



**Méditerranée  
Action Nature**  
المنوسطية للأنشطة البيئية

**NOTE NATURALISTE**

**Janvier 2024**

## **Caractérisation phénologique et lépidochronologique de l'herbier de posidonie dans l'AMCP de l'archipel de la Galite-Tunisie**

*Galite, Aout-Octobre 2021*



©OF 2021



*Cette étude a été réalisée par Méditerranée Action Nature MAN et l'Agence de Protection et d'aménagement du Littoral APAL. Les cogestionnaires de l'Aire Marine et Côtière Protégée de la Galite.*



*Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet « Pour la gestion de l'Aire Marine et côtière Protégée de la Galite » financée par The MedFund avec le soutien du Fond Français pour l'Environnement Mondiale FFEM*



*Cette étude a été réalisée avec l'appui du conservatoire du littoral et de l'Initiative PIM*

Citation du document

***Pour des fins bibliographiques, citer le présent document comme suit :***

*Walid BELGACEM, 2024. Caractérisation phénologique et lépidochronologique de l'herbier de posidonie dans l'AMCP de l'archipel de la Galite. Note naturaliste, Suivi de l'herbier de posidonie de l'archipel de la Galite-Tunisie. Projet Cogestion de la Galite, Association Méditerranée Action Nature-Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral-MedFund : Août-Octobre, 2021 : 24 pages.*

### **Rédaction du document**

Walid BELGACEM

### **Traitement des données et rédaction**

Walid BELGACEM

### **Cartographies, structuration du SIG**

Walid BELGACEM & Oussema FERSI

### **Date de la mission**

Août et Octobre 2021

### **Participants aux missions de terrain**

Walid BELGACEM, Bassem LAZZEM, Sabri JAZIRI, Walid ABBASSI et Oussema FERSI

### **Crédit Photographique**

Walid BELGACEM ©WB, Oussema FERSI ©OF

## Résumé

Ce rapport synthétise l'activité du Suivi de la Posidonie dans l'archipel de la Galite entre Aout et Octobre 2021. Ce suivi d'un habitat et d'un écosystème patrimoniale Méditerranéen entre dans le cadre des actions de cogestion de la futur AMCP de la Galite assurée par l'équipe mixte de cogestion MAN/APAL .

La dite mission de suivi de la biodiversité se basant sur l'une des trois espèces cibles de conservation à sa voir la Posidonie *Posidonia oceanica*. Les objectifs principaux de ce suivi de cette espèce emblématique est étant de caractériser l'état écologique de l'herbier de l'archipel et de marquer un état de base pour le suivi de l'effort de conservation et de gestion dans l'AMCP de la Galite. Cette évaluation à été réalisée selon des protocoles scientifiques standardisés et validées en Méditerranée dans le cadre du projet cogestion de l'AMCP de la Galite- MAN/APAL/MedFund.

**Mots-clés :** Galite, Tunisie, Posidonie, *Posidonia oceanica*, baie de la Galite, archipel de la Galite

## Abstract

This report summarizes the activity of Posidonia Monitoring in the Galite archipelago between August and October 2021. This monitoring of a habitat and a Mediterranean heritage ecosystem is part of the co-management actions of the future MCPA of Galite provided by the joint MAN/APAL co-management team.

The so-called biodiversity monitoring mission is based on one of the three target conservation species, see Posidonia *Posidonia oceanica*. The main objectives of this monitoring of this emblematic species are to characterize the ecological state of the herbarium of the archipelago and to mark a baseline state for monitoring the conservation and management effort in the MCPA of Galite. This assessment was carried out according to standardized scientific protocols and validated in the Mediterranean as part of the Galite MCPA co-management project, MAN/APAL/MedFund;

**Keywords:** Galite, Tunisia, Posidonia, *Posidonia oceanica*, Galite bay, Galite archipelago

## Contexte

La cogestion APAL/MAN de l'archipel de la Galite a débuté en Décembre 2020 dans le cadre de la convention de financement tripartite entre le MedFund, l'APAL (AGENCE DE PROTECTION ET D'AMENAGEMENT DU LITTORAL) et l'association MAN (MEDITERRANEE ACTION-NATURE) (convention de financement N° F2020-02) pour la gestion de la future Aire Marine et Côtière Protégée de la Galite (Projet cogestion de la Galite). Il s'agit d'un projet qui vise la mise en place d'actions de gestion concrètes, ayant un impact positif sur les divers écosystèmes terrestres et marins de l'archipel, sur sa biodiversité, ses ressources naturelles ainsi que les usages et usagers socio-économiques de la future AMCP.

Cette mission prévue comme activité du projet cogestion de la Galite et programmée par le plan d'action 2021, a été organisée avec l'appui financier de l'Initiative pour les Petites Iles de Méditerranée (PIM) et l'appui logistique de Okianos.

## Situation géographique

La Galite est une île située par 37°31' de latitude Nord et 8°55' de longitude Est, au large de la côte septentrionale de la Tunisie, à 25 milles marins (46 kilomètres) au Nord du Cap Negro, à 33 milles (61 kilomètres) au Nord/Nord-Est de Tabarka et à 50 milles (92 kilomètres) au Nord/Nord-Ouest de la rade de Bizerte (Soumille, 1985).

## Suivi des herbiers de posidonie

La posidonie est l'une des espèces cibles marines qui bénéficie d'un suivi scientifique au niveau de l'archipel de la Galite. Pendant les missions de terrain de 2021, l'équipe de cogestion a réalisé des plongées de prospection au niveau de plusieurs sites de l'archipel de la Galite. La caractérisation de l'état des herbiers de posidonie a été réalisée en suivant un protocole scientifique standardisé.



Positionnement Géographique de la Galite par rapport à la cote nord et à la Tunisie

Le suivi scientifique des herbiers de posidonie s'est intéressé à la caractérisation de plusieurs paramètres vitaux qui peuvent renseigner sur l'état écologique de cet écosystème.

## 1. Objectifs

### I. Sites d'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé au niveau de trois sites de l'archipel de l'AMCP de la Galite (Figure 1):

- Baie de la Galite : la station d'étude est située juste en face de la plage à galée sur une profondeur de 8m.
- Baie Nord de la Galite : station située à 8m de profondeur
- Fauchelle : la station d'étude est située dans le canal qui sépare la Fauchelle au Galiton juste en face de la petite baie de la Fauchelle à une profondeur de 6m.



**Figure 1** : Position géographique des stations d'échantillonnage

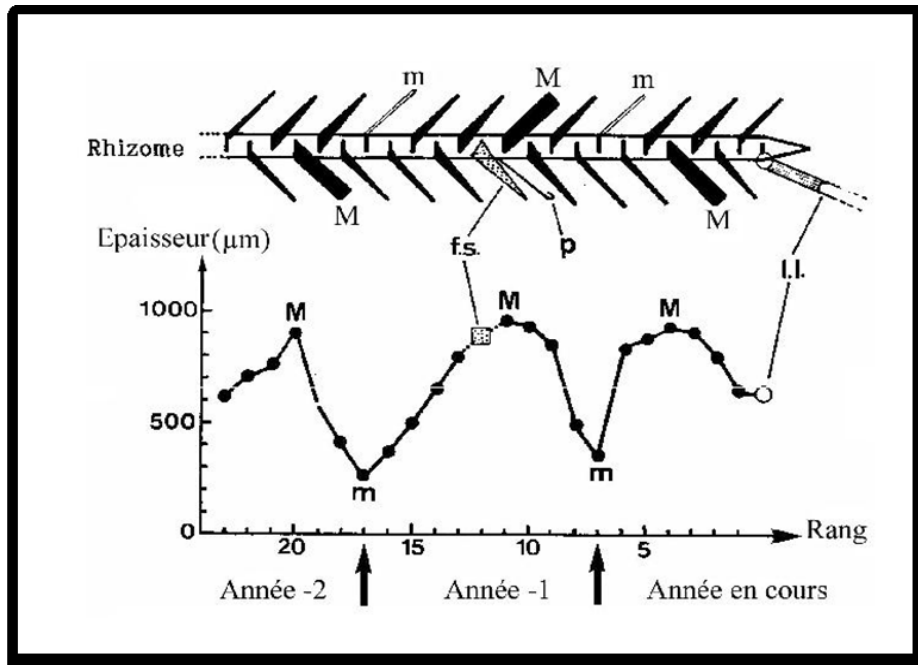
## II. Matériel et méthodes

### II.1. Lépidochronologie

La chute des feuilles, comme leur formation, se produit tout au long de l'année (Pergent et Pergent-Martini, 1991). A leur mort, les feuilles ne se détachent pas en totalité : seul le limbe est caduc, tandis que la partie basale, ou pétiole, reste fixée au rhizome. Le pétiole prend alors l'aspect d'une écaille et sera, pour cette raison, désigné sous ce terme (Grenier, 1860).

Les écailles, comme les rhizomes sont peu putrescibles, et se conservent donc pendant plusieurs siècles. Toute une série de paramètres relatifs aux écailles (longueur, épaisseur, anatomie) varie selon un cycle annuel (Figure 2): la comparaison de l'épaisseur des écailles produites le long d'un rhizome fait apparaître des variations cycliques, ces cycles ont une périodicité annuelle avec un maximum et un minimum d'épaisseur par an.

Les dates d'inversion des cycles d'épaisseur sont constantes d'une année à l'autre pour une même station : les écailles "fines" apparaissent à la fin de l'hiver ou au début du printemps, tandis que les écailles "épaisses" apparaissent en automne.



**Figure 2 :** La lépidochronologie

En haut, disposition des écailles le long d'un rhizome de *P. oceanica*. En bas: épaisseur des écailles (en  $\mu\text{m}$ ). M : maximum d'épaisseur. m: minimum d'épaisseur. fs: restes d'un pédoncule floral. p:prophyll accompagnant le pédoncule floral. l.l.: feuille vivante la plus âgée (Pergent, 1987).

Le terme "année lépidochronologique" est utilisé pour définir la période de temps comprise entre deux minima. Ce terme permet d'éviter toute confusion avec les années calendaires. On désigne sous le nom de lépidochronologie l'analyse de ces cycles (Crouzet, 1981; Crouzet *et al.*, 1983 ; Pergent *et al.*, 1983; Pergent, 1990a). Ces cycles sont présents le long de tous les rhizomes, plagiotropes et orthotropes, quelle que soit la profondeur où ils sont récoltés.

La lépidochronologie constitue un outil permettant de mesurer la vitesse de croissance des rhizomes, le nombre de feuilles formées chaque année, la dynamique d'édification des herbiers, la production primaire actuelle et passée, les teneurs anciennes en polluants, etc. (Pergent, 1990b;Pergent&Pergent-Martini, 1990, 1991; Pergent *et al.*, 1992; Pergent-Martini, 1998).

L'étude lépidochronologique est réalisée sur les mêmes faisceaux que l'étude phénologique. Elle est effectuée sur des faisceaux orthotropes réhydratés et nettoyés de façon à retirer le sédiment entre les écailles ainsi que les épiphytes et épibiontes macroscopiques du rhizome. Les écailles de chaque rhizome sont très soigneusement détachées en respectant leur ordre distique d'insertion le long du rhizome. Les écailles étant emboîtées les unes dans les autres, la dissection se fait à partir des plus anciennes vers les plus récentes (Pergent, 1987). Les écailles sont classées par rang en fonction de leur position sur le rhizome : l'écaille qui se trouve juste après la première feuille vivante a le rang

1. Le rang des écailles augmente donc en s'éloignant du point végétatif. Le rang des minima et des maxima d'épaisseur est noté pour chaque rhizome. Après avoir rencontré chaque écaille d'épaisseur minimale, le rhizome est coupé au niveau de l'insertion de cette écaille, puis sa longueur est mesurée. Chaque tronçon de rhizome est placé dans une étuve à 70°C, jusqu'à obtention d'un poids constant puis pesé avec une balance de précision permettant des mesures à 0.1 mg. Cette étude va nous permettre de définir les paramètres suivants :

- **Nombre des feuilles formées par année**

Ce paramètre est déduit par le dénombrement des écailles au cours de chaque cycle (année) après la dissection des rhizomes.

- **Vitesse de croissance des rhizomes**

Elle correspond à l'allongement du rhizome pour chaque année. Elle est déterminée en se basant sur la mesure du tronçon relatif à chaque cycle.

- **Production des rhizomes**

La production annuelle des rhizomes correspond au poids moyen des tronçons de rhizomes de l'année lépidochronologique prise en compte et exprimé en grammes de matière sèche par an.



Figure 3 : Echantillons pesés dans l'étuve à 70°C (Présent travail)



Figure 4 : Pesée des échantillons (Présent travail)

## II.2. Paramètres phénologiques

### ➤ Densité foliaire

La densité de l'herbier de posidonie s'exprime par le nombre de faisceaux présents par unité de surface (généralement le mètre carré). Celle-ci varie en fonction de la profondeur et des conditions de milieu.

En raison de l'intensité lumineuse élevée près de la surface, un herbier présente des valeurs de densité très élevées dans les secteurs superficiels, alors que ces valeurs sont beaucoup plus faibles en profondeur (limite inférieure) ou dans des zones présentant une turbidité élevée (Pergent&Pergent-Martini, 1995; Bonhomme *et al.*, 2001).

Les valeurs de la densité, relevées *in situ*, permettent de caractériser les herbiers. Deux échelles de classification sont actuellement utilisées, l'échelle de Giraud (1977) et celle de Pergent-Martini (1994).



**Tableau 1.** Classification des herbiers de posidonie selon la densité des faisceaux au m<sup>2</sup> (Giraud ; 1977).

**Densité par m<sup>2</sup>**

+ 700 f / m<sup>2</sup>

De 400 à 700 f / m<sup>2</sup>

De 300 à 400 f / m<sup>2</sup>

De 150 à 300 f / m<sup>2</sup>

De 50 à 150 f / m<sup>2</sup>

Moins de 50 f / m<sup>2</sup>

**Type de l'herbier**

**Type 1:** herbier très dense

**Type 2:** herbier dense

**Type 3:** herbier clairsemé

**Type 4:** herbier très clairsemé

**Type 5 :** herbier semi clairsemé

**Type 6 :** faisceaux isolés

**Tableau 2.** Classification de la densité des herbiers en fonction de la profondeur (Pergent-Martini, 1994)

Prof	DA		DSI		DN		DSS	Prof	DA		DSI		DN		DSS
1	←	822	↔	934	↔	1158	→	21	←	48	↔	160	↔	384	→
2	←	646	↔	758	↔	982	→	22	←	37	↔	149	↔	373	→
3	←	543	↔	655	↔	879	→	23	←	25	↔	137	↔	361	→
4	←	470	↔	582	↔	806	→	24	←	14	↔	126	↔	350	→
5	←	413	↔	525	↔	749	→	25	←	4	↔	116	↔	340	→
6	←	367	↔	479	↔	703	→	26	←		↔	106	↔	330	→
7	←	327	↔	439	↔	663	→	27	←		↔	96	↔	320	→
8	←	294	↔	406	↔	630	→	28	←		↔	87	↔	311	→
9	←	264	↔	376	↔	600	→	29	←		↔	78	↔	302	→
10	←	237	↔	349	↔	573	→	30	←		↔	70	↔	294	→
11	←	213	↔	325	↔	549	→	31	←		↔	61	↔	285	→
12	←	191	↔	303	↔	527	→	32	←		↔	53	↔	277	→
13	←	170	↔	282	↔	506	→	33	←		↔	46	↔	270	→
14	←	151	↔	263	↔	487	→	34	←		↔	38	↔	262	→
15	←	134	↔	246	↔	470	→	35	←		↔	31	↔	255	→
16	←	117	↔	229	↔	453	→	36	←		↔	23	↔	247	→
17	←	102	↔	214	↔	438	→	37	←		↔	16	↔	240	→
18	←	88	↔	200	↔	424	→	38	←		↔	10	↔	234	→
19	←	74	↔	186	↔	410	→	39	←		↔	3	↔	227	→
20	←	61	↔	173	↔	397	→	40	←		↔		↔	221	→

**DA :** densité anormale ; **DSI :** densité sub-normale; **DN :** densité normale ; **DSS:** densité sub-normalesupérieure.

Tableau 3. Classification de la densité de l'herbier de posidonie selon la nouvelle grille d'évaluation de densité (Pergent, 2007).

Profondeur (m)	Très Bonne		Bonne		Normale		Médiocre		Mauvaise				
	>			à		à		à		<			
1	>	1133	1133	à	930	930	à	727	727	à	524	<	524
2	>	1067	1067	à	863	863	à	659	659	à	456	<	456
3	>	1005	1005	à	808	808	à	612	612	à	415	<	415
4	>	947	947	A	757	757	à	567	567	à	377	<	377
5	>	892	892	A	709	709	à	526	526	à	343	<	343
6	>	841	841	A	665	665	à	489	489	à	312	<	312
7	>	792	792	A	623	623	à	454	454	à	284	<	284
8	>	746	746	A	584	584	à	421	421	à	259	<	259
9	>	703	703	A	547	547	à	391	391	à	235	<	235
10	>	662	662	A	513	513	à	364	364	à	214	<	214
11	>	624	624	A	481	481	à	338	338	à	195	<	195
12	>	588	588	A	451	451	à	314	314	à	177	<	177
13	>	554	554	à	423	423	à	292	292	à	161	<	161
14	>	522	522	à	397	397	à	272	272	à	147	<	147
15	>	492	492	à	372	372	à	253	253	à	134	<	134
16	>	463	463	à	349	349	à	236	236	à	122	<	122
17	>	436	436	à	328	328	à	219	219	à	111	<	111
18	>	411	411	à	308	308	à	204	204	à	101	<	101
19	>	387	387	à	289	289	à	190	190	à	92	<	92
20	>	365	365	à	271	271	à	177	177	à	83	<	83
21	>	344	344	à	255	255	à	165	165	à	76	<	76
22	>	324	324	à	239	239	à	154	154	à	69	<	69
23	>	305	305	à	224	224	à	144	144	à	63	<	63

### ➤ Biométrie foliaire

Les caractéristiques morphologiques ainsi que l'âge des feuilles diffèrent en fonction de leur position au sein du faisceau. L'apparition des feuilles se faisant par le centre du faisceau, l'âge de celles-ci augmente vers la périphérie. Chaque faisceau est disséqué en respectant l'ordre distique d'insertion des feuilles. Pour chaque feuille, la longueur totale et la largeur du limbe sont mesurées ainsi que la longueur de la base quand celle-ci existe ; en effet, l'acquisition de cette dernière par les feuilles se fait lorsque leur allongement est

presque terminé (Rico-Raimondino, 1995). On regroupe alors les feuilles en 3 catégories, selon le protocole de Giraud (1979) :

- Les feuilles adultes, pourvues d'une base (supérieure ou égale à 2 mm) et mesurant plus de 50 mm de long.
- Les feuilles intermédiaires, sans base et mesurant plus de 50 mm de long.
- Les feuilles juvéniles dépourvues de base et mesurant moins de 50 mm de long.

Les paramètres, relatifs à la phénologie, qui sont relevés :

- Le nombre moyen de feuilles par faisceaux.
- Le coefficient A (pourcentage de feuilles ayant perdues leur apex, Giraud, 1979).
- La longueur moyenne des feuilles adultes et intermédiaires.
- La largeur moyenne des feuilles adultes et intermédiaires.
- La surface foliaire exprimée en cm<sup>2</sup>/faisceau.

## RESULTATS

### I. analyse lépidochronologique

La dissection des rhizomes a été effectuée selon la méthode décrite précédemment (Pergent, 1987)



**Figure 5** : Cycles lépidochronologiques après dissection d'un rhizome (Présent travail)

### I.1. Nombre des feuilles formées par année

L'analyse de ce paramètre nous a permis d'avoir une idée précise sur la production de l'herbier de posidonie dans les différentes stations prospectées durant les dernières années (Figure 6).

Pour l'herbier de la Fauchelle, l'année 2014 était la plus productive avec une moyenne de 9,3 feuilles produites. Pour la baie nord de la Galite, la valeur maximale de cet indice a été enregistrée en 2020 avec une moyenne de 10,3 feuilles produites.

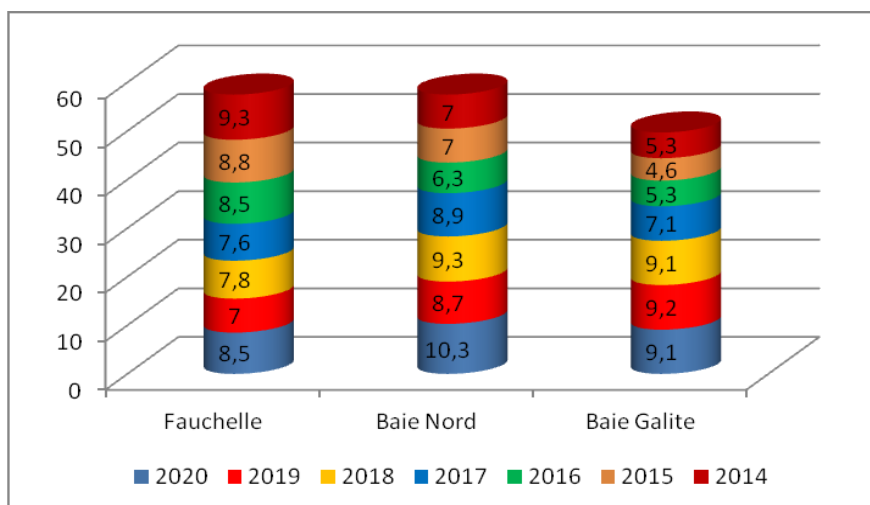


Figure 6 : Nombre moyen de feuille produite par année

### I.2. Vitesse de croissance des rhizomes

Au niveau de la Fauchelle et la baie de la Galite, l'année 2014 a été caractérisée par une croissance maximale ce que pourrait être dû aux conditions du milieu pendant cette année qui ont été plus favorables pour une croissance aussi importante de l'herbier de posidonie (Figure 7). Pour la baie Nord, l'année 2017 avait la croissance la plus élevée avec une moyenne de 9.4mm/année.

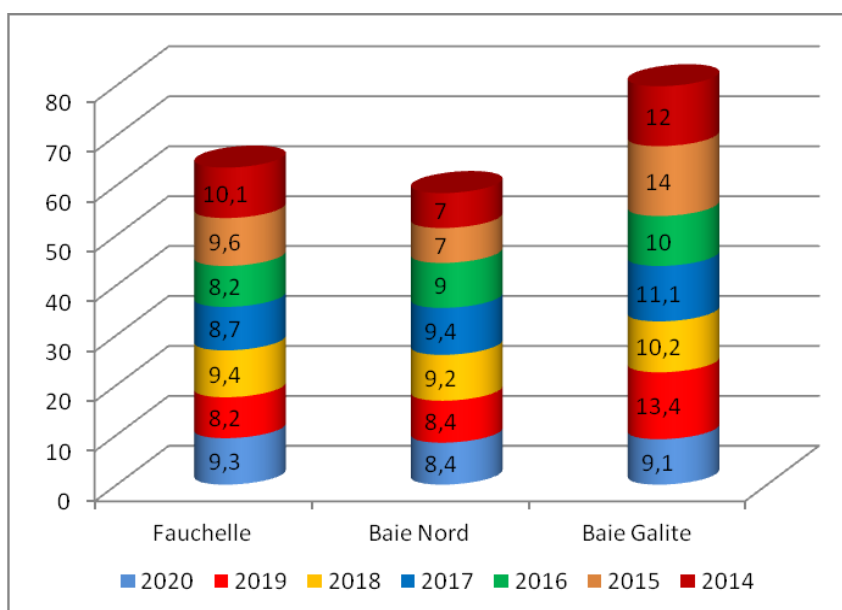


Figure 7. Variations de l'allongement annuel des rhizomes exprimé en mm

### I.3. Production de rhizomes

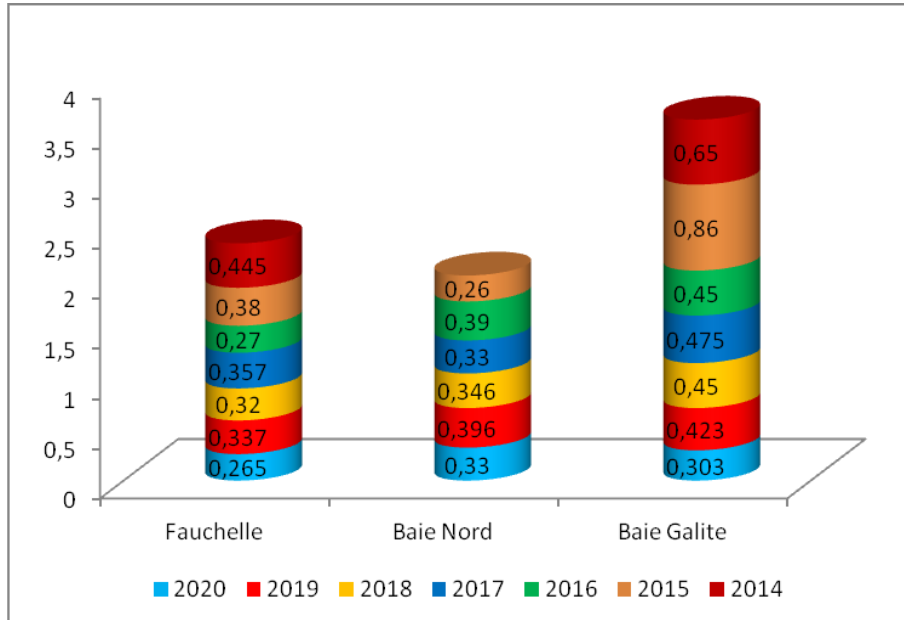


Figure 8. Variation de la production annuelle des rhizomes, exprimée en mg de matière sèche par an.

La production primaire de l'herbier de posidonie a largement varié en fonction des années d'une station à une autre (Figure 8). L'année 2015 était la plus productive au niveau de la baie de la Galite et la Fauchelle. Pour la baie Nord, la valeur maximale de cet indice a été enregistrée en 2019.

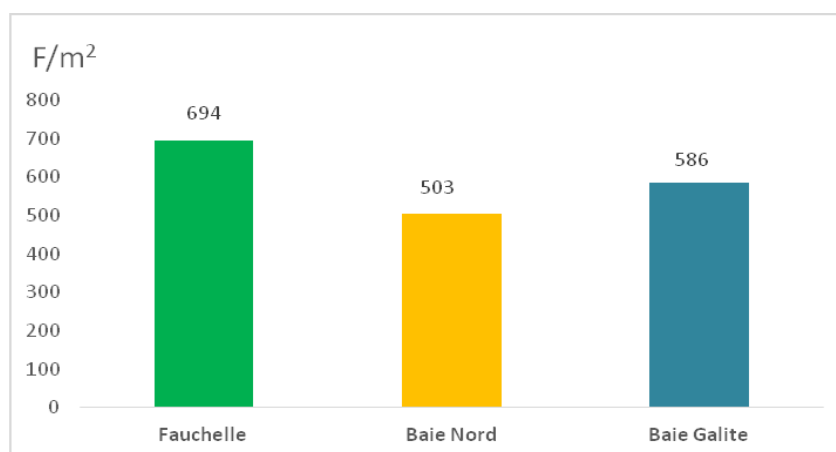
L'observation des figures 6 et 7 a montré une nette corrélation entre la production primaire et l'allongement des rhizomes. Cette corrélation a été déjà déduite par différents autres auteurs (Boudouresque et al., 1983; Pergent, 1987; Peirano, 2002; Dejellouli, 2007).

### II- Densité foliaire

La densité foliaire a été estimée à l'aide d'un quadra de 60cm de côté subdivisé en 9 petit quadra de 20 cm de côté (Figure 9).



Figure 9: Comptage de la densité foliaire de l'herbier de posidonie (Photo présent travail)



**Figure 10** : Valeurs de la densité foliaire

La densité foliaire enregistrée au niveau des différentes stations est importante et elle a permis de classer les différents herbiers étudiés comme suit :

- **Herbier de la Fauchelle :**

Herbier **Dense** (Giraud 1977),

Herbier à densité **Normale** (Pergent-Martini, 1994)

Herbier à densité **Bonne** (Pergent, 2007)

- **Herbier de la baie Nord de la Galite :**

Herbier **Dense** (Giraud 1977),

Herbier à densité **Normale** (Pergent-Martini, 1994)

Herbier à densité **Normale** (Pergent, 2007)

- **Herbier de la baie de la Galite :**

Herbier **Dense** (Giraud 1977),

Herbier à densité **Normale** (Pergent-Martini, 1994)

Herbier à densité **Bonne** (Pergent, 2007)

Les différentes valeurs de la densité, dans les trois stations, sont en faveur d'un herbier en bon état qui ne présente pas des indices de dégradation selon les différentes échelles de classifications adoptées pour la posidonie.

Une comparaison avec d'autres herbiers étudiés à Tunisie montrée très bien l'importance de la densité foliaires des herbiers de l'AMCP de la Galite par rapport aux autres sites tunisiens.

**Tableau 4** : Valeurs de la densité foliaires pour des herbiers de différentes localités de la Tunisie

Site	Pf	Densité (Fx/m <sup>2</sup> )	Giraud 1977	Pergent-Martini <i>et al.</i> , 1995	Pergent, 2007	Références
Cap Zebib	3m	378 ± 72,5	herbier clairsemé	DA	Mauvaise	Belagcem., 2011
	12m	293 ± 69,8	herbier très clairsemé	DSI	Médiocre	
Ras Jebel	3m	679 ± 125	herbier dense	DN	Normale	
	12m	464,47 ± 89	herbier dense	DN	Bonne	
Sidi Salem	3m	380 ± 10	herbier clairsemé	DA	Mauvaise	
	12m	290 ± 80	herbier très clairsemé	DSI	Médiocre	
Rimel	3m	474 ± 68	herbier dense	DN	Bonne	
	12m	260 ± 99	herbier très clairsemé	DSI	Médiocre	
Baie Nord	8m	503 ± 96	Herbier <u>Dense</u>	DN	Normale	Présent travail
Fauchelle	6m	694 ± 62	Herbier <u>Dense</u>	DN	Bonne	
Baie Galite	8m	586 ± 73	Herbier <u>Dense</u>	DN	Bonne	

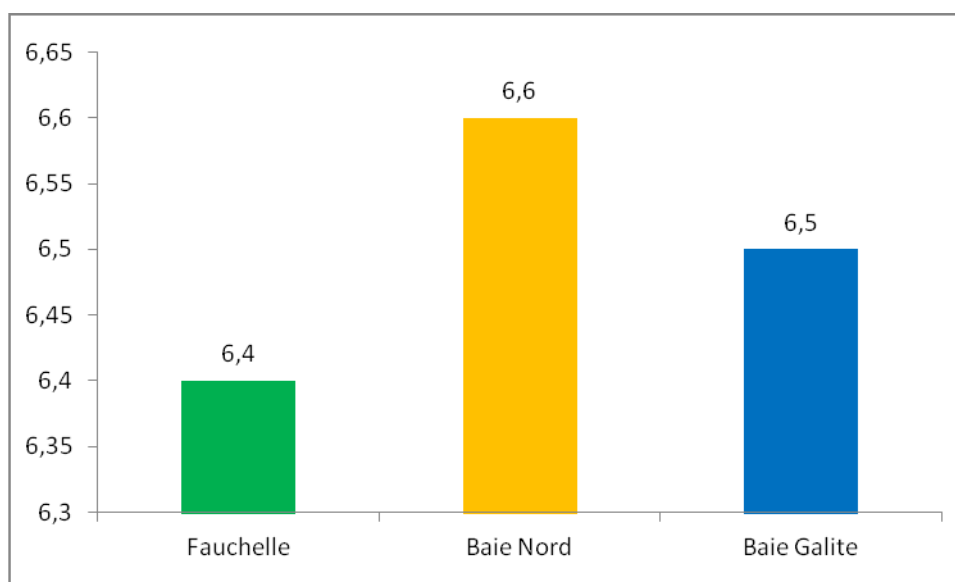
### III- Biométrie foliaire ou phénologie



**Figure 11** : Différents types de feuilles après dissection d'un faisceau de posidonie (présent travail)

#### III.1. Nombre des feuilles par faisceau

Ce paramètre représente la somme des feuilles adultes et intermédiaires pour chaque faisceau. La variation n'est pas significative entre les différentes stations avec une valeur supérieure à 6 feuilles par faisceau (Figure 12).



**Figure 12.** Variations du nombre global des feuilles/faisceaux

**Tableau 5.** Valeurs du nombre global de feuilles G dans différents sites de Méditerranée occidentale et de la Tunisie. P. = profondeur

Localités, pays	P. (m)	G min	Mois	G max	Mois	Références
Port-Cros – France	0.7	3.5	Août	6.7	Déc	Pergent (1987)
Port-Cros – France	2.0	4.0	Août	7.4	Nov	Pergent (1987)
Banyuls-sur-Mer – France	0.5 – 1.0	4.0	Août	5.4	Mars	Pergent (1987)
Banyuls-sur-Mer – France	2.0	4.6	Juin	5.9	Mars	Pergent (1987)
Urla – Turquie	0.6 – 1.0	4.6	Août	6.6	Déc.	Pergent (1987)
Urla – Turquie	2.0	5.6	Août	7.3	Déc.	Pergent (1987)
Livourne – Italie	2.0	4.2	Juillet	7.0	Nov.	Dumay (2000)
Calvi – Corse	2.0	4.6	Juillet	7.5	Sept.	Vela (2006)
Méjean – France	2.0 – 2.5	4.1	Août	6.2	Janvier	Vela (2006)
Coda Cavallo – Sardaigne	2.0 – 3.0	4.8	Juin	6.7	Janvier	Vela (2006)
Monastir, Tunisie	0.5	3.0	Sept.	6.5	Nov.	Djellouli (2007)
Sidi Rais, Tunisie	1.5-2	3.8	Août	6.2	Janvier	Djellouli (2007)
El Bibane, Tunisie	1.5-2.5	6.0	Juil.-Oct.	6.9	Déc.	Djellouli (2007)
Cap Zebib	3.0	5.4	Juin	6.9	Oct.	Belgacem (2011)
	12.0	4.4	Août	6.5	Mars	
<b>Baie Nord de la Galite</b>	<b>8</b>		<b>Octob</b>	<b>6.6</b>		<b>Présent travail</b>
<b>Baie de la Galite</b>	<b>8</b>		<b>Octob</b>	<b>6.5</b>		<b>Présent travail</b>
<b>Fauchelle</b>	<b>6</b>		<b>Octob</b>	<b>6.4</b>		<b>Présent travail</b>

Bien que les données du présent travail sont ponctuelles dans le temps, nous pouvons voir, d'après le tableau ci-dessus, que le nombre de feuilles par faisceau pour les différentes stations de l'AMCP de la Galite sont importants. Il est important de signaler, que dans presque tous les travaux indiqués ci-dessus, les herbiers étudiés sont situés à



une faible profondeur par rapport ceux de la présente étude tout en sachant que ce paramètre (profondeur) influence directement les différents paramètres de l'herbier.

## III.2. Longueur totale de feuilles

### III.2.1. Feuilles adultes

La valeur de cet indice a largement varié d'une station à une autre (Figure 13). L'herbier de la baie de la Galite a été caractérisée par les feuilles adultes le plus longues avec une moyenne de 590.1 mm alors que celui de la baie nord avait les feuilles adultes les plus courtes avec une moyenne de 378.3mm.

La baie de la Galite est la zone la plus abritée dans l'archipel ce qui constitue un facteur favorable pour une bonne croissance des feuilles adultes.

La comparaison des valeurs obtenues pour ce paramètre avec d'autres sites de la Tunisie et la Méditerranée montre que les herbiers de l'archipel de la Galite ont des feuilles adultes très longues surtout au niveau de la Fauchelle où nous avons eu des feuilles adultes de 1200 cm (Tableau 6).

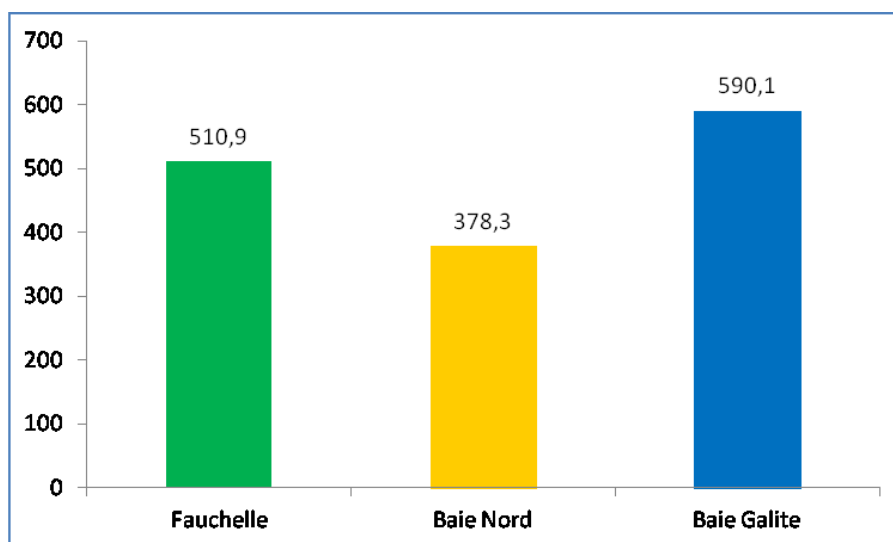


Figure 13. Variations de la longueur moyenne des feuilles adultes

Tableau 6. Valeurs de longueur moyenne des feuilles adultes, en mm, dans différents sites de Méditerranée occidentale et en Tunisie. P. = profondeur ; L. = Longueur.

Localités, pays	P. (m)	L. min	Mois	L. max	Mois	Références
Port-Cros – France	0.7	172	Déc.	662	Juin	Pergent (1987)
Port-Cros – France	2.0	261	Janv.	686	Juill.	Pergent (1987)
Banyuls-sur-Mer – France	0.5 – 1.0	86	Déc.	174	Août	Pergent (1987)
Banyuls-sur-Mer – France	2.0	85	Janv.	181	Juill.	Pergent (1987)
Urla – Turquie	0.6 – 1.0	330	Fév.	627	Août	Pergent (1987)
Urla – Turquie	2.0	263	Fév.	530	Juill.	Pergent (1987)
Livourne – Italie	2.0	156	Nov.	335	Juill.	Dumay (2000)
Calvi – Corse	2.0	230.0	Déc.	523.0	Juin	Vela (2006)
Méjean – France	2.0 – 2.5	115.7	Janv.	363.7	Juill.	Vela (2006)
Coda Cavallo – Sardaigne	2.0 – 3.0	191.4	Janv.	359.0	Juin	Vela (2006)
Monastir, Tunisie	0.5	287.0	Sept.	935.4	Mai	Djellouli (2007)

Sidi Rais, Tunisie	1.5-2	218.5	Oct.	650.1	Juin	Djellouli (2007)
El Bibane, Tunisie	1.5-2.5	336.0	Oct.	527.6	Juill.	Djellouli (2007)
Cap Zebib	3.0	435	Déc.	854.1	Juill.	Belgacem (2011)
	12.0	346.3	Déc.	925.4	Août	
<b>Baie Nord de la Galite</b>	<b>8</b>	<b>110</b>	<b>Octob</b>	<b>720</b>		<b>Présent travail</b>
<b>Baie de la Galite</b>	<b>8</b>	<b>254</b>	<b>Octob</b>	<b>950</b>		<b>Présent travail</b>
<b>Fauchelle</b>	<b>6</b>	<b>320</b>	<b>Octob</b>	<b>1200</b>		<b>Présent travail</b>

### III.2.2. Feuilles intermédiaires

Les valeurs de cet indice suivent les mêmes tendances de celles des feuilles adultes (Figure 14). L'herbier de la baie de la Galite est caractérisé par les feuilles intermédiaires les plus longues ce que peut être dû au mode calme de cette station, par rapport aux autres sites. En effet, plus le mode est calme plus les eaux sont transparentes favorisant ainsi une meilleure croissance des feuilles intermédiaires qui sont localisées à l'intérieur du faisceau.

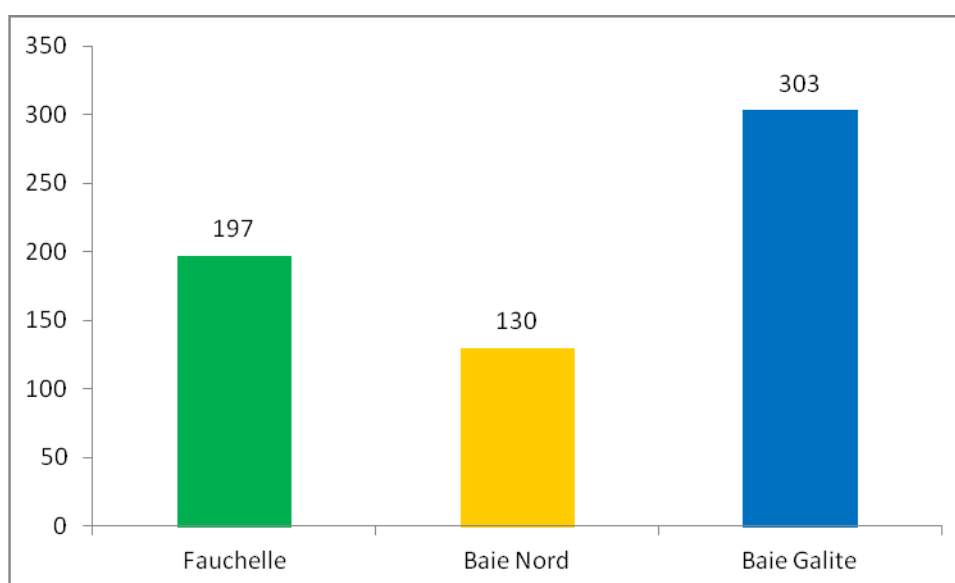


Figure 14. Variations de la longueur moyenne des feuilles intermédiaires

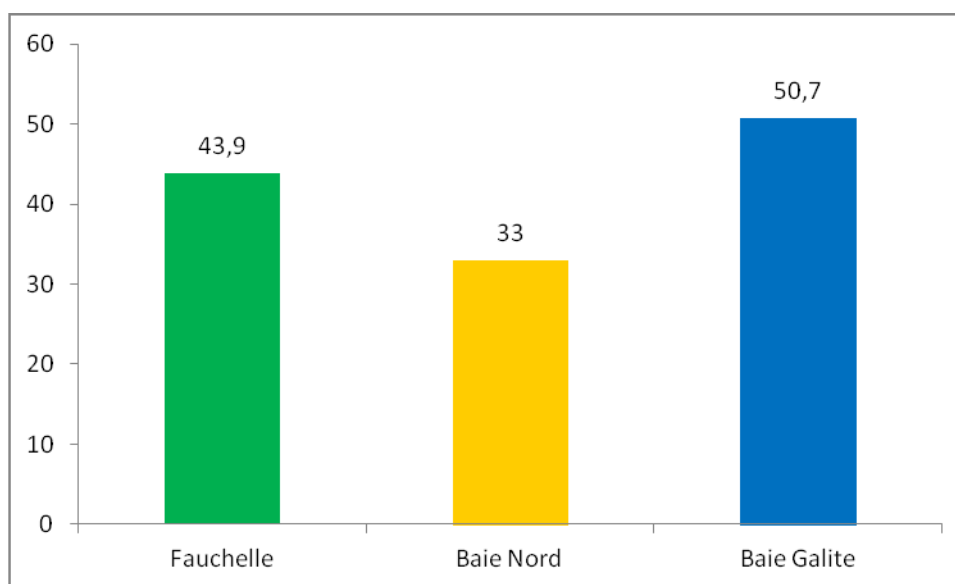
Tableau 7. Valeurs de la longueur moyenne des feuilles intermédiaires, en mm, dans différents sites de Méditerranée occidentale et en Tunisie. L. = Longueur, P. = profondeur.

Localités, pays	P. (m)	L. min	Mois	L. max	Mois	Références
Port-Cros – France	0.7	54	Août	624	Mai	Pergent (1987)
Port-Cros – France	2.0	81	Sept.	653	Juin	Pergent (1987)
Banyuls-sur-Mer – France	0.5 – 1.0	60	Sept.	171	Juin	Pergent (1987)
Banyuls-sur-Mer – France	2.0	64	Août	177	Juin	Pergent (1987)
Urla – Turquie	0.6 – 1.0	142	Sept.	353	Mai	Pergent (1987)
Urla – Turquie	2.0	113	Sept.	384	Avr.	Pergent (1987)
Livourne – Italie	2.0	111	Oct.	321	Mai	Dumay (2000)
Calvi – Corse	2.0	87.7	Août	449.7	Mai	Vela (2006)

Méjean – France	2.0 – 2.5	77.9	Sept.	363.9	Juin	Vela (2006)
Coda Cavallo – Sardaigne	2.0 – 3.0	94.8	Août	334.6	Juin	Vela (2006)
Monastir, Tunisie	0.5	69.2	Sept.	974.3	Mai	Djellouli (2007)
Sidi Rais, Tunisie	1.5-2	63.9	Août	624.2	Mai	Djellouli (2007)
El Bibane, Tunisie	1.5-2.5	128.7	Août	433.1	Mars	Djellouli (2007)
Cap Zebib	3.0	140	Sept.	773	Mai	Belgacem (2011)
	12.0	127	Sept.	851	juin	
<b>Baie Nord de la Galite</b>	<b>8</b>	<b>60</b>	<b>Octob</b>	<b>260</b>		<b>Présent travail</b>
<b>Baie de la Galite</b>	<b>8</b>	<b>90</b>	<b>Octob</b>	<b>560</b>		<b>Présent travail</b>
<b>Fauchelle</b>	<b>6</b>	<b>70</b>	<b>Octob</b>	<b>355</b>		<b>Présent travail</b>

### III.2.3. Longueur des bases

Le suivi de ce paramètre a permis de révéler une variation en corrélation avec la longueur moyenne des feuilles comme il a été indiqué dans la littérature (Pergent-Martini *et al.*, 1994). La station de la baie Nord de la Galite a été caractérisée les valeurs les plus faibles de cet indice (Figure 15).



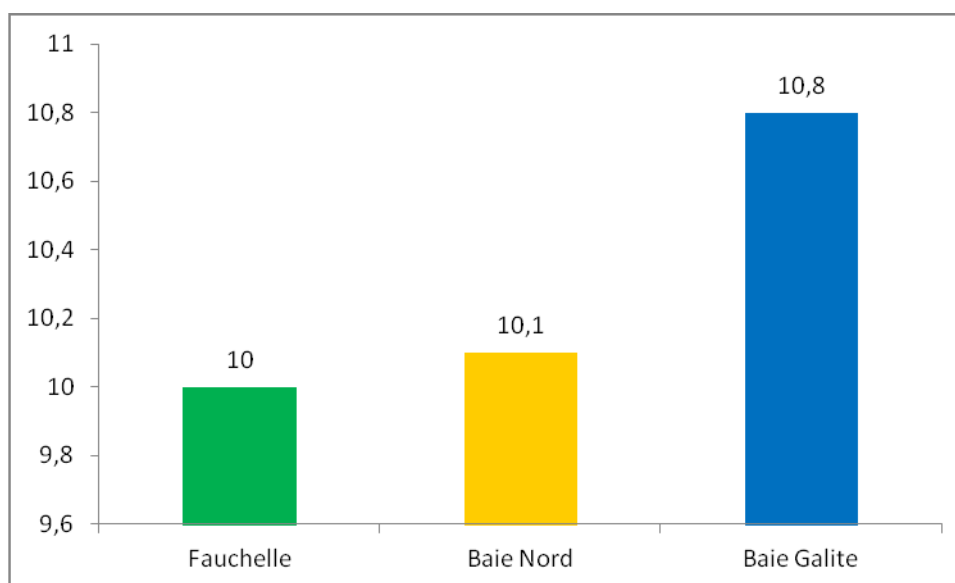
**Figure 15.** Variations de la longueur moyenne des bases des feuilles

**Tableau 8.** Longueur des bases foliaires dans différents sites de Méditerranée Occidentale et en Tunisie.

Localités, pays	Profondeur (m)	Longueur de base	Références
Port-Cros – France	0.7	30.6	Pergent (1987)
Port-Cros – France	2.0	32.9	Pergent (1987)
Banyuls-sur-Mer – France	0.5 – 1.0	16.8	Pergent (1987)
Banyuls-sur-Mer – France	2.0	17.1	Pergent (1987)
Urla – Turquie	0.6 – 1.0	29.8	Pergent (1987)
Urla – Turquie	2.0	28.2	Pergent (1987)
Livourne – Italie	2.0	28.0	Dumay (2000)

Calvi – Corse	2.0	33.6	Vela (2006)
Méjean – France	2.0 – 2.5	28.5	Vela (2006)
Coda Cavallo – Sardaigne	2.0 – 3.0	26.8	Vela (2006)
Monastir, Tunisie	0.5	39.9	Djellouli (2007)
Sidi Rais, Tunisie	1.5-2	39.5	Djellouli (2007)
El Bibane, Tunisie	1.5-2.5	33.3	Djellouli (2007)
Cap Zebib	3.0	45.9	Belgacem (2011)
	12.0	45.7	
<b>Baie Nord de la Galite</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>Présent travail</b>
<b>Baie de la Galite</b>	<b>8</b>	<b>50.7</b>	<b>Présent travail</b>
<b>Fauchelle</b>	<b>6</b>	<b>43.9</b>	<b>Présent travail</b>

### III.2.4. Largeur des feuilles

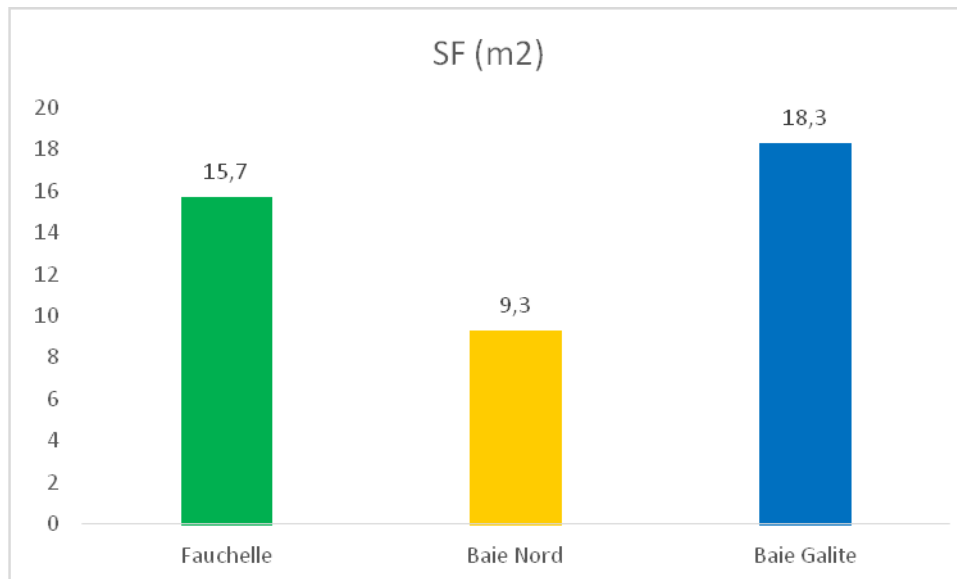


**Figure 16.** Variations de la largeur moyenne des feuilles

L'observation de la figure 16 nous permet de distinguer que la variation de ce paramètre n'est pas très prononcée avec toujours la valeur la plus élevée au niveau de la baie de la Galite.

### III.3. Surface foliaire par faisceau

Le calcul de ce paramètre s'effectue en se basant sur la longueur et la largeur des feuilles, le nombre moyen des feuilles par faisceau ainsi que la densité foliaire de l'herbier. Ce calcul a permis d'avoir la surface foliaire la plus importante au niveau de la station de la baie de la Galite. A ce niveau l'herbier de posidonie fournit une surface foliaire de 18,3m<sup>2</sup> sur une unité de surface de 1m<sup>2</sup>, une surface très importante favorable pour une bonne biodiversité associée. La baie Nord de la Galite a la SF la plus faible vu qu'elle présente les plus faibles valeurs des indices calculés précédemment (Figure 17).



**Figure 17.** Variations de la surface foliaire globale (cm<sup>2</sup>/faisceau)

#### IV. Références bibliographiques

**Boudouresque C.F & Jeudi de Grissarc A., 1983.** L'herbier à *Posidonia oceanica* : les interactions entre la plante et le sédiment. J. Rech. Océanogr., 8 : 36-39.

**Belgacem W. 2011.** Analyse de la diversité de la macrofaune associée aux herbiers de *Posidonia oceanica* des côtes Nord-est tunisienne. Thèse de doctorat, FST, Univ Tunis El Manar. 1-125.

**Crouzet A., 1981.** Mise en évidence de variations cycliques dans les écailles de *Posidonia oceanica* (Potamogetonaceae). Trav. sci. Parc nation. Port-Cros, 7 : 129-135.

**Crouzet A., Boudouresque C.F., Meinesz A. & Pergent G., 1983.** Evidence of the annual character of cyclic changes of *Posidonia oceanica* scale thickness (erect rhizomes). Rapp. P.V. Réunion. Commiss. internation. Explor. sci. Médit., 28(3) : 113-114.

**Djellouli A.S., 2007.** Approche fonctionnelle des herbiers superficiels à *Posidonia oceanica* En Tunisie. Thèse doctorat, Univ. Corse Pasqual Paoli. 1-115.

**Dumay O., 2000.** Dynamique compétitive entre la Magnoliophyte marine *Posidonia oceanica* et les Bryopsidophycées invasives *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa*. Thèse Univ. Corse : 1-180

**Giraud G., 1979.** Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. Bull. Museum. Hist. Nat., Marseille, 39 : 33-39.

**Grenier C., 1860.** Recherche sur le *Posidonia caulinis* Koenig. Bull. Soc. bot., 7(5-6): 362- 367.

**Peirano A., 2002.** Lepidochronology and internodal length methods for studying *Posidonia oceanica* growth: are they compatible? Aquatic Botany, 74, 175–180.

**Pergent G., 1987.** Recherches Lépidochronologiques chez *Posidonia oceanica* (Potamogetonaceae). Fluctuations des paramètres anatomiques et morphologiques des écailles des rhizomes. Thèse Doct. Océanol., Univ. Aix-Marseille II : 1-853.

**Pergent G. & Pergent-Martini C., 1991.** Leaf renewal cycle and primary production of *Posidonia oceanica* in the Bay of Lacco Ameno (Ischia, Italy) using Lepidochronological analysis. *Aquatic Bot.*, 42 : 49-66.

**Pergent G., 1987.** Recherches Lépidochronologiques chez *Posidonia oceanica* (Potamogetonaceae). Fluctuations des paramètres anatomiques et morphologiques des écailles des rhizomes. Thèse Doct. Océanol., Univ. Aix-Marseille II : 1-853.

**Pergent G., Boudouresque C.F. & Cruzet A., 1983.** Variations cycliques dans les écailles des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica*. *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros*, 9 : 107- 148.

**Pergent G., 1990a.** Lepidochronological analysis of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: a standardized approach. *Aquatic Bot.*, 37: 39-54.

**Pergent G., 1990b.** Evaluation of *Posidonia oceanica* primary production using lepidochronological analysis: preliminary results. *Rapp. P.V. Réunion. Comm. internation. Explor. sci. Médit.*, 32 (1) B17 : 6

**Pergent G. & Pergent-Martini C., 1990.** Some applications of lepidochronological analysis in the seagrass *Posidonia oceanica*. *Bot. mar.*, 33: 299-310.

**Pergent G. & Pergent-Martini C., 1991.** Leaf renewal cycle and primary production of *Posidonia oceanica* in the Bay of Lacco Ameno (Ischia, Italy) using Lepidochronological analysis. *Aquatic Bot.*, 42 : 49-66.

**Pergent G., Pergent-Martini C. & Rico-Raimondino V., 1992.** Evaluation of past primary production of *Posidonia oceanica* using lepidochronological data. *Rapp. P.V. Réunion. Commiss. internation. Explor. sci. Médit.*, 33 : 47.

**Pergent-Martini C., 1998.** *Posidonia oceanica* : a biological indicator of past and present mercury contamination in the Mediterranean sea. *Marine Environmental Research*, 45(2): 101-111.

**Pergent-Martini C., 1994.** Impact d'un rejet d'eaux usées urbaines sur l'herbier à *Posidonia oceanica*, avant et après la mise en service d'une station d'épuration. Thèse Doct. Univ. Corse : 1- 208.

**Rico-Raimondino V., 1995.** Contribution à l'étude des stocks et flux d'éléments dans les herbiers à *Posidonia oceanica*. Thèse Doct. Ecologie, Univ. Aix-Marseille II : 1-248

Annexe 1 . Illustrations en photo des travaux sous-marins pour le suivi de la posidonie dans les eaux de la Galite

