

Formation pratique sur le suivi des herbiers marins

Kneiss, du 4 au 5 mars 2024

**L'activité est mise en œuvre en collaboration avec l'équipe ACG :
Salma Mhiri , Sabrina Keskes , Sana Taktak , Ali Ghanoudi et Hbib Dlensi**



Du 4 au 5 mars 2024, une équipe d'experts dirigée par Dr. Rym Zakhama-Sraieb de la Faculté des Sciences de Tunis ont assuré une formation pratique sur le suivi des herbiers marins dans les îles Kneiss au profit de trois membres de l'association de la continuité des générations ACG.

1. Equipe de formateurs

Dr. Rym Zakhama-Sraieb, est née à Tunis (Tunisie) le 16/06/1980. Elle est titulaire d'un Doctorat en Sciences Biologiques de l'Université de Tunis El Manar. Elle exerce actuellement tant qu'enseignant chercheur (Maître assistante) à l'Institut Supérieur de Biotechnologie de Sidi Thabet. Elle a une grande expérience dans l'étude des herbiers de posidonie et des communautés benthiques méditerranéennes. Elle a participé dans plusieurs campagnes d'étude de terrain sur les habitats marins, notamment pour l'étude des herbiers en Tunisie, Italie, Grèce, Espagne et Egypte. Elle a contribué en tant que formateur dans plusieurs sessions de formations sur les herbiers de posidonie où son intervention a concerné des séances théoriques et des séances pratiques au laboratoire et sur le terrain, y compris l'encadrement des stagiaires sur les techniques d'étude des herbiers marins.

Mme Imen Zribi, est née à Tunis (Tunisie) le 25/12/1992. Elle est titulaire d'un doctorat en Sciences Biologiques de l'Université de Tunis El Manar. Elle est experte dans l'étude des herbiers marins. Ses travaux de recherche focalisent d'une part sur l'impact des activités anthropiques sur le fonctionnement des herbiers marins et d'autre sur le rôle de ces derniers dans l'atténuation des effets des changements climatiques via la séquestration de carbone. Depuis 2017, elle a participé dans plusieurs campagnes d'étude de terrain sur les habitats marins, notamment pour l'étude des herbiers en Tunisie.

Mme Nada Abdelkader, est née à Kébili (Tunisie) le 29/06/1995. Elle est titulaire d'un master de recherche en Ecologie et Biologie des écosystèmes aquatiques de l'Université de Tunis El Manar. Elle est actuellement doctorante à la Faculté des Sciences de Tunis. Ses travaux de recherche se focalisent dans le cadre de sa thèse sur la restauration des herbiers de posidonie et le suivi après la restauration. Mme Abdelkader a assuré plusieurs missions de formation à l'échelle nationale.

Deux étudiants ont aussi accompagné l'équipe, M. Mohamed Karim Benkhoudja, étudiant en master de recherche en biologie des organismes, populations et environnement à la faculté des sciences de Sfax et M. Naceuf Seddik, étudiant à l'Institut National de l'Agronomie de Tunis.

2. Objectifs de la formation

La zone côtière de l'aire marine et côtière protégée de Kneiss est entourée sur des centaines d'hectares par des pelouses de *Cymodocea nodosa*, l'espèce végétale marine de loin la plus abondante ; ces pelouses sont progressivement relayées par un herbier de posidonie. On trouve aussi dans certaines zones des herbiers étendus de *Nanozostera noltei*.

Ces trois espèces de magnoliophytes forment des herbiers assez étendus dans l'AMCP et il est nécessaire d'effectuer un suivi régulier de ces herbiers afin de mieux les conserver et les protéger. Pour cela, la formation avait pour objectif de :

- assurer une formation pratique pour le suivi des herbiers marins et en particulier l'herbier de posidonie ;
- réaliser un suivi de l'état de conservation des herbiers dans le site de Kneiss.

Cette formation pratique vient à la suite d'une formation théorique assuré par Dr. Zakhama et qui a eu lieu le jeudi 2 novembre 2024.

3. Déroulement de la formation

3.1. Préparation de matériel pour la sortie

Equipements utilisés sur terrain (Figure 1)

- une barque à moteur ;
- matériel de plongée complet pour 3 personnes (néoprènes, masques, palmes, tubas, gilets, ceintures de plomb et plombs, bouteilles d'air, gants, ordinateur de plongée, détendeur...) et 2 Couteaux de plongée ;
- 6 sacs langoustes ;
- 1 quadrat de 40x40 et 1 de 20x20 cm en PVC ;
- Appareil photo sous-marine ;
- 4 Ardoises sous-marines+ crayons + gommes ;
- Sacs en plastiques + étiquettes ;
- Profondimètre (ecosondeur) ;
- 2 Glacières et 6 pains de glace ;
- 4 Boxes de rangement en plastique pour le transport du matériel ;

Matériel de plongée complet

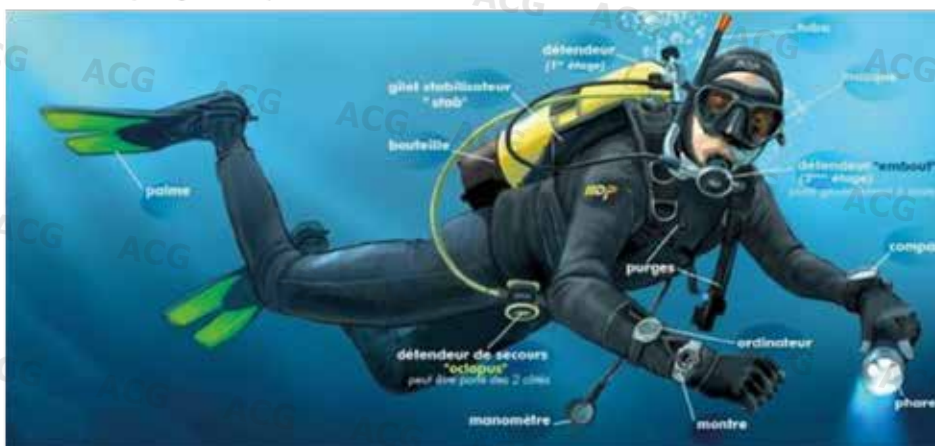


Figure 1. Equipement nécessaire pour la bonne conduite des missions de terrain et le suivi des herbiers de posidonie.

- Règles en plastique ;
- Boîte à outils grand format ;
- GPS ;
- Sceau de calfat ;
- Appareils pour la mesure des paramètres physico-chimiques (oxymètre, pHmètre, Conductimètre) ;
- Disque de Secchi ;
- Crayons et stylos permanents.

Le matériel nécessaire pour le traitement des échantillons et des données au laboratoire (Figure 2) :

- Réfrigérateur pour la conservation des échantillons de posidonie jusqu'au traitement ;
- Balance de précision ;
- Etuve ;
- Lames en verre ;
- Règles ;
- Ordinateur ;
- Papier aluminium ;
- Crayons et stylos permanents.



Figure 2. Equipement nécessaire pour le travail au laboratoire.

3.2. Etude de la structure générale de l'herbier de posidonie

Plusieurs descripteurs fournissent des informations sur l'état de santé d'un herbier de posidonie. On a proposé à l'équipe de l'ACG un ensemble de descripteurs faciles à collecter et à suivre au niveau du site de Kneiss selon une méthode d'échantillonnage standardisée.

Les descripteurs disponibles fonctionnent à chacun des différents niveaux de complexité écologique des herbiers marins :

- la population (à savoir, l'herbier) ;
- l'individu (c'est-à-dire la plante) ;
- la cellule physiologique ou cellulaire et la communauté associée (surtout les feuilles épiphytes).

Le protocole consiste à réaliser un suivi des paramètres suivant :

- **la densité des faisceaux** : La densité correspond au nombre des faisceaux de posidonie par 1 m² de surface. Parmi tous les descripteurs énumérés pour le suivi des herbiers de posidonie, la densité des faisceaux peut être considérée comme le descripteur non destructif et normalisé le plus adopté dans les programmes de surveillance de *P. oceanica* (Pergent-Martini et al., 1995¹), car elle fournit des informations importantes sur la vitalité et la dynamique de l'herbier et se révèle efficace pour mettre en évidence les modifications de l'environnement.

Les mesures se font par comptage, en plongée, dans des quadrats de 40 x 40 cm (Figure 3), disposés au hasard, avec au moins 10 répliques par site, afin de disposer d'éléments suffisants pour les analyses statistiques. La densité moyenne des faisceaux par m² est ensuite comparée à la grille de Pergent-Martini et al., 1995). Cinq codes couleur sont proposés (Tableau 1) : bleu pour « Très bonne », vert pour « Bonne », jaune pour « Moyenne », orange pour « Médiocre » et rouge pour « mauvaise ».



Figure 3. Mesure *in situ* de la densité des faisceaux de magnoliophyte en utilisant le cadre carré standard de 40 × 40 cm.

¹ Pergent G., Pergent-Martini C. et Boudouresque C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée* 54: 3 - 29

Tableau 1. Grilles d'interprétation en cinq classes de la densité de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Pergent-Martini et al., 1995)

Profondeur (en m)	Très Bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
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 à 757	757 à 567	567 à 377	< 377
5	> 892	892 à 709	709 à 526	526 à 343	< 343
6	> 841	841 à 665	665 à 489	489 à 312	< 312
7	> 792	792 à 623	623 à 454	454 à 284	< 284
8	> 746	746 à 584	584 à 421	421 à 259	< 259
9	> 703	703 à 547	547 à 391	391 à 235	< 235
10	> 662	662 à 513	513 à 364	364 à 214	< 214
11	> 624	624 à 481	481 à 338	338 à 195	< 195
12	> 588	588 à 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
24	> 288	288 à 211	211 à 134	134 à 57	< 57
25	> 271	271 à 198	198 à 125	125 à 52	< 52
26	> 255	255 à 186	186 à 117	117 à 47	< 47
27	> 240	240 à 175	175 à 109	109 à 43	< 43
28	> 227	227 à 164	164 à 102	102 à 39	< 39
29	> 213	213 à 154	154 à 95	95 à 36	< 36
30	> 201	201 à 145	145 à 89	89 à 32	< 32
31	> 189	189 à 136	136 à 83	83 à 30	< 30
32	> 179	179 à 128	128 à 77	77 à 27	< 27
33	> 168	168 à 120	120 à 72	72 à 24	< 24
34	> 158	158 à 113	113 à 68	68 à 22	< 22
35	> 149	149 à 106	106 à 63	< 63	
36	> 141	141 à 100	100 à 59	< 59	
37	> 133	133 à 94	94 à 55	< 55	
38	> 125	125 à 88	88 à 52	< 52	
39	> 118	118 à 83	83 à 48	< 48	
40	> 111	111 à 78	78 à 45	< 45	

- **le recouvrement de l'herbier** : C'est le pourcentage moyen du substrat couvert (en projection verticale) par l'herbier de posidonies (quelle que soit la densité des faisceaux au sein de l'herbier ou des taches de posidonies), par rapport à la surface totale du secteur considéré (sable, vase, peuplements algaux de substrat dur, "matte morte" et herbier vivant).

Le recouvrement est mesuré au moyen d'une plaque en plastique translucide de 30 cm x 30 cm, divisée en 9 carrés de 10 cm de côté. Le plongeur nage à 3 m au-dessus du fond en tenant la plaque à l'extrémité de ses bras et compte le nombre de carrés occupés (plus ou moins complètement) par les posidonies. Il effectue 10 mesures, à intervalle à peu près régulier (par exemple un même nombre de coups de palmes).

- **Surface foliaire** : La surface foliaire (SF) est calculée sur 20 faisceaux orthotropes de posidonies prélevés à la profondeur intermédiaire. Au laboratoire, les faisceaux sont détachés des rhizomes pour chacun des 20 faisceaux. Les feuilles sont dénombrées et classées en fonction de leur âge pour chaque faisceau (Figure 4):

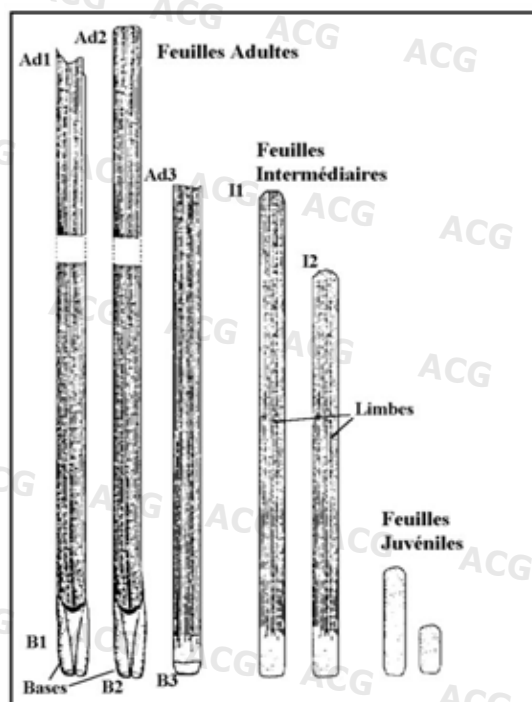


Figure 4. Différents types de feuilles dans un faisceau de posidonie

- Feuille adulte dont la longueur est supérieure à 5 cm et qui présente une ligule (marque blanche en forme de demi-lune visible entre le limbe et la gaine) ;
- Feuille intermédiaire dont la longueur est supérieure à 5 cm ;
- Feuille juvénile dont la longueur est inférieure à 5 cm.

Pour chacune d'elle on mesure ensuite au mm près la longueur totale (gaine incluse pour feuille adulte) et la largeur (mesurée à mi longueur). Sur la base de ces données biométriques, la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm² / faisceau, est calculée à l'aide de la formule suivante:

$$\text{SF} = (\text{somme des longueurs des feuilles intermédiaires} \times \text{moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires}) + (\text{somme des longueurs des feuilles} \times \text{moyenne des largeurs des feuilles adultes})$$

- La charge épiphytaire

La charge épiphytaire des feuilles est calculée sur les 20 faisceaux orthotropes de posidonies prélevés à la profondeur intermédiaire puis analysés en laboratoire. Après les mesures de biométrie pour la surface foliaire, chaque feuille est grattée sur les deux faces avec une lame de rasoir afin de retirer l'ensemble des épiphytes. Les feuilles et les épiphytes d'un même faisceau sont mis à sécher séparément à 70°C pendant 48h puis pesés au milligramme près.

Le ratio épiphytes/feuilles par faisceau est calculé de la manière suivante :

$$\text{E/L} = \text{poids sec des épiphytes d'un faisceau} / \text{poids sec des feuilles du même faisceau.}$$

- Le déchaussement

Les rhizomes de posidonie sont caractérisés par une croissance horizontale (rhizomes plagiotropes) et/ou verticale (rhizomes orthotropes). La croissance verticale est à l'origine de l'édification des mattes et permet à la plante de lutter contre l'enfouissement, lié à la sédimentation.

Le déchaussement des rhizomes résulte d'un déficit sédimentaire dans l'herbier : la quantité de sédiment piégé par la canopée et le sédiment produit *in situ* (restes d'organismes calcifiés ayant vécu dans l'herbier) est inférieure à la quantité de sédiment qui quitte l'herbier, par exemple lors des tempêtes.

Par convention, le déchaussement est mesuré selon le type de rhizome (Figure 5) :

- Rhizomes plagiotropes (rampants): c'est la distance entre le niveau du sédiment ("sol") et la partie inférieure des rhizomes.

- Rhizomes orthotropes (dressés): c'est la distance entre le sédiment et la base de la feuille la plus externe, diminuée de 2 cm. Le déchaussement est mesuré au cm près.

Une échelle d'évaluation du déchaussement (faible, moyen, important) est proposée en fonction des valeurs moyennes mesurées le long des balisages.

- Déchaussement inférieur à 5 cm : Faible
- Déchaussement entre 5 et 15 cm : Moyen
- Déchaussement supérieur à 15 cm :

Important 10 mesures sont réalisées par station. 1 mesure correspond à 1 rhizome.

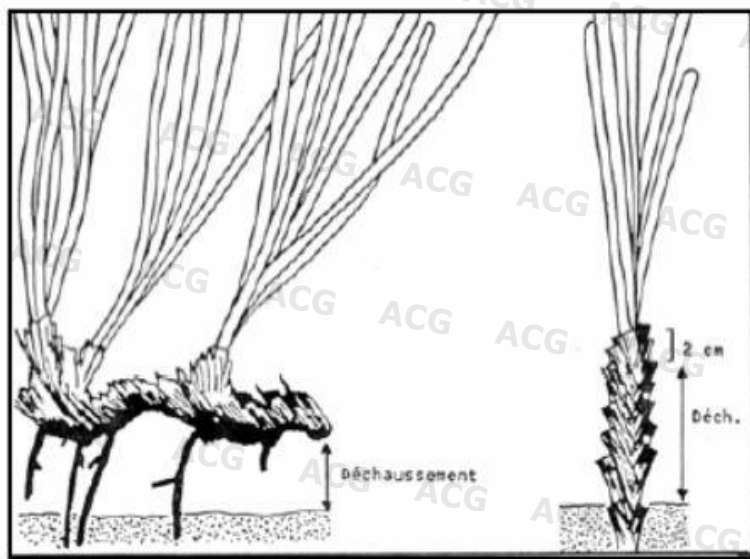


Figure 5. Mesure de déchaussement des faisceaux de posidonie.

Le tableau 2 récapitule les descripteurs utilisés pour le suivi de l'état de vitalité des herbiers de posidonie dans l'AMCP de Kneiss.

Tableau 2. Tableau récapitulatif des descripteurs pour le suivi de l'état de vitalité des herbiers de posidonie

Descripteurs	Méthodologie	Fréquence d'échantillonnage
Densité des faisceaux	La densité des faisceaux est évaluée à partir d'un comptage des faisceaux à l'intérieur de quadrats de 40x40cm au niveau des 12 balises et à -15m de profondeur	Annuelle
Recouvrement	Le recouvrement est mesuré au moyen d'une plaque en plastique translucide de 30 cm x 30 cm, divisée en 9 carrés de 10 cm de côté. Le plongeur nage à 3 m au-dessus du fond au niveau des 12 balises et à -15m de profondeur	Annuelle
Type de feuilles Nombre Longueur Largeur Surface foliaire des faisceaux (SF)	Dissection et mesure de 20 faisceaux orthotropes à la profondeur intermédiaire (-15m) Adulte : feuille + pétiole, Intermédiaire : feuille sans pétiole > 50mm, Juvénile : feuille sans pétiole < 50mm, SF = somme des surfaces des feuilles adultes et intermédiaires d'un faisceau en cm ²	Bi-annuelle (hiver/été)
Biomasse des épiphytes	La charge épiphytaire des feuilles est calculée sur les 20 faisceaux orthotropes de posidonies prélevés à la profondeur intermédiaire puis analysés en laboratoire. Après les mesures de biométrie pour la surface foliaire, chaque feuille est grattée sur les deux faces avec une lame de rasoir afin de retirer l'ensemble des épiphytes. Les feuilles et les épiphytes d'un même faisceau sont mis à sécher séparément à 70°C pendant 48h puis pesés au milligramme près. Le ratio épiphytes/feuilles par faisceau est calculé de la manière suivante : E/L = poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau	Bi-annuelle (hiver/été)
Déchaussement	- Rhizomes plagiotropes (rampants): c'est la distance entre le niveau du sédiment ("sol") et la partie inférieure des rhizomes. - Rhizomes orthotropes (dressés): c'est la distance entre le sédiment et la base de la feuille la plus externe, diminuée de 2 cm. Le déchaussement est mesuré au cm près. Une échelle d'évaluation du déchaussement (faible, moyen, important) est proposée en fonction des valeurs moyennes mesurées le long des balisages.	Annuelle

4. Résultats du suivi de l'état de conservation des herbiers dans le site de Kneiss

4.1. Caractéristiques des sites d'étude

Trois sites ont fait l'objet de la présente étude : le premier site S-Po est couvert d'un herbier de *Posidonia oceanica*, dans le deuxième site S-Cn se développe un herbier dense de *Cymodocea nodosa* et le troisième S-Nn abrite un herbier de *Nanozostera noltei*.

Dans chaque site, les coordonnées ont été notées à l'aide d'un GPS (Garmin), la profondeur ainsi que les paramètres physico-chimiques (pH, Température et Salinité) ont été aussi mesurés (Tableau 3).

Tableau 3- Caractéristiques des sites d'étude

Site	Nature de la végétation	Coordonnées GPS	Profondeur à marais basse (m)	pH	Température (°C)	Salinité (g/l)
S-Po	<i>Posidonia oceanica</i>	34202138N 10205389E	2,5	8,63	16,9	38,0
S-Cn	<i>Nanozostera noltei</i>	34210965N 10193516E	0,2	8,63	15,4	38,7
S-Nn	<i>Cymodocea nodosa</i>	34216735N 10164769 ^E	0,5	8,52	16,0	38,5

L'étude des sédiments sur les sites d'étude a impliqué l'échantillonnage et l'analyse de leur texture granulométrique.

- **Echantillonnage du sédiment**

Dans chaque site étudié, trois échantillons de sédiment ont été directement prélevés à partir des dix premiers centimètres du fond. Ces échantillons ont été récupérés dans des sacs de congélation et conservés jusqu'au traitement au laboratoire.

- **Traitement granulométrique**

Au laboratoire, les échantillons de sédiment sont séchés dans une étuve de modèle Memmert 100-800 à une température de 60°C jusqu'à ce qu'un poids constant soit atteint, en vue de l'étude granulométrique.

La granulométrie vise à mesurer les dimensions et les variations de taille des grains d'un produit sédimentaire. Pour cela, un échantillon de 100 g de sédiment est soigneusement pesé à l'aide d'une balance de précision Axis AG500C. Ensuite, cet échantillon est soumis à un tamisage à travers une série de tamis, avec des ouvertures, ou vide-maille, décroissantes de haut en bas : 4000 μm , 2000 μm , 1000 μm , 500 μm , 125 μm , 63 μm , 45 μm . La série de tamis est mise en vibration pendant 15 minutes à l'aide d'une tamiseuse Restsh AS 200. L'interprétation des résultats a été réalisée en utilisant le triangle des textures.

L'étude granulométrique montre que la nature de sédiment dans les trois sites est de type sableux-vaseux (Figure 6). Les fractions entre 125 et 250 μm est la fraction la plus représentée.

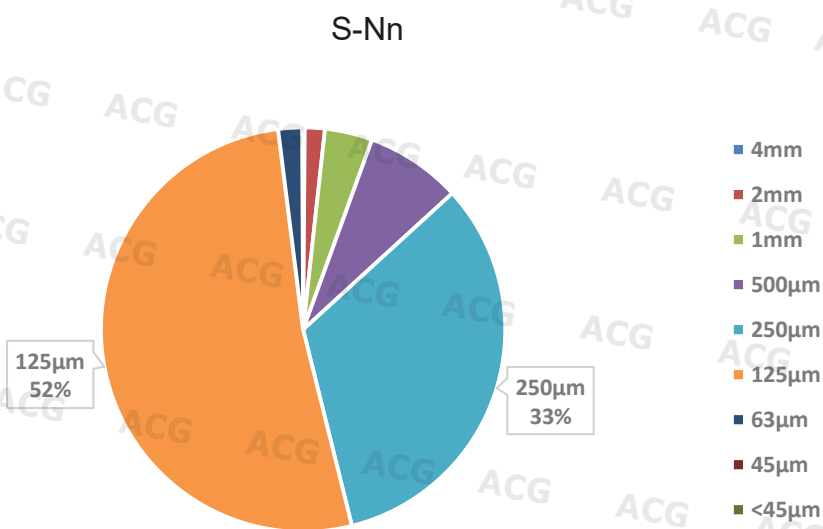
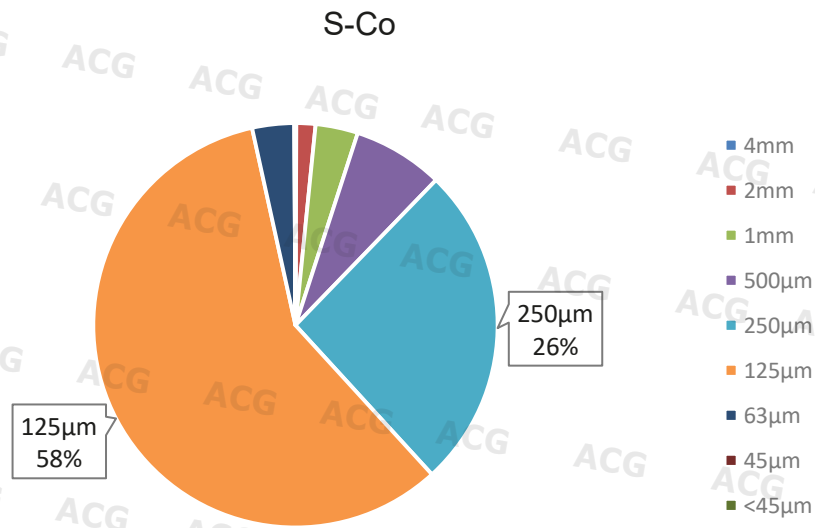
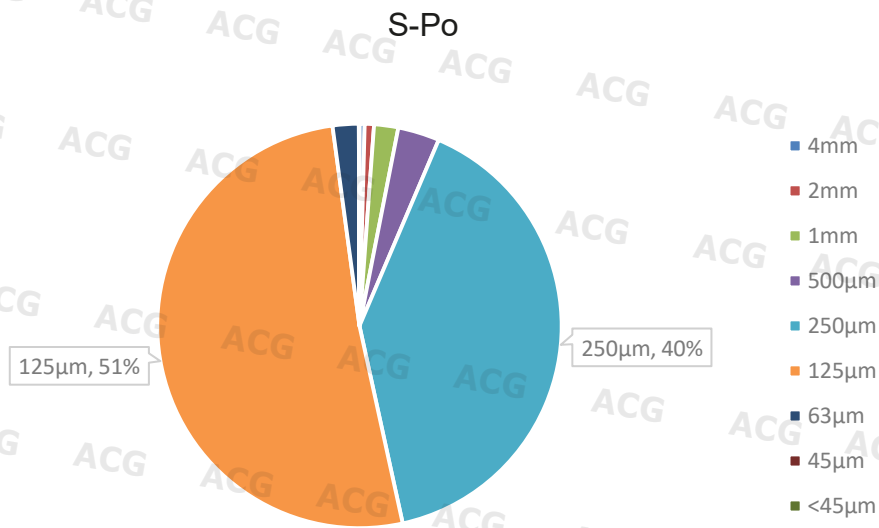


Figure 6. Pourcentage de la taille des grains de sédiment dans les sites d'étude.

4.2. Densité de l'herbier de *Posidonia oceanica*

La densité des faisceaux de *Posidonia oceanica* est calculée en effectuant des comptages dans des 10 quadrats de 0,16m², on extrapole ensuite à la surface d'un mètre carré (Tableau 4).

Tableau 4- Densité de l'herbier de posidonie dans l'île Kneiss

Comptage	Densité / 0,16 m ²	Densité / m ²
1	49,00	306,25
2	38,00	237,50
3	42,00	262,50
4	36,00	225,00
5	43,00	268,75
6	48,00	300,00
7	46,00	287,50
8	34,00	212,50
9	44,00	275,00
10	45,00	281,25
Moyenne		265,63
Ecartype		31,49

La densité moyenne est de 265,63 faisceaux par m², elle est qualifiée de **médiocre** selon la grille de classification de Pergent-Martini *et al.*, (1995).

Comparée à d'autres études en Tunisie, la densité de l'herbier à Kneiss est faible par rapport à celle de Kantaoui (388 faisceau/m²), Monastir (456 faisceau/m²), Hergla (631 faisceau/m²) et Mahdia (984 faisceau/m²) à la même profondeur (Sghaier *et al.*, 2006²). Mabrouk *et al.* (2009)³ a trouvé que la densité de l'herbier est de 687 faisceaux/m² à Sidi Salem et 856 faisceaux/m² à Cap Afrique.

4.3. Recouvrement

Le pourcentage de recouvrement de l'herbier de *Posidonia oceanica* a été estimé à 35,5% dans le site S-Po (Tableau 5). Il s'agit d'un recouvrement moyen selon le guide méthodologique pour l'étude de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Anonyme, 2003⁴)

² Sghaier Y-R., Zakhama-Sraieb R. and CharfiCheikhrouha F., 2006. Status of *Posidonia oceanica* meadows along the eastern coast of Tunisia. Biol. Mar. Medit.13 (4): 85 – 91.

³ Mabrouk L. Hamza A., H Sahraoui et M.N Bradai, 2009. Données sur les caractéristiques et la phénologie de l'herbier de *Posidonia oceanica* (L.) Delile sur les côtes de Mahdia (Région Est de la Tunisie).

⁴ Anonyme, 2003. Cartographie des biocénoses marines, Volet n°1: l'herbier à *Posidonia oceanica*, Guide méthodologique. IfremerToulon-la Seyne sur Mer, centre Océanologique de Marseille, GIS *Posidonia oceanica*. Février 2003. 93pp

Tableau 5- Pourcentage de recouvrement de l'herbier de posidonie dans l'île

Kneiss

	Recouvrement (%)
	30,00
	35,00
	30,00
	40,00
	40,00
	40,00
	35,00
	45,00
	40,00
	20,00
Moyenne	35,50
Ecartype	7,25

4.4. Déchaussement

Aucun signe de déchaussement des faisceaux de posidonie n'a été observé dans le site. Par contre un enfouissement de la posidonie important a été observé par le sédiment évalué entre 10 à 30cm. Ceci est le résultat d'un courant sous-marin résultant du mouvement des marais accentué dans le site de Kneiss.

4.5. Types de feuilles

Le nombre des feuilles varie d'un minimum de 5 à 8 feuilles par faisceau avec une moyenne de $6,3 \pm 0.92$ feuilles par faisceau (Figure 7). Les feuilles intermédiaires représentent 57% des feuilles dans un faisceau suivi par les feuilles adultes (41%). Les feuilles juvéniles représentent uniquement 2% de l'ensemble des feuilles et varient de 0 à 1 feuille par faisceau (Figure 8).

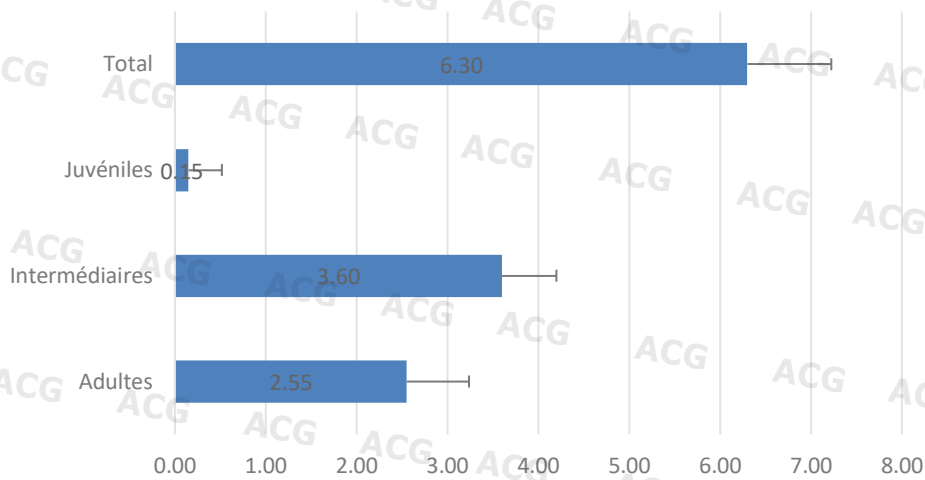


Figure 7. Nombre moyen de feuilles de posidonie par faisceau.

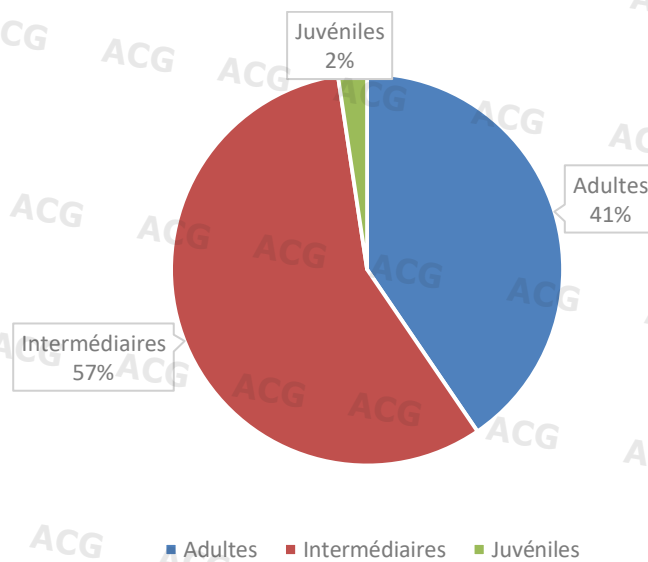


Figure 8. Composition moyenne d'un faisceau de posidonie à Kneiss.

4.6. Surface foliaire

La surface foliaire varie d'un minimum de 86,65 cm² à un maximum de 240,55 cm² avec une moyenne de 155,28 ± 50,36 cm² par faisceau (Tableau 6).

L'indice foliaire ou Leaf Area Index LAI a été aussi calculé. Cet indice traduit la surface des feuilles en m². La LAI moyenne de l'herbier de Kneiss est de l'ordre de 4,125m²/m². La LAI à Kneiss est comparable à celle de Kantaoui (3,8m²/m²) et Monastir (4m²/m²) alors qu'elle est inférieure à celle trouvée à Hergla (7,8m²/m²) et Mahdia (10,5m²/m²).

Tableau 6- Surface foliaire et LAI des faisceaux de posidonie dans l'île Kneiss

	Surface foliaire en cm ²	LAI m ² /m ²
SF1	185,582	4,930
SF2	208,17	5,530
SF3	101,66	2,700
SF4	81,68	2,170
SF5	131,94	3,505
SF6	133,62	3,549
SF7	236,07	6,271
SF8	240,50	6,388
SF9	129,28	3,434
SF10	199,71	5,305
SF11	196,83	5,228
SF12	151,58	4,026
SF13	221,31	5,879
SF14	111,20	2,954
SF15	86,65	2,302
SF16	172,35	4,578
SF17	163,24	4,336
SF18	148,06	3,933
SF19	110,82	2,944
SF20	95,36	2,533
Moyenne	155,28	4,125
Ecart type	50,36	1,338

4.7 Biomasse des faisceaux de posidonie et la charge épiphytaire

La biomasse totale moyenne d'un faisceau de posidonie est égale à 721 ± 231 mg alors que la biomasse totale des épiphytes par faisceau est égale à $35,2 \pm 21,4$ mg/faisceau. La charge épiphytaire est de l'ordre de 5% (Figure 9 et Tableau 7).

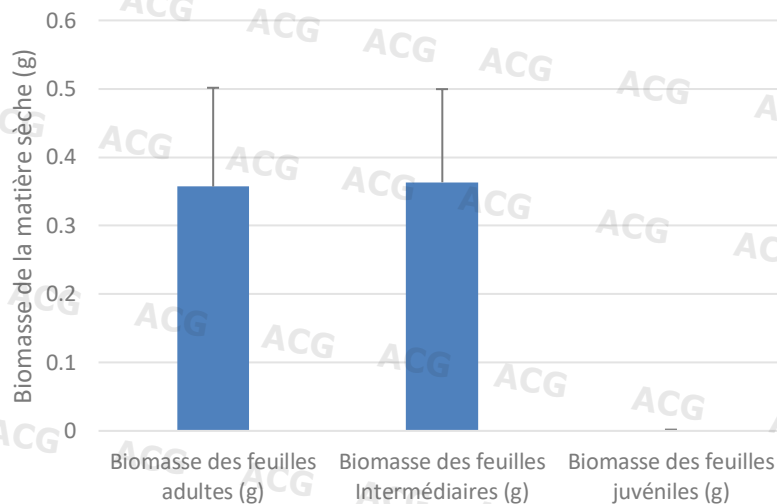


Figure 9. Moyenne des biomasses par faisceau de Posidonie à Kneiss.

La biomasse totale d'un faisceau de posidonie à Kneiss est supérieure à celle enregistrée à Kantaoui, Hergla, Monastir et Mahdia où elle varie de 0,3 à 0,6 g/faisceau (Sghaier et al., 2006).

Tableau 7- Biomasse de la posidonie et charge épiphytique dans l'île Kneiss

Faisceau	Biomasse des feuilles adultes (g)	Biomasse des feuilles Intermédiaires (g)	Biomasse des feuilles juvéniles (g)	Biomasse des épiphytes (g)	Biomasse totale de faisceau	Ratio Epiphytes/feuilles
1	0,4331	0,4439	0,0036	0,0389	0,8806	4,4174
2	0,4042	0,4455	0,0000	0,0578	0,8497	6,8024
3	0,2007	0,3081	0,0000	0,0089	0,5088	1,7453
4	0,2871	0,2039	0,0034	0,0261	0,4943	5,2802
5	0,1358	0,4149	0,0000	0,0296	0,5507	5,3750
6	0,2641	0,3184	0,0000	0,0135	0,5825	2,3176
7	0,5056	0,7217	0,0000	0,0532	1,2273	4,3347
8	0,6232	0,3538	0,0000	0,0386	0,9770	3,9509
9	0,2670	0,3257	0,0000	0,0317	0,5927	5,3484
10	0,4481	0,4904	0,0000	0,0594	0,9385	6,3290
11	0,5218	0,3555	0,0000	0,0619	0,8773	7,0557
12	0,3358	0,4311	0,0000	0,0793	0,7669	10,3403
13	0,5278	0,4686	0,0000	0,0319	0,9964	3,2015
14	0,2449	0,4007	0,0000	0,0132	0,6456	2,0446
15	0,1535	0,1659	0,0000	0,0195	0,3194	6,1052
16	0,5418	0,4138	0,0000	0,0505	0,9556	5,2846
17	0,1968	0,4054	0,0000	0,0280	0,6022	4,6496
18	0,4374	0,2345	0,0035	0,0540	0,6754	7,9953
19	0,2372	0,2769	0,0000	0,0037	0,5141	0,7197
20	0,3770	0,0889	0,0000	0,0040	0,4659	0,8586
Moyenne	0,3571	0,3634	0,0005	0,0352	0,7210	4,8796
ET	0,1444	0,1362	0,0013	0,0214	0,2318	

La biomasse des épiphytes dans l'herbier de posidonie de Kneiss est inférieure à celle trouvée dans la côte est de la Tunisie par Sghaier et al., 2006 et Mabrouki et al., 2009. La courantométrie, importante dans la zone, ne permet pas aux épiphytes de se développer sur les feuilles de la posidonie.

5. Conclusion des travaux de suivi de l'herbier

L'herbier de posidonie de Kneiss est un herbier fragmenté, il se développe dans certaines zones restreintes sur un fond sableux-vaseux de l'île à des profondeurs supérieures à 2m en marais basse. Ces morceaux d'herbier sont trouvés généralement à proximité de part et d'autre des chenaux de marais.

On a remarqué que la turbidité est toujours importante dans la colonne d'eau, probablement à cause de la courantologie, ce qui provoque une diminution de la quantité de lumière qui arrive au fond. Ce paramètre constitue un facteur écologique limitant pour le développement de la posidonie dans l'île de Kneiss. En plus, les mouvements continus des marées ramènent de quantités importantes de sédiment marin qui provoque un enfouissement des faisceaux de posidonie qui luttent pour survivre. Tout ceci explique la faible densité et le recouvrement moyen de la posidonie dans l'île. En effet, la géomorphologie et la présence de chenaux de marée ne sont pas favorables au développement de la posidonie. Par contre, ces conditions sont assez propices pour la prolifération des espèces moins exigeantes comme la *Cymodocea nodosa*.

Lors de notre mission, plusieurs espèces filtreuses comme les ascidies et les éponges ont été observés avec des densités importantes associées aux herbiers de posidonie. Ceci est typique des fonds marins du Golf de Gabès et indique généralement la présence de beaucoup de matière organique en suspension.

L'indice foliaire de la posidonie de Kneiss reste moyenne comparée à d'autres sites en Tunisie, la faible densité des faisceaux est compensée par le nombre élevé des feuilles par faisceau.

Bien que la biomasse de la partie foliaire de la posidonie soit assez importante, nous avons trouvé une charge épiphytique faible (inférieur à 5%). Ceci est expliqué aussi par le fort hydrodynamisme et courants marins qui ne permettent pas aux algues et autres espèces épiphytes de se fixer sur les feuilles de la posidonie.

Pour conclure, l'herbier de posidonie de Kneiss peut être qualifié de « médiocre » à « Moyen ».

Annexes : Photos de la formation et du travail au laboratoire

Photo 1- Préparation du matériel de plongée par l'équipe des experts



Photo 2- Bateau de pêche utilisé pour le travail sur terrain



Photo 3- Collecte des échantillons de la végétation marine de Kneiss par l'écogarde



Photo 4 & 5- Plongeur qui se prépare pour l'étude de la posidonie (à gauche) et mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau (à droite)



Photo 6- Plongeur entrain d'estimer la densité de l'herbier à l'aide d'un quadrat de 40cm de côté



Photo 7 & 8 – Travail au laboratoire, à gauche : l'équipe en train de faire l'étude phrénologique et biométrique de la posidonie, à droite : mesure de la biomasse sèche



Photo 9 – Tamis et appareil de granulométrie pour l'étude des échantillons de sédiment

