

Afin de cerner le mode de culture de *Gracilaria* le plus approprié au profil côtier de la Tunisie ou du moins au lac de Bizerte, nous avons testé, dans ce dernier site en 1998 durant la période allant d'avril à juillet, les trois méthodes de culture pratiquées à une échelle industrielle dans plusieurs pays d'Asie et d'Amérique (PEREZ, 1997) : celle de la corde tendue, celle des boudins de sable et celle de la bêche.

Les modalités de culture tiennent compte notamment des points suivants:

- Choix des touffes: Les touffes de *Gracilaria verrucosa* en bon état sont sélectionnées dans les peuplements naturels comportant en général une association des deux espèces très voisines *G. verrucosa* et *G. bursa-pastoris* (figure 1). Les plants blanchâtres situés à une faible profondeur ou dans la zone émergeant entre le flux et le reflux, parce qu'altérés par l'exposition prolongée à une forte luminosité sont à éviter. La culture a démarré avec des fragments de thalles de 200 g.



**Figure 1: Les gracilaires du lac de Bizerte**

- Emplacement des implantations: Afin de bénéficier d'une certaine surveillance palliant les risques de pertes des touffes (ramasseurs de clovisses, barques, filets...), l'expérimentation a été réalisée au sud du ponton de l'Office National des Pêches (ONP), dans un endroit où la végétation est très peu abondante, le substrat est sableux et où la profondeur est de 1 m (bêche) à 2 m (corde tendue, boudins de sable). Les rangées de culture ont été positionnées dans la direction Nord-Ouest, celle pour laquelle le courant a le minimum de prise sur les touffes.

- Nombre et longueur des rangées: Ces données ont été préalablement arrêtées de façon à permettre des prélèvements statistiquement valables à la fin des mois d'avril, mai, juin et juillet.-  
 Surface des parcelles: L'espace entre les rangées étant de 1 m et la distance entre les touffes étant de 0,7 m, la superficie des parcelles a varié, en fonction du nombre de rangées et de la largeur de celles-ci, entre 33 et 172,5 m<sup>2</sup>.

Le tableau I et la figure 2 mettent en relief les conditions expérimentales des différentes méthodes de culture et la méthode d'échantillonnage.

**Tableau I : Protocole expérimental des cultures de *Gracilaria* dans le lac de Bizerte**

Mode de culture	Corde tendue	Boudins de sable	Bêche
Emplacement	niveau d'eau 2 m; touffes à 0,5 m du fond	niveau d'eau de 2 m; boudins légèrement enfoncés dans le sable	niveau d'eau de 1 m; les touffes sont enfoncées dans le sable
Nombre et longueur de cordes ou de rangées	24 cordes de 6 m chacune	24 rangées de 7,5 m chacune	16 rangées de 11 m chacune
Nombre de touffes par unité/total	8 / 192	10 / 240	15 / 240
Surface de la parcelle (m <sup>2</sup> )	138	172,5	165
Echantillonnage par mois	prélèvement de 3 cordes de chaque côté (6 au total)	prélèvement de 3 rangées de chaque côté (6 au total)	prélèvement de 2 rangées de chaque côté (4 au total)

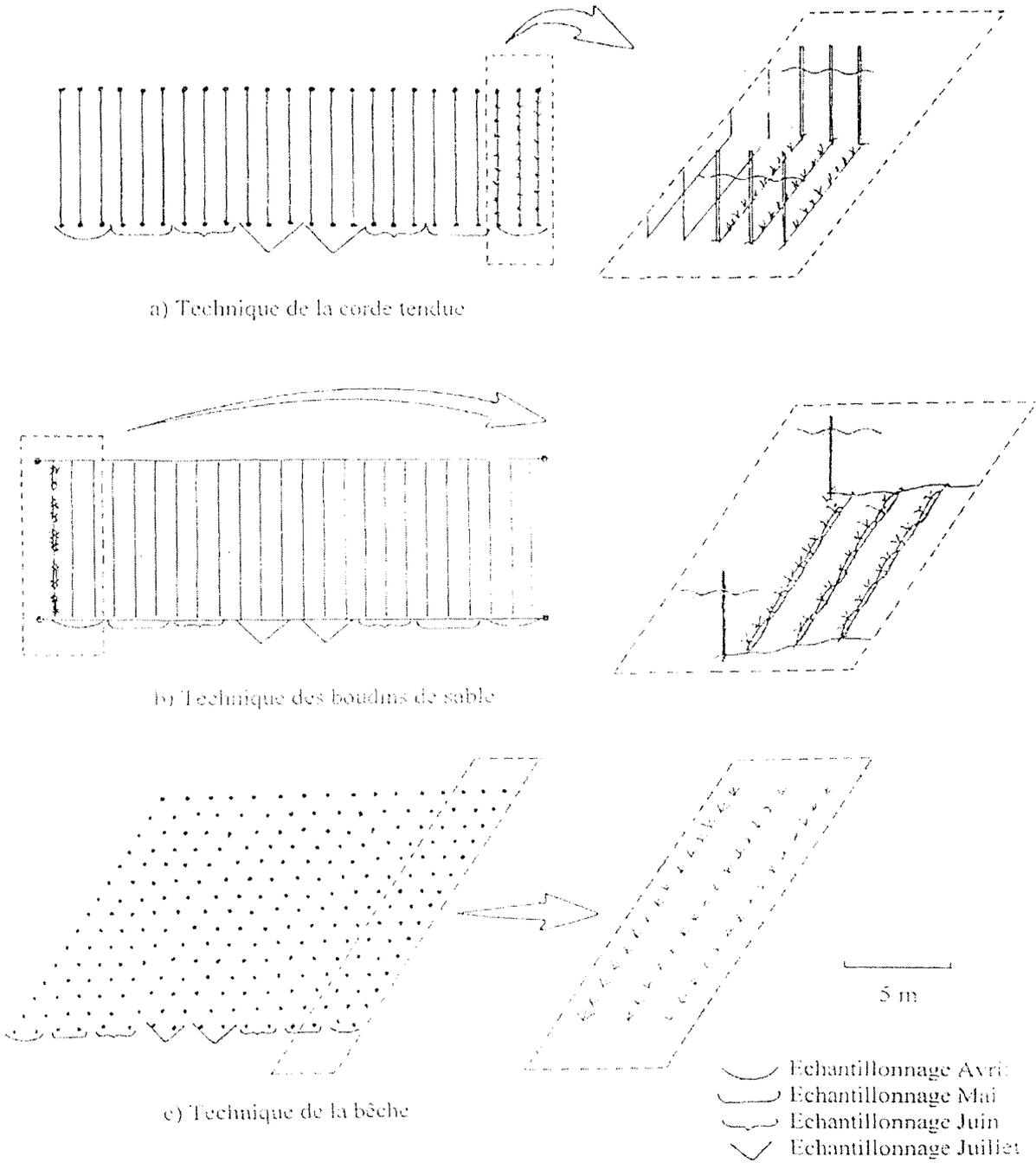
**Technique de la corde tendue**

Les fragments de *G. verrucosa* sont insérés entre les trois torons des cordages placés en monolignes à 50 cm du fond et restant même à marée basse à 50 cm de la surface de l'eau; ces cordages sont tendus parallèlement entre des piquets enfoncés dans le substrat. 24 monolignes de 6 m comportant chacune 8 touffes (soit un total de 192 touffes) ont été mises en place.

**Technique des boudins de sable**

A partir d'une gaine souple en polyéthylène de 10 cm de diamètre, des morceaux de 1,5 m de long sont confectionnés; pour obtenir le boudin de sable, on ferme une extrémité par un cordon, on le remplit avec du sable tamisé puis on étrangle l'autre extrémité avec un fil. Les boutures

Figure 2: Conditions expérimentales et méthodes d'échantillonnage des *Gracilaria* en culture dans le lac de Bizerte



sont attachées sous le boudin au moyen d'une cordelette, la partie médiane contre le tube et les latérales dressées de part et d'autre du tube. Cette opération a été effectuée sur la barque, les conditions climatiques étant clémentes.

Les boudins d'une même rangée, attachés entre eux, sont alors légèrement enfoncés dans le sable. Les rangées de boudins sont attachées entre elles à leur extrémité par deux fils eux-mêmes maintenus parallèles par quatre piquets de telle sorte que la disposition initiale de la parcelle soit conservée. 24 rangées constituées chacune par 5 boudins comportant chacun 2 touffes (soit un total de 240 touffes) ont été installées.

#### **Technique de la bêche**

Pour assurer l'alignement, on tend un fil au ras du sol ensuite avec une bêche on creuse des excavations d'environ 10 cm de profondeur au fond desquelles les boutures sont placées puis enterrées. On recommence cette opération autant de fois qu'on désire obtenir de rangées.

16 rangées constituées chacune de 15 touffes (soit 240 touffes au total) ont été ainsi mises en place.

#### **Entretien des cultures**

Durant la période de croissance, la surveillance des peuplements en culture et un entretien hebdomadaire se sont avérés indispensables et ont porté sur le renforcement de la fixation des fragments de thalles mal attachés, l'élimination des algues épiphytes, des gastéropodes, des bivalves et des polychètes. Ces composantes de la faune et de la flore représentent une difficulté majeure entravant le bon déroulement des cultures.

#### **Méthodes d'échantillonnage**

Des échantillonnages mensuels ont été programmés :

- Cordes tendues : Prélèvement de 3 cordes de chaque côté, ce qui devrait correspondre, s'il n'y a pas de perte, à 48 boutures.
- Boudins de sable : Récupération à chaque étape de 3 rangées de chaque côté, ce qui devrait correspondre à 60 boutures.
- Bêche : Cueillette de 2 rangées de chaque côté, ce qui devrait correspondre à 64 touffes à chaque prélèvement.

La prolifération des compétiteurs végétaux consécutive à l'élévation de la température était telle qu'elle a rendu, au mois de juin, impossible la continuation de l'expérimentation.

#### **Expression des résultats**

Le taux de croissance spécifique (TCS), exprimant le pourcentage d'accroissement du poids humide des touffes par jour, est calculé par la formule suivante:

$$\text{TCS} = \frac{100 \ln (\text{poids final} / \text{poids initial})}{\text{Nombre de jours de culture}}$$

### **RESULTATS**

Le tableau II et les figures 3 et 4 mettent en évidence les résultats enregistrés au niveau des différents modes durant la période de culture.

**Tableau II : Résultats des cultures de *Gracilaria verrucosa* dans le lac de Bizerte**

Résultats	Mode de culture		
	Corde tendue	Boudins de sable	Bêche
Nombre de touffes initial / final	* 48 - 38 . 48 - 22	* 60 - 52 . 60 - 54 o 60 - 40	* 60 - 48 . 60 - 35
% de récupération des touffes	* 79 . 46	* 87 . 90 o 70	* 80 . 58
Poids final moyen (g)	* 492 . 428	* 454 . 1205 o 1284	* 520 . 1136
TCS	* 3,00 . 1,31	* 2,73 . 3,09 o 2,16	* 3,18 . 2,99
Densité finale (kg /m <sup>2</sup> )	* 0,7 . 0,4	* 0,8 . 2,7 o 1,7	* 1,1 . 1,8

TCS: Taux de croissance spécifique (% d'accroissement du poids / jour)

\* : Période du 1 au 30/4/98, soit 30 jours

. : Période du 1/4/98 au 28/5/98, soit 58 jours

o : Période du 1/4/98 au 25/6/98, soit 86 jours

Figure 3: Résultats des cultures de *Gracilaria verrucosa* dans le lac de Bizerte: comparaison des trois modes après 30 jours

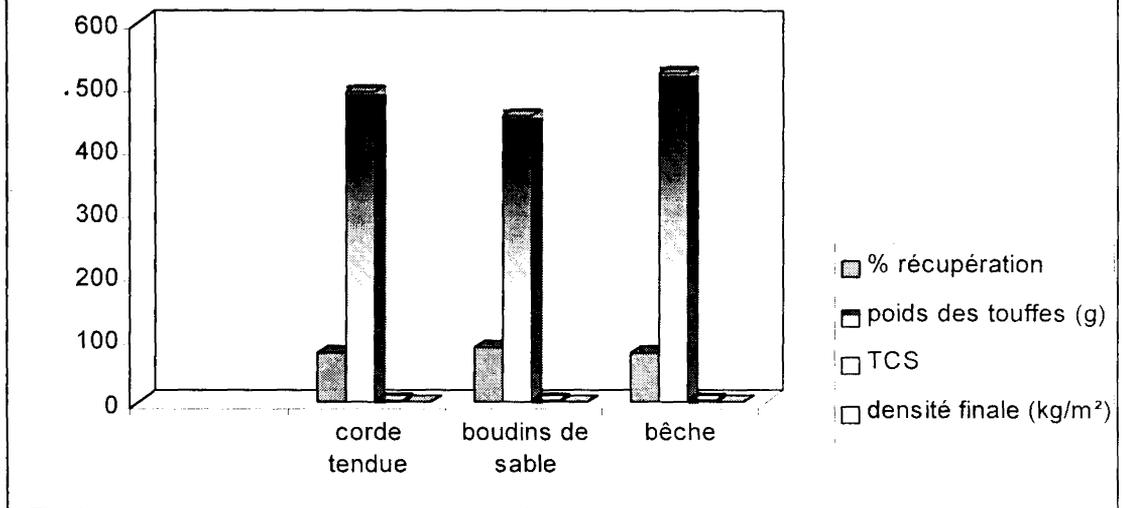
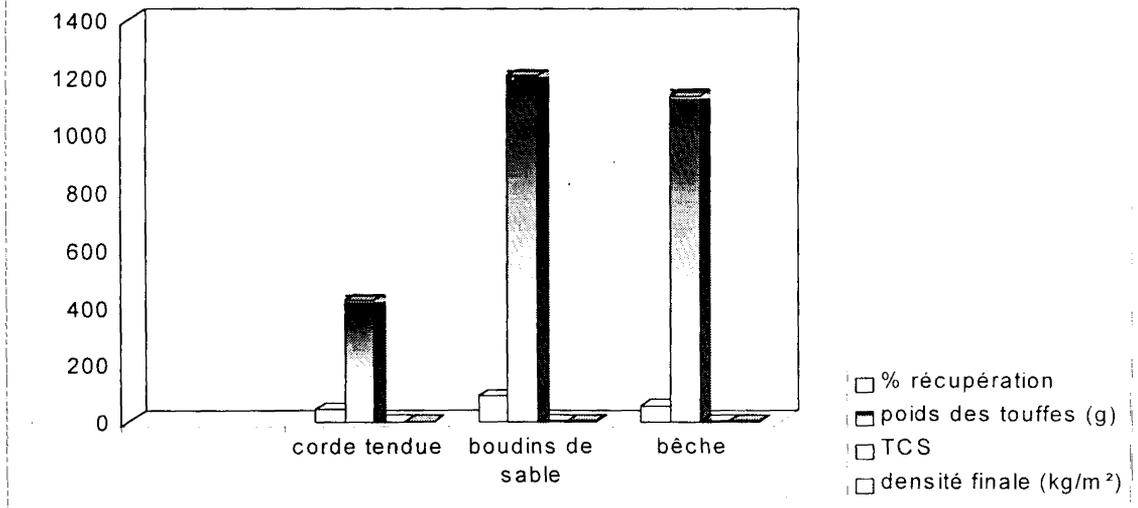


Figure 4: Résultats des cultures de *Gracilaria verrucosa* dans le lac de Bizerte: comparaison des trois modes après 58 jours



Au terme de chaque période de culture (30 et 86 jours), il importe de savoir si l'accroissement du poids des touffes est conditionné par le mode de culture.

Par application du test statistique de comparaison de deux moyennes (test de Fisher; tab. 3 ), il apparaît que le facteur mode de culture agit d'une façon hautement significative (coefficient de sécurité de 95 % et 99,99 %) sur le poids des touffes et cela aussi bien au terme de 30 que de 58 jours de culture.

**Tableau III : Comparaison des moyennes du poids des touffes de *Gracilaria* entre les différentes méthodes de culture**

		Poids individuel moyen des touffes (g)	
		30 j	58 j
Mode de culture	Corde tendue	492	428
	Boudins de sable	454	1205
	Bêche	520	1136
Hypothèse		égalité des 3 moyennes	égalité des 3 moyennes
F calculé		3,4117	29,6506
F théorique		3,0632 (5 %)	7,3690 (0,1 %)
Décision		rejet de l'hypothèse donc il y a action du facteur	

#### Première étape: du 1 au 30/4/98 - 30 jours

Au terme de cette étape de 30 jours de culture, le poids individuel des touffes est passé de 200 à 520 g pour le mode de la bêche, à 454 g pour le mode des boudins de sable et à 492 g pour le mode de la corde tendue.

Si le mode de la bêche a engendré le meilleur TCS des touffes de 3,18 % du poids par jour contre 3,00 pour la corde tendue et 2,73 pour les boudins de sable, c'est le mode des boudins de sable qui vient en première place quant à la préservation des touffes soit 87 % contre 79 et 80 % pour les deux autres modes.

Pour ce qui est de la densité finale des cultures, on obtient l'ordre décroissant suivant: mode de la bêche (1,1 kg/m<sup>2</sup>), boudins de sable (0,8 kg/m<sup>2</sup>) et corde tendue (0,7 kg/m<sup>2</sup>).

#### Deuxième étape: du 1/4/98 au 28/5/98 - 58 jours

Au terme de 58 jours de culture, le poids individuel des touffes est passé de 200 g à 1205 g pour les boudins de sable, à 1136 g pour la bêche et à 428 g pour la corde tendue.

Les constatations suivantes peuvent être mentionnées:

- Au niveau des cordes tendues, l'effet mécanique du brassage par les mouvements de l'eau a occasionné soit une perte importante des touffes (46 % seulement des touffes ont été épargnées) soit leur dégénérescence. Il s'en suit que le TCS (1,31 % du poids / jour) et la densité finale (0,4 kg/m<sup>2</sup>) sont nettement réduits et illustrent très tôt la limitation de ce mode de culture.

- Le mode de la bêche, donnant un bon résultat du TCS (2,99 % du poids / jour), enregistre une faiblesse au niveau de la préservation des touffes (58 % seulement des touffes restent en place); ce qui se traduit par une densité finale de culture relativement faible de 1,8 kg/m<sup>2</sup>.

- La technique des boudins de sable est la plus efficace puisqu'elle confère les meilleurs résultats quant à la préservation des touffes (90 %), du TCS (3,09 % du poids / jour) et de densité finale (2,7 kg/m<sup>2</sup>).

**Troisième étape: du 1/4/98 au 25/6/98 - 86 jours**

Au cours de cette étape, nous avons abandonné le suivi des cultures sur corde et par la bêche en raison de la perte de la quasi-totalité des touffes dans le premier cas et de l'impossibilité de discerner les touffes persistantes dans le second cas (englouties dans la masse des algues contaminantes).

Pour les boudins de sable, bien qu'il y ait des dépôts importants d'autres algues, le suivi a pu être assuré en retirant avec précaution les plants attachés sur les boudins.

Au terme de cette période de 86 jours de culture selon ce dernier mode, le poids individuel des touffes est passé de 200 g 1284 g accusant une baisse du TCS qui n'est plus que de 2,16 % du poids / jour. Un fléchissement au niveau du % de récupération (70 %) et par là même de la densité finale (1,7 kg/m<sup>2</sup>) est aussi enregistré.

De la sorte, entre le dernier échantillonnage (28/5/98) et la présente mesure (25/6/98), soit 28 jours, le poids des touffes a progressé seulement de 6,5 %; ce qui montre qu'il y a intérêt à arrêter les cultures vers le début du mois de juin à moins de placer les implantations dans une zone plus profonde, dépourvue initialement de végétation et ne recevant pas, sous l'action des vagues et au gré de la circulation des courants, les masses substantielles d'autres algues et phanérogames dont la plupart atteint un développement spectaculaire au cours du mois de juin. Les espèces végétales marines, contaminant les cultures et citées ci-après, appartiennent aux principaux groupes et sont plus ou moins fréquentes (tableau IV).

**Tableau IV : Liste des espèces contaminantes**

Classe	Espèce	Fréquence
Chlorophycées	<i>Ulva rigida</i>	+++
	<i>Codium fragile</i>	+
	<i>Chaetomorpha linum</i>	+
	<i>Caulerpa prolifera</i>	++
	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	+
Phéophycées	<i>Dictypteris membranacea</i>	+
	<i>Cystoseira</i>	+
Rhodophycées	<i>Hypnea musciformis</i>	++
	<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	+++
	<i>Gigartina acicularis</i>	+
	<i>Ceramium rubrum</i>	+
	<i>Jania rubens</i>	+

+++ : espèce très fréquente; ++ : espèce fréquente; + : espèce peu fréquente.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Pour la comparaison de nos résultats avec ceux d'autres auteurs, nous allons nous référer aux données du mode de culture le plus performant (boudins de sable) et à la durée qui occasionne les meilleurs rendements (58 jours).

La densité de culture que nous avons obtenue (2,7 kg/m<sup>2</sup>) se situe entre celles signalées au niveau des peuplements naturels denses des *Gracilaria* (recouvrement de 60 -100%) du lac nord de Tunis de 1,3 kg/m<sup>2</sup> (KSOURI et al., 1997), du lac de Bizerte de 4,6 kg/m<sup>2</sup> (KSOURI & BEN SAID, 1998; sous presse). Elle est inférieure aux valeurs maximales de 7 kg/m<sup>2</sup> mentionnées en milieu naturel par KSOURI & BEN SAID (1998, sous presse) dans le lac de Bizerte et par CHIRAPART & OHNO (1993) dans des baies le long des côtes du sud du Japon et de celles de 5,2 kg/m<sup>2</sup> signalées par GLENN et al. (1998) au niveau des champs de cultures à Hawaï.

Le rendement de nos cultures de 27 t / ha (poids humide) correspondant à la densité citée gagnerait à être amélioré pour approcher le rendement de 20 t / ha / an (poids sec) signalé par PEREZ et al. (1992) par affinement de certains aspects tant biologiques que techniques et ce en:

- démarrant les cultures au début du mois de février de façon à ce que l'espèce s'adapte au cours de ce mois aux nouvelles conditions qui lui sont assignées et enclenche sa vitesse de croissance avec le début de l'élévation de la température au début du mois de Mars;
- débutant les cultures avec une densité de 1,2 kg / m<sup>2</sup> au lieu de celle que nous avons adoptée et ce par la diminution de la distance entre les boutures et entre les rangées des boudins.

Ces dispositions permettront, peut être, de réaliser deux récoltes par an.

Le TCS de 3,09 % du poids / j auquel ont conduit nos cultures est sensiblement plus élevé que celui de 2,64 % / j signalé par GLENN et al. (1998) pour *Gracilaria parvispora* cultivée à Taïwan en cages flottantes à partir de plants produits en éclosérie et celui mentionné par CHAOYUAN et al. (1993) de 2,4 % / j pour la culture en Chine de *Gracilaria tenuistipitata* en bassins. Le TCS de nos cultures est cependant inférieur à celui de 4 - 5 % / j noté par PICKERING et al. (1990) en Nouvelle Zélande pour *Gracilaria Chilensis* et celui de 11-12 % / j enregistré en été par MOLLOY & BOLTON (1996) pour *Gracilaria gracilis* cultivée sur corde en Namibie.

Les potentialités de croissance de *Gracilaria verrucosa* sont influencées par les conditions environnementales du milieu où elles vivent, bien que cette espèce soit dotée d'une grande aptitude pour supporter de fortes variations des facteurs écologiques (BOULOT, 1985; KLING, 1978).

Nous avons montré (KSOURI & BEN SAID, 1998; sous presse) que dans le lac de Bizerte cette espèce, cantonnée sur les biotopes sablo-vaseux des bordures Nord-Est touchées par une certaine pollution (urbaine et industrielle) et se rencontrant à une profondeur optimale comprise entre 0,2 et 1,5 m, atteint vraisemblablement son développement maximal durant la période de juin - juillet alors que les conditions du milieu se caractérisent par une température de 23 à 28 °C, une salinité de 36 à 37 ‰, un taux d'oxygène dissous de 5 à 6 ppm, une valeur de la chlorophylle - a de 5,672 à 4,902 et des valeurs de l'azote totale et du phosphate total respectives de 79,261 - 88,736 et 16,244 - 18,147 uatg/l, une forte luminosité et une photopériode de 15 : 9.

Dans le milieu naturel, les espèces du genre *Gracilaria* marquent une nette préférence pour les estuaires envasés où l'eau est fortement polluée (et contenant des quantités importantes d'hydrogène sulfuré), trouble et très dessalée (BOULOT, 1985). Cependant, le développement optimum de cette espèce est obtenu en été en zones calmes et est cerné (KLING, 1978; KIM, 1970; CHAOYUAN et al., 1993; RUENESS et al., 1987; LI et al., 1984) par les conditions

suivantes: une température de 20-30 °C, une forte luminosité de 5 000 lux, une photopériode de 15:9, une faible profondeur de 0,5 à 3 m, un substrat vaseux ou sableux et une salinité de 25 ‰.

Comme nous l'avons signalé pour les cultures de *Gracilaria* dans le lac de Bizerte, d'autres auteurs comme RUENESS et al. (1987) évoquent la compétition qui oppose les gracilaires, en culture ou à l'état naturel, à d'autres algues particulièrement les ulves surtout dans les zones touchées par une certaine eutrophisation.

Afin d'améliorer la croissance de *Gracilaria* et épurer par la même occasion l'eau d'élevage des poissons avant de la rejeter dans le milieu naturel, on procède à la culture intégrée de cette espèce avec notamment les salmonidés (BUSCHMANN et al., 1996) pour la faire profiter des nutriments contenus dans les effluents des eaux d'élevage. La culture de *Gracilaria* dans le lac de Bizerte, outre son aspect économique, peut avoir des retombées positives sur l'environnement en contribuant à la diminution de la pollution surtout organique.

En général, la culture de *Gracilaria verrucosa* est fondée sur la propriété de régénération à partir de fragments ou boutures (multiplication végétative) et est réalisée à une échelle industrielle dans bon nombre de pays d'Asie (Taïwan, Vietnam, Thaïlande) et d'Amérique (Chili, Caraïbes). Sa culture à partir des éléments reproducteurs (tétraspores et carpospores: BEN SAID: 1996 et 1997) est possible mais requiert la maîtrise en laboratoire des conditions régissant l'émission des spores et l'obtention des plantules.

Dans les zones où les peuplements naturels de cette espèce sont surexploités, le recours à l'écloserie pour la production dans des conditions contrôlées des stades tétrasporophytes et gamétophytes puis l'ensemencement des plantules dans des cages flottantes en mer peut constituer une alternative judicieuse (GLENN et al., 1998) pour les pays comme Taïwan où la production et la valeur de *Gracilaria* issus des cultures en marais ont diminué à cause notamment de l'utilisation de ces marais pour l'élevage en monoculture de la crevette *Penaeus monodon* (AJISKA T & CHIANG Y.M., 1993).

En conclusion, pour la culture de *Gracilaria verrucosa* dans la partie Nord - Est du lac de Bizerte dans une zone calme où le substrat est sableux, la profondeur est de 2 m et où la végétation est la moins abondante possible (taux de couverture du substrat de 5 - 10 %), la technique dite « du boudin de sable » longiligne s'avère la plus efficace. En effet, les cultures expérimentales, initiées au début du mois d'avril à partir de fragments de thalles de 200 g à une densité initiale de 0,4 kg / m<sup>2</sup> (touffes espacées de 0,7 m et rangées distantes de 1 m), ont abouti au bout de 2 mois à des touffes de 1205 g, conférant une densité finale de 2,7 kg / m<sup>2</sup> et un taux de croissance spécifique de 3,09.

Un démarrage précoce des cultures (au mois de février) à une densité plus élevée (1,2 kg / m<sup>2</sup>) et une diminution de la distance entre les touffes et celle entre les rangées représentent des ajustements de nature à rehausser considérablement le rendement que nous avons obtenu.

## BIBLIOGRAPHIE

AJISAKA T. & CHIANG Y.M., 1993 - Recent status of *Gracilaria* cultivation in Taïwan. *Hydrobiologia* 260 / 261: 335 - 338.

BEN SAID R., 1996 - Effet de la température et de la lumière sur la croissance des tétraspores de la rhodophycée *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. *Bull. INSTM*, vol; 23, n° 2: 62 - 79.

BEN SAID R., 1997 - Influence de la température et de l'éclairement sur la croissance des carpospores de la rhodophycée *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. *Rev. INAT*, vol. 12, n° 1: 77 - 92.

BOULOT A., 1985 - La phycoculture: techniques, intérêts et perspectives. *Thèse, Diplôme d'Etat de Doct. en Pharmacie*. Univ. Caen: 178 p.

- BUSCHMANN A., TOREL M., KAUTSKY N. & KAUTSKY L., 1996 - Integrated tank cultivation of salmonids and *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* 326 / 327: 75 - 82.
- CHAOYUAN V., LI R., LIN G., WEN Z., DONG L., ZHANG J., HUANG K., WEI SH. & LAN G., 1993 - Some aspects of the growth of *Gracilaria teuistipitata* in pond culture. *Hydrobiologia* 260 / 261: 339 - 343.
- CHIPART A. & OHNO M., 1993 - Seasonal variation in the physical properties of agar and biomass of *Gracilaria sp.* (chorda type) from Tosa Bay, southern Japan. *Hydrobiologia* 260/261: 541 - 547.
- GLENN E., MOORE D., BROWN J., TANER R., FITZSIMMONS K., AKUTIGAWA M. & NAPOLEAN SH., 1998 - A sustainable culture system for *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) using sporelings, reef growout and floating cages in Hawaiï. *Aquaculture*, 165: 221 - 232.
- KIM D., 1970 - Economically important seaweeds in Chile -I) *Gracilaria*. *Botanica marina* vol. XIII: 140-162.
- KLING R., 1978 - Recherche des conditions optimales de croissance de *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. (Gigartinales, Gracilariales). *Thèse 3ème cycle. Univ. des Sc. et Techn. Lille*: 157 p.
- KSOURI J., BEN SAID R. & BEJI O., 1996 - Cartographie des peuplements de la macroalgue *Gracilaria* (Gigartinales, Gracilariales) dans le lac nord de Tunis. *Bull. INSTM*. Vol. 23. N°1: 55-72.
- KSOURI J., BEN SAID R. & BEJI O., 1997 - Evaluation des potentialités quantitatives naturelles des gracilaires (algues rouges) du lac nord de Tunis. *Bull. INSTM*. Vol. 24. N°1: 15-27.
- KSOURI J. & BEN SAID R., 1998 - Potentialités en macroalgues: cartographie et biomasse de l'agarophyte *Gracilaria* dans le lac de Bizerte. *Bull. INSTM* (sous presse).
- LI R-Z., CHONG R-Y. & MEN Z-C., 1984 - A preliminary stud of raft cultivation of *Gracilaria verrucosa* and *Gracilaria sjoestedtii*. *Hydrobiologia* 116 / 117: 252 - 254.
- MOLLOY F.J. & BOLTON J.J., 1996 - The effect of season and depth on the growyh of *Gracilaria gracilis* at Lüderitz, Nambia. *Botanica Marina* 39: 407 - 413.
- PEREZ R. KAAS R., ARBAULT S. & BARBAROUX O., 1992 - La culture des algues marines dans le mode. *Edition IFREMER*: 613 p.
- PEREZ R., 1993 - Perspectives pour une algoculture de macroalgues en Tunisie. *Rapport de consultation. Plan Directeur de l'aquaculture. Projet de coopération Tunisie /PNUD*: 29 p.
- PEREZ R. 1997 - Ces algues qui nous entourent. Conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisation, culture. *Edition IFREMER*: 272 p.
- PICKERING T.G., GORDON M.E. & TONG L.G., 1990 - Seasonal growth, density, reproductive phenology and agar quality of *Gracilaria sordida* (Gracilariales, Rhodophyta) at Mokomoko inlet, New Zealand. *Hydrobiologia* 204 / 205: 253 - 262.
- RUENESS J.H., MATHISEN H.A. & TANANGER T. 1987. Culture and field observations on *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. (Rhodophyta) from Norway. *Botanica Marina* 30: 267 - 276.