

**Etude d'impact préalable à l'extension de la ferme
marine de Spano : implantation de nouvelles
structures d'élevage flottantes dans la baie de la
Revellata**

Avril 1999

STARESO s.a. - Pointe de la Revellata - B.P. 33 - 20260 CALVI - CORSE - FRANCE
Société Anonyme au Capital de 1.500.000 F - R.C.S. Ile Rousse 349550087

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	3
DETERMINATION D'UN SITE APPROPRIE	4
DESCRIPTION DE LA STRUCTURE ENVISAGEE	7
ETUDES SEDIMENTOLOGIQUES	7
ETUDE DE LA CONCENTRATION EN NUTRIMENTS	13
ETUDE BIOCENOTIQUE DE LA FAUNE DES SEDIMENTS	16
ETUDE COURANTOLOGIQUE	20
CONCLUSION GENERALE	29

Introduction

La ferme marine de Spano exploite une dizaine de cages de type off-shore, destinées au grossissement de loups et dorades. Dans le cadre d'un programme de modernisation de l'outil de production aboutissant à un accroissement de la production annuelle, une augmentation du nombre de structures d'élevage flottantes a été envisagée. Dans ce but, la STARESO a été consultée pour réaliser les études du milieu marin permettant d'appréhender les conséquences futures de l'ouvrage sur l'environnement marin.

La présente étude comporte les parties suivantes :

- une recherche de site en collaboration avec les différentes parties concernées,
- une étude granulométrique des sédiments sur le site proposé,
- une étude de la concentration en nutriments sur le site proposé,
- une étude biocénotique sur l'emplacement du futur ouvrage (comprenant une description de la macrofaune et de la macroflore rencontrées en plongée sous-marine, une étude de la faune endogée du sédiment),
- une étude courantologique et de la trajectoire des masses d'eau,
- une conclusion générale.

A. Détermination d'un site approprié

A. 1. CONTRAINTES TECHNIQUES ET BIOLOGIQUES

En accord avec les dirigeants de la ferme marine de Spano et les pêcheurs de Calvi , il a été déterminé l'implantation des nouvelles structures d'élevage sur le site repris sur la **carte n° 1**. Ce site correspond à une des zones recommandées pour l'aquaculture d'après le schéma d'aménagement de la Corse déterminant les zones favorables à l'implantation de cultures marines. Schéma d'aménagement réalisé à la demande de l'assemblée de Corse et certifié par les services d'Etat.

Afin de caractériser cette zone, quatre points de prélèvement ont été déterminés.

Coordonnées GPS des quatre points de prélèvement

Point 1 : 42° 34,549 ; 8° 44,451

Point 3 : 42° 34,492 ; 8° 44,436

Point 2 : 42° 34,510 ; 8° 44,483

Point 4 : 42° 34,500 ; 8° 44,366

Ce site paraît approprié car il se situe au-dessus d'une zone sableuse vierge de posidonies et de tous les peuplements biologiques protégés. De plus, cette zone, située à des profondeurs comprises entre -45 et -55m, est éloignée du fond de la baie et de la pointe de la Revellata et devrait limiter l'impact de la surcharge en éléments nutritifs transportés par les courants. Ces derniers sont majoritairement nord dans ce secteur et la surcharge en éléments nutritifs amenés par l'exploitation des cages d'aquaculture devrait être principalement évacuée vers les eaux du large. Le choix d'un site positionné d'avantage à l'intérieur de la baie risquerait d'influencer de manière plus significative la vie sous-marine de la pointe de la Revellata et de la pointe de l'Oscelluccia.

La détermination de ce site a pu être effectuée grâce :

- aux informations apportées par les cartes SHOM (bathymétrie et faciès physiques),
- aux informations apportées par les cartes de répartition des faciès biologiques (herbier de posidonies et zones sableuses en particulier).
- aux plongées de reconnaissance effectuées.

Il est cependant nécessaire de signaler que ce site d'implantation se trouve dans une zone de forte agitation par vents de Nord Est. **Contrainte dont il faudra tenir compte lors de l'installation de la structure.** Une implantation plus au large aurait impliqué un enclavage sur des profondeurs supérieures à 55-60m, entraînant de lourdes contraintes d'installations et de contrôle (plongée sous-marine) pour les années suivantes.

2. CONTRAINTES PAYSAGERES

Afin de fournir une idée des modifications paysagères dues à l'implantation des nouvelles structures d'élevage, une prise de vue avec incrustation des nouvelles cages a été réalisée (**photos n° 1**). Il est important de noter que ce montage ne représente pas la réalité absolue, mais une vue en perspective telle qu'elle apparaîtrait au travers d'un téléobjectif d'appareil photo.

Néanmoins au vu de ce montage l'impact paysager reste modeste.

B. Description de la structure envisagée

La structure envisagée est identique à celle déjà existante en baie de Calvi. Huit cages circulaires de 12m de diamètre, descendant jusqu'à 9m de profondeur, sont prévues pour une surface occupée au sol de 100 * 40m. Au départ, les cages sont chargées avec 80 000 alevins qui donneront par la suite une biomasse d'environ 20kg/m³. La structure existante (implantée sur un fond de 20m) produit ainsi en moyenne 35 tonnes de poissons par an.

C. Etudes sédimentologiques

C.1. METHODES UTILISEES

Afin de caractériser les propriétés physiques des fonds de la zone, des prélèvements granulométriques ont été effectués aux points 1,2,3 et 4, **carte n° 1**.

- Prélèvement du sédiment en plongée,
- Rinçage à l'eau douce,
- Décantation du sédiment durant 24 heures,
- Extraction des fibres végétales macroscopiques flottant sur la solution et siphonnage de l'eau excédentaire,
- Séchage en étuve à 100° durant 24 heures,
- Pesée de l'échantillon sec,
- Tamisage à sec durant quinze minutes (tamis 4000, 2000, 1000, 500, 400, 315, 250, 200, 165, 125, 100, 80 et 63 µm – série norme AFNOR),
- Pesée de chaque fraction.

C.2. RESULTATS GRANULOMETRIQUES

Les résultats de l'étude granulométrique se trouvent dans les **Tab. n°1 à n°5** et sous la forme de courbes semi-logarithmiques (avec en ordonnée le pourcentage cumulé et en abscisse le diamètre des sables en μm) dans les **Fig. n°1 à n°4**.

Les valeurs de médianes D50 (soit la valeur granulométrique de l'échantillon à 50 % du poids total) sont reprises dans le **Tab. n°1** suivant :

Tab. n°1 : Valeurs des médianes pour les 4 prélèvements granulométriques

	médiane (μm)
Point 1	95,8
Point 2	96,7
Point 3	113,3
Point 4	100,7

C. 3. CONCLUSION

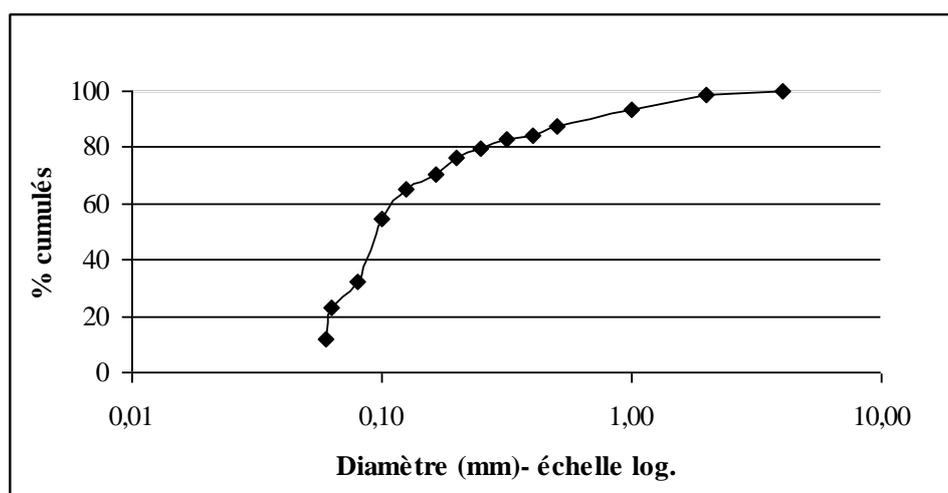
L'analyse des échantillons de sédiment prélevés dans la zone d'implantation des nouvelles cages ainsi que les observations réalisées en plongée nous montrent une zone sédimentaire peu perturbée : il s'agit d'une vaste plaine en pente douce constituée d'un sédiment sablo-vaseux (très faible granulométrie) recouvert d'une fine couche de sédiment détritique plus grossier.

Ce fait est caractéristique d'une zone à faible agitation fréquemment rencontrée dans les zones profondes de la Baie de Calvi (entre -45 et -55m).

Tab. n°2 : Echantillon Point 1 (profondeur : 51,1 m) ; pourcentages cumulés en fonction de la taille du sédiment

Taille de la maille du tamis (μm)	Pourcentages cumulés
4000	1,44
2000	6,26
1000	12,17
500	15,98
400	17,35
315	20,30
250	23,64
200	29,88
165	35,00
125	45,34
100	67,78
80	77,18
63	88,03
<63	100,00

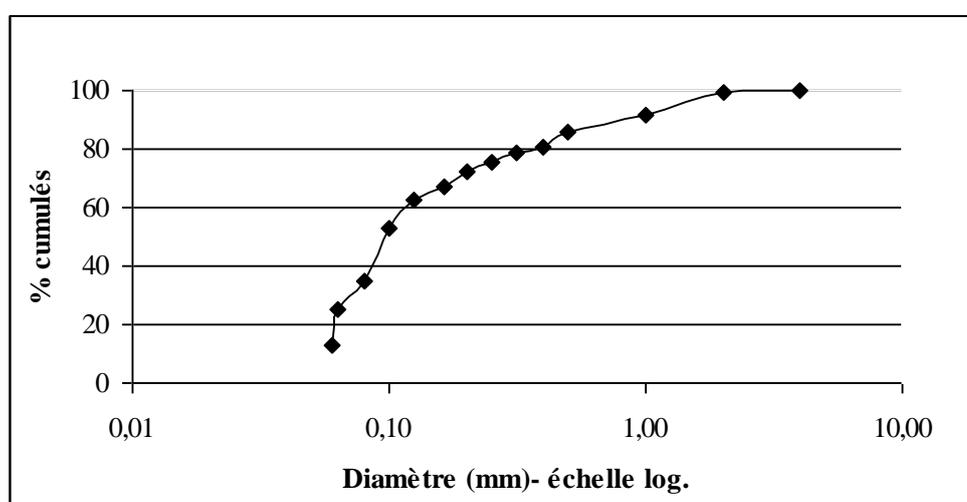
Fig. n°1 : Granulométrie au point 1



Tab. n°3 : Echantillon Point 2 (profondeur : 50,9 m) ; pourcentages cumulés en fonction de la taille du sédiment

Taille de la maille du tamis (μm)	Pourcentages cumulés
4000	0,81
2000	8,59
1000	14,49
500	19,52
400	21,05
315	24,39
250	27,99
200	32,66
165	37,37
125	47,01
100	65,18
80	74,82
63	87,33
<63	100,00

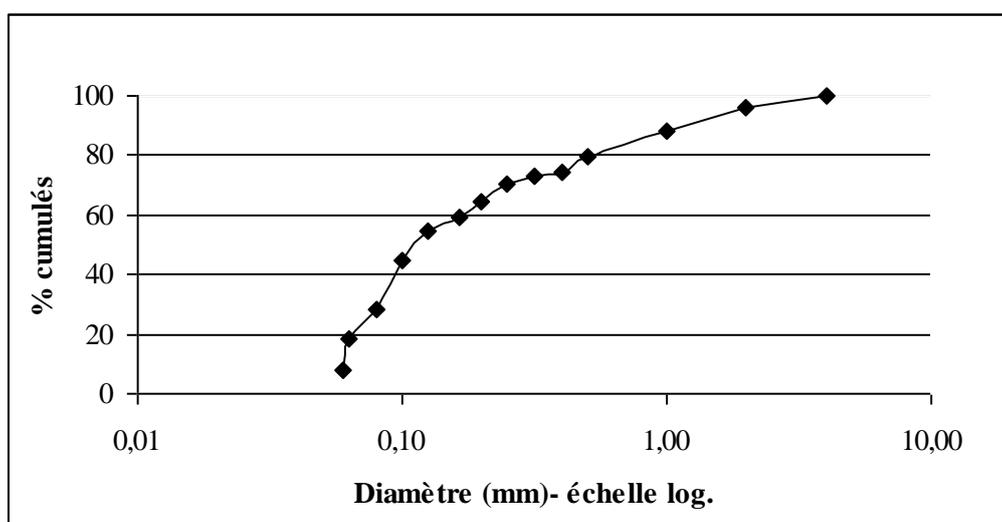
Fig. n°2 : Granulométrie au point 2



Tab. n°4 : Echantillon Point 3 (profondeur : 49,4 m) ; pourcentages cumulés en fonction de la taille du sédiment

Taille de la maille du tamis (μm)	Pourcentages cumulés
4000	3,99
2000	12,14
1000	20,10
500	25,52
400	26,98
315	29,93
250	35,27
200	40,61
165	45,50
125	55,09
100	71,61
80	81,59
63	92,24
<63	100,00

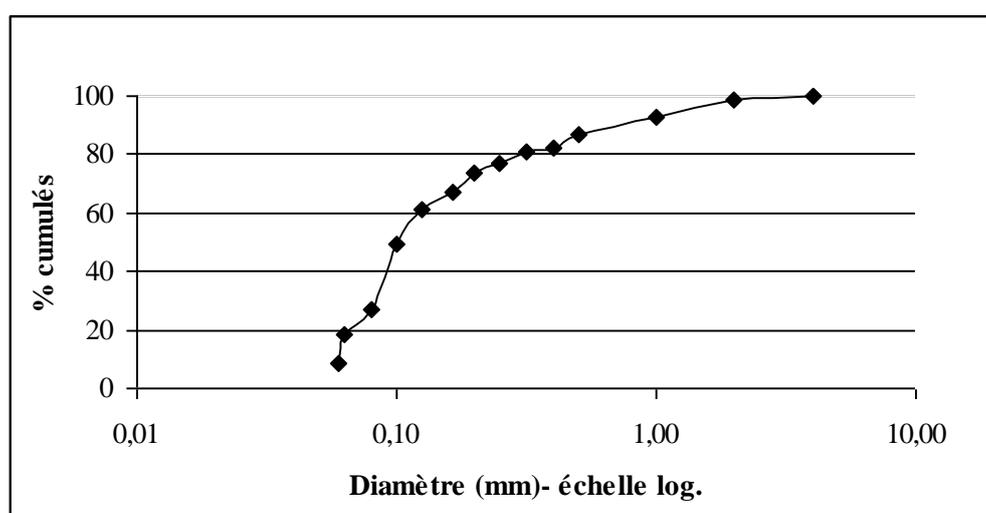
Fig. n°3 : Granulométrie au point 3



Tab. n°5 : Echantillon Point 4 (profondeur : 49,7 m) ; pourcentages cumulés en fonction de la taille du sédiment

Taille de la maille du tamis (μm)	Pourcentages cumulés
4000	1,49
2000	6,97
1000	12,87
500	17,58
400	19,07
315	22,70
250	26,63
200	32,77
165	38,82
125	50,35
100	72,94
80	81,25
63	91,21
<63	100,00

Fig. 4 : Granulométrie au point 4



D. Etude de la concentration en nutriments de l'eau de mer

Le rejet dans le milieu naturel de nutriments (excrétion des poissons, dégradation de la nourriture non consommée) constitue un des principaux impacts des exploitations aquacoles. Dans le cas présent, les mesures réalisées sur l'exploitation implantée en baie de Calvi, structure strictement identique à celle envisagée pour la baie de la Revellata, permettent de caractériser plus précisément cet impact. Ces informations existantes ont été complétées par des mesures de nutriments dans la baie de Calvi loin de l'exploitation existante ainsi que sur le nouveau site d'implantation.

Les dosages chimiques ont été effectués sur un autoanalyser SKALAR de type San plus. Nous avons dosé les composés suivants :

- **silice** ; méthode basée sur une acidification et un mélange avec une solution de molybdate d'ammonium,
- **phosphate** ; méthode basée sur la réaction du molybdate d'ammonium et de l'antimoine tartrate de potassium réagissant en milieu acide,
- **ammonium** ; méthode basée sur la réaction modifiée de Berthelot,
- **nitrate** ; méthode basée sur la réduction des nitrates en nitrites sur colonne de cadmium et dosage des nitrites par la méthode à la sulfanilamide.

Les résultats suivants ont été obtenus :

Tab. n° 6 : Concentration en nutriments ($\mu\text{mol/l}$) de l'eau de mer en Baie de Calvi à différentes périodes.

$\mu\text{mol/l}$	Site aquacole déjà existant 9 juin 95 à 10m	Site aquacole déjà existant 8 juin 99 à 7m	Moyenne en baie de Calvi mars 99	Moyenne en baie de Calvi juillet 99	Moyenne en baie de Calvi septembre 98	Baie de Calvi 8 juin 99
<i>Silice</i>	0.000	0.000	1.410	0.000	0.460	0.000
<i>Phosphate</i>	0.38	0.055	0.190	0.743	0.000	0.071
<i>Ammonium</i>	abs. d'info.	0.981	2.447	0.245	0.352	1.665
<i>Nitrate</i>	0.56	0.156	0.532	0.095	0.048	0.286

Ces résultats doivent être interprétés en tenant compte du fait que la répartition des nutriments en mer peut être très hétérogène (variations horizontales et verticales pouvant être fortes en fonction de l'agitation et des courants).

D. 1. ANALYSE DES DONNEES OBTENUES SUR LE SITE PREVU POUR L'INSTALLATION DES NOUVELLES CAGES

Les valeurs obtenues sont intéressantes car elles donnent une idée de la concentration de ces sels nutritifs avant l'installation des nouvelles cages (point 0) et permettront de constater des changements éventuels dans les années à venir.

La période d'étude (juin 1999) correspond à la fin du bloom planctonique printanier qui appauvri la mer en sels nutritifs (mer déjà naturellement pauvre, car la Méditerranée est une mer oligotrophe). Nous notons :

- une valeur nulle pour la silice. Ce sel nutritif est un traceur d'arrivée d'eau douce en mer. En effet le lessivage du sol peut apporter une grande quantité de silice en mer. Une augmentation de silice peut être notée à l'approche de l'embouchure d'une rivière ou après une forte pluie.
- Pour ce qui concerne le phosphate nous notons une valeur faible. Les eaux profondes de Méditerranée occidentale contiennent de l'ordre de 0,38 $\mu\text{mol/l}$. Dans la zone superficielle celui-ci est activement consommé par le phytoplancton.
- L'ammonium est le résultat de la réduction photochimique des nitrites ; ce composé est donc un indicateur de la présence de phytoplancton. Dans cet échantillon nous avons obtenu une valeur normale en cette saison pour une zone oligotrophe.
- Enfin, la valeur des nitrates est faible.

D. 2. LES SELS NUTRITIFS EN BAIE DE CALVI

A titre indicatif nous avons repris dans le même tableau, les résultats de dosages équivalents dans la baie de Calvi en 1998 pour les mois de mars, juillet et septembre.

Ces résultats mettent en évidence :

- des eaux chargées en nutriments pendant la période printanière. Ce phénomène est dû aux remontées d'eaux profondes chargées en sels nutritifs. Le développement planctonique qui va suivre va épuiser ces réserves.
- La présence non négligeable de nutriments pendant la période estivale due à l'influence de l'activité touristique et aux rejets d'eaux domestiques que celui-ci

engendre. Seule la silice résultant d'un lessivage du sol par la pluie n'est pas présente dans l'eau de mer.

- La période du mois de septembre est une période intermédiaire entre la période touristique et la période hivernale pauvre en sels nutritifs.

D. 3. COMPARAISON AVEC LES DOSAGES EFFECTUES AU NIVEAU DE LA STRUCTURE AQUACOLE EXISTANTE

Une première étude, réalisée par le conseiller aquacole en 1995, avait mesuré l'impact de la ferme de Spano à partir de données hydrologiques. Les teneurs obtenues pour les phosphates et nitrates entre les cages figurent dans le tableau ci-dessus (Tab.6).

Un prélèvement a été réalisé au même endroit cette année, le 8 juin 1999.

Les valeurs du prélèvement effectué cette année sont du même ordre de grandeur que celles obtenues pour l'étude réalisée en 1995. Il n'y a donc pas eu de changements importants concernant ces teneurs depuis 1995 (les faibles variations observées dépendent des conditions météorologiques, avec des blooms planctoniques qui ne se produisent pas chaque année exactement au même moment). Or cette étude avait montré que l'implantation de la ferme sur un site où les eaux d'élevage sont agitées en permanence, permettait une diminution maximale des effets dus aux rejets, grâce à une dispersion optimale de la matière organique et des sels minéraux vers le large. L'impact de la ferme constaté était ponctuel (durant la saison estivale), et ne concernait que le périmètre d'exploitation.

D. 4. CONCLUSION

Compte tenu du fait que la structure envisagée sera en tout point identique à la structure existante, on peut penser que l'impact de la future installation ne sera pas plus important que celui constaté pour la ferme déjà implantée en baie de Calvi. Il y a même de fortes chances pour qu'il soit moins important, en raison de la profondeur du site d'implantation qui va diminuer le dépôt sédimentaire.

E. Etude biocénotique de la faune des sédiments

E.1. INTRODUCTION

La faune endogée des sédiments est particulièrement importante à étudier. En effet, les espèces rencontrées sont indicatrices du type de milieu et apportent des informations aussi bien sur la situation présente que sur les événements passés (pollution par exemple) ayant affecté la zone à moyen terme.

E.2. MATERIEL ET METHODE

Tab. n°7 : Profondeur relevée à chaque point de prélèvement

Points	1	2	3	4
Profondeur	51,1m	51,0m	49,4m	49,7m

Au total 4 échantillons destinés à l'étude des biocénoses ont été prélevés en plongée (points 1,2,3 et 4). Pour chacun, dix litres de sédiment ont été prélevés à l'aide d'une benne à main puis tamisés à l'aide d'un tamis de maille 1mm (norme française pour le concept de macrofaune). La macrofaune a été extraite des prélèvements sous loupe binoculaire et les individus ont été déterminés jusqu'à l'espèce «sensus Peres». L'attribution d'une «signification» à chacune d'entre elles a été effectuée selon les normes de PERES & PICARD pour la Méditerranée (Nouveau Manuel de Bionomie Benthique de la Mer Méditerranée) et en fonction de notre expérience des biocénoses infra et circalittorales de la Corse.

Les calculs de diversité ont été effectués à l'aide de l'Indice de diversité de Shannon selon la formule suivante :

$$Ish = - \sum_{i=1}^n p_i \log(p_i)$$

avec p_i : fréquence relative de l'espèce
 n: espèce

Toute variation de l'indice apportera des renseignements sur la structure de l'échantillon et sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (DAGET 1979). Cependant, la diversité dépendant à la fois des fréquences relatives des espèces et du nombre de celles-ci (données très variables), il est préférable de s'intéresser à

l'Équitabilité. Cette dernière revient à effectuer le rapport de la diversité sur la diversité maximale que pourrait avoir l'échantillon.

$$E = \frac{I_{shannon}}{\log(N)}$$

avec N=nombre total d'espèces

L'Équitabilité augmente donc en même temps que la diversité spécifique et varie de 0 à 1.

E.3. DONNEES GENERALES SUR L'ENSEMBLE DU PEUPLEMENT

E.3.1. Analyse qualitative et quantitative

Au total 46 espèces, pour 399 individus, ont été identifiées (**Tab. n°10**) dont 28 espèces de polychètes, 9 espèces de mollusques et 8 espèces de crustacés. Les tubes de polychètes vides n'ont pas été pris en compte dans cette étude.

De manière générale (**Tab. n° 8 et 9**) les 4 prélèvements ont livré des populations assez diversifiées (34 à 21 espèces par prélèvement). L'Équitabilité est relativement élevée pour chacun des échantillons, la distribution des individus présents est donc équilibrée sans domination particulière d'espèce. Les densités sont relativement faibles.

Tab. n° 8 : Densité, richesse spécifique, indice de Shannon et Équitabilité

Point	1	2	3	4
TOTAL individu	137	117	69	76
Total individu (%)	34,3	29,3	17,3	19,0
TOTAL espèces	34	32	25	21
Total espèce (%)	73,9	69,6	54,3	45,7
Indice de Shannon	4,7	4,2	4,3	4,1
Équitabilité	0,9	0,8	0,9	0,9

E.3.2. Caractéristiques biocénotiques

Les biocénoses prospectées ne sont pas marquées par la présence d'espèces appartenant exclusivement à des stocks biocénotiques bien définis. Les biocénoses échantillonnées sont essentiellement constituées d'individus affectionnant :

- les Sables vaseux (SV)
- les Sables fins bien calibrés (SFBC), sable fin de calibrage très homogène, parfois légèrement vaseux.

Les espèces privilégiant ce type de milieu représentent à elles seules 44,9 % de la totalité des individus prélevés.

Les autres espèces rencontrées seront des espèces appartenant à différents biotopes compatibles avec les précédents tels que :

- le tapis de posidonies mortes,
- de sédiment coquillé,
- le fond meuble instable.

Tab. n°9 : Répartition des espèces indicatrices (%) des principaux biotopes pour chaque échantillon

Point	1	2	3	4
Sédiments vaseux	39,4	38,5	34,8	26,3
Sables fins	10,9	5,13	8,7	11,8

Ce type de milieu, sablo-vaseux se rencontre fréquemment dans les baies à partir d'une certaine profondeur. Les mouvements de houle n'atteignant que très rarement ces profondeurs (-45, -50m), la biocénose qui vit sur ce type de milieu est constituée d'individus affectionnant les milieux relativement calmes (biocénose des milieux sablo-vaseux, biocénose des tapis de posidonies mortes...) sans pour autant avoir un milieu vaseux proprement dit.

Il s'agit d'avantage d'un stade intermédiaire entre :

- une biocénose des sables fins bien calibrés souvent accompagnés de détritique côtier que l'on rencontrera aux profondeurs plus faibles,
- et les biocénoses des fonds détritiques envasés.

E. 4. CONCLUSION

En conclusion notre étude biocénotique confirme l'appartenance des peuplements échantillonnés aux biocénoses des sédiments sablo-vaseux. Ces biocénoses sont très communément présentes sur les côtes corses au niveau des baies, à des profondeurs d'une cinquantaine de mètres. Elles ne nécessitent pas de protection particulière et le caractère vaseux du milieu devrait être peu influencé par les dépôts sédimentaires dus à l'exploitation aquacole (taux de sédimentation diminué par la profondeur du site d'implantation).

Tab. n° 10: Liste des espèces, caractéristiques biocénétiques et nombre d'individus (LRE : large répartition écologique, SGCF : Sédiments grossiers soumis à des courants de fond, FMI : fonds meubles instables, SFBC : sables fins bien calibrés, SVMC : sables vaseux de mode calme)

Date de prélèvement 5/04/99					Date de prélèvement 5/04/99						
STATION	Points	1	2	3	4	STATION	Points	1	2	3	4
car.biocénétiques	POLYCHETES					car.biocénétiques	MOLLUSQUES				
	ERRANTES						Bivalves				
SGCF	<i>Euthalenessa dendrolepis(pr)</i>		1			FMI	<i>Corbula gibba (ex)</i>		4	2	1
SV	<i>Eunice pennata</i>	5	1				<i>Gouldia minima</i>	3	2	2	
SFBC	<i>Glycera convoluta</i>				3	SVMC	<i>Loripes lacteus</i>		1		
SV	<i>Gonadia emerita</i>	6	4	2	2	FMI	<i>Lucina borealis (ex)</i>	1	1		
vieilles coquilles	<i>Harmothoe impar</i>	2	1	2			<i>Scrobicularia alba</i>	1		1	
SF	<i>Hyalinoecia bilineata</i>	1	1				<i>Solemya togata</i>		2	2	
SF	<i>Hyalinoecia brementi</i>	9	3	1	4		<i>Venus faciata</i>	1			
SMSV,sciaphile	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	4				SGCF	<i>Venus ovata</i>	1			
SV	<i>Lumbriconereis gracilis</i>	13	23	9	10		Polyplacophores				
SV	<i>Nematoneis unicornis</i>	6	8	4	2		<i>Acanthochitona communis</i>		2		
SFBC	<i>Nephtis ombergii</i>	4			2		CRUSTACE				
Posidonies mortes	<i>Nereis irrorata</i>		1				Amphipode				
SFS	<i>Nerinides cantabra</i>	1	2	5			<i>Ampelisca sp.</i>	2	1	2	2
	<i>Phyllodoceinae sp.</i>		2				<i>Metaphoxus pectinatus</i>	7	17	6	5
	<i>Staurocephalus kerfersteini</i>			1			<i>Monoculodes carcinatus</i>		1		
Coquilles vides	<i>Syllis cornuta</i>	8	4	3	3		<i>Tritaeta gibbosa</i>	2			1
	SEDENTAIRES						Anisopode				
SV	<i>Ampharete grubei</i>	2	1	2		Posidonies mortes	<i>Leptocheilia savigni</i>	6	1	2	6
SGCF	<i>Armandia polyopphthalma</i>	1					Decapodes				
SV	<i>Chaetozone setosa</i>	2		3	2		<i>Ebalia granulosa</i>	1			
	<i>Chone sp.</i>	6	5	2	6		<i>Anapagurus laevis</i>	5	2	3	3
SV	<i>Clymene palermitana</i>	2	3	1	2		Isopode				
	<i>Euchone rubrocincta</i>	10	10	8	10		<i>Euridyce truncata</i>				5
SV	<i>Leiochone clipeata</i>	3		2			ECHINODERMES				
VTC, SFBC(cp)	<i>Owenia fusiformis</i>	5	2	1			<i>Amphipholis squamatum</i>	10	8	2	5
SVMC	<i>Paraonis lyra</i>	2	1		1						
STV	<i>Pectinaria auricoma</i>				1						
SV	<i>Pygospio elegans</i>	4	1								
	<i>Stylarioides monolifer</i>	1	1	1							

H. Etude courantologique et de la trajectoire des masses d'eau (A. Norro, mars 1999)

H. 1. INTRODUCTION

La circulation des masses d'eaux en Baie de Calvi est assez compliquée ; fortement influencée par les phénomènes atmosphériques, elle connaît, de par ce fait, une grande variabilité spatiale et temporelle.

Cette influence peut être :

- directe, les eaux de la Baie de Calvi se mettant en mouvement sous l'action du vent, des vagues et des courants de surface,
- ou indirecte à plus grande échelle spatiale. Il existe au large de la baie de Calvi un grand courant, le courant Liguro-Provençal, qui conditionne l'existence de deux gires opposées dans la baie. Les variations atmosphériques vont influencer ces courants de baie en agissant sur le courant Liguro-Provençal.

H. 2. MATERIELS ET METHODES

Dans le but d'étudier les courants marins dans le golfe de Calvi, différentes simulations ont été conduites avec le modèle hydrodynamique tridimensionnel SYMPHONIE développé par l'équipe d'océanographie côtière du laboratoire d'Aérodynamique (UMR du CNRS) de Toulouse (Estournel et al. , 1997, Marsaleix et al, 1998). Les directions typiques de vent (Loffet, 1978, Norro, 1995), Tramontane (N-E) et Libeccio (S-W) pour une vitesse de 15 m/s ont été introduites comme forçage du modèle, un cas par vent nul est également proposé. Le courant Liguro-Provençal est considéré dans les trois cas. Les résultats sont proposés après 1.25 jours de simulations durant lesquels les forçages s'appliquent. Chaque figure (Fig. 5, 6 7) comporte trois graphiques :

- **le graphique supérieur (A)** représente une coupe horizontale à 5 m de profondeur,
- **le graphique (B)** représente le même genre de coupe pour une profondeur de 45m,
- **le graphique (C)** est une coupe dans un espace transformé, l'espace sigma. Dans cet espace la coupe représentée est une coupe qui suit le fond de la mer

- quelle que soit la profondeur du lieu, le courant noté sur la figure (C) est le courant juste au-dessus du fond.

H. 3. RESULTATS

Cas sans vent (figure 2) : les courants sont très faibles (nuls) aussi bien sur le fond (fig.2, C) qu'à la profondeur de 45 m (fig.2, B). A la surface (fig. 2,A), des courants de l'ordre de grandeur de 2 ou 3 cm/sec sont proposés (figure 2).

Cas du vent de N-E de 15 m/s (figure 3) : le modèle prévoit à 5m (fig.3 A) de profondeur des courants allant vers l'ouest pouvant atteindre 50 cm/sec au large de la pointe de la Revellata et de 20 à 30 cm/sec à l'intérieur du golfe de la Revellata cette fois dirigés nord-ouest. Au fond (fig.3, C), les courants sont plus faibles, de l'ordre de 10 cm/sec pour les plus importants. Ils ont des directions variées.

Cas du vent de sud-ouest (S-W ; figure 1) : les vitesses des courants sont approximativement comparables à celles de la situation de N-E mais les directions changent.

H. 4. MESURES CONTINUES, ETUDE DES COURANTS PAR COURANTOMETRIE

Les caractéristiques sur le long terme des courants ne peuvent être connues que par des enregistrements continus réalisés au moyen de courantomètres mouillés en des points fixes. Ces mesures continues sont nécessaires pour mettre en évidence soit la permanence de courants favorables à l'évacuation des eaux chargées en nutriment vers le large, soit le risque de stagnation par suite de courants rotatifs ou de courants très faibles (situation très fréquente en Méditerranée), soit encore des courants qui porteraient ces eaux vers les côtes.

Un courantomètre ANDERAA RCM 7 a été mis en place au large de la citadelle de Calvi afin d'étudier la répartition des courants au niveau de la baie de Calvi.

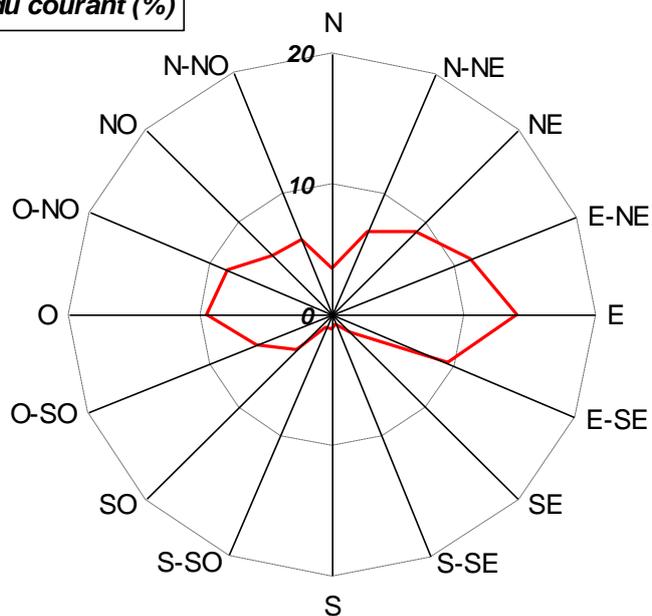
Situation du courantomètre:

Profondeur courantomètre: 9 m
Point GPS : 42° 34,734 N et 8° 45,550 E.

Le pas d'échantillonnage est de 20 min. Les résultats correspondent aux mois de février, mars et avril 1999.

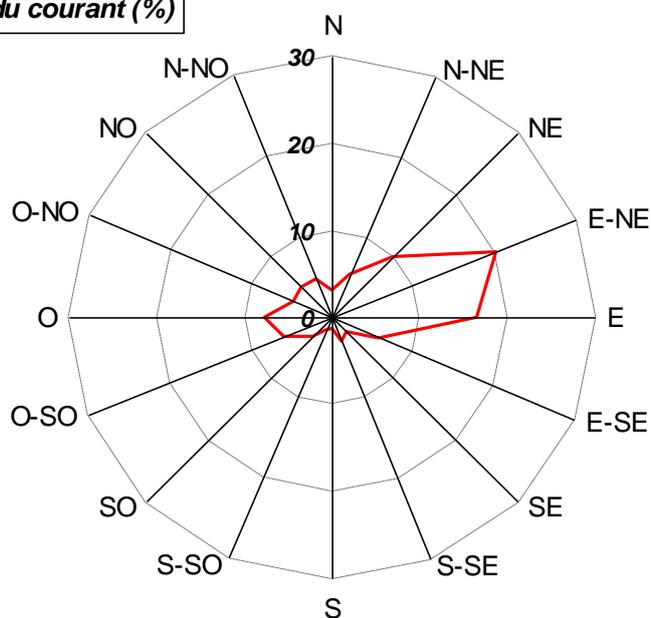
Rose des courants du mois de février 1999

Fréquence du courant (%)



Rose des courants du mois de mars 1999

Fréquence du courant (%)



agitation de la mer au niveau de la baie. Les rejets seront donc rapidement dispersés, d'autant plus que cette période se situe en dehors des périodes de nourrissage des poissons.

Références bibliographique.

Claude Estournel, Veronique Kondrachoff, Patrick Marsaleix, Raoul Vehil, 1997: "The plume of the Rhone: numerical simulation and remote sensing", *Continental Shelf Research*, Vol 17, No8, pp 899-924.

André LOFFET, 1978. La station de Calvi et l'étude de la cyclogénèse en Méditerranée et en mer de Ligurie. *Bull. Soc.Roy.Sc de Liège*, vol 9-10, pp.265-283.

Patrick Marsaleix, Claude Estournel, Veronique Kondrachoff, Raoul Vehil, 1998: "A numerical study of the formation of the Rhone river plume", *Journal of Marine Systems*, vol 14, pp 99-115.

Alain NORRO, 1995, Etude pluridisciplinaire d'un milieu côtier, approches expérimentale et de modélisation de la baie de Calvi,(Corse), Thèse de Doctorat, Université de Liège, Belgique, 311 pp.

Alain NORRO, 1997, Rapport d'activités Bourse OTAN 1996-1997, 53 pp.

H. 6. NOTE CONCERNANT LA STRATIFICATION THERMIQUE

Dans la mer, la manière dont la température varie en fonction de la profondeur est très complexe. En zones côtières cette complexité est encore accrue en raison de phénomènes hydrodynamiques non linéaires principalement liés aux géométries accidentées de ces régions.

Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons à une eau méditerranéenne en régime d'été. Deux cas de figure nous paraissent importants à envisager:

- soit la température décroît de manière quasi linéaire en fonction de la profondeur dans la colonne d'eau. Nous parlons alors de stratification stable. Cette situation est fréquente en l'absence de vent.
- soit la température reste constante dans la couche de surface pour ensuite décroître de manière non linéaire jusqu'au fond. La zone de transition, qui est le siège d'un important gradient de température, est appelée thermocline. Cette situation est observée principalement suite à la présence de vent.

En régime d'été, le flux de chaleur étant important et dirigé de l'atmosphère vers la mer, l'action du vent, des vagues et des courants entraîne la formation d'une thermocline saisonnière dont la profondeur, souvent située aux alentours de 40-60 m, varie considérablement en fonction des conditions météorologiques. Des phénomènes ponctuels de thermocline apparaissent également à plus petite échelle de temps et d'espace (coup de vent) et viennent moduler le phénomène saisonnier.

Une propriété importante, liée au phénomène de thermocline, est « l'effet écran » qui y est associé. En effet il n'y a que très peu d'échanges au travers de la thermocline; cette dernière

joue le rôle de séparation entre la couche de surface quasi homogène et la couche stratifiée inférieure. Cependant, il est important de préciser que ce ralentissement de la diffusion n'est effectif que si la substance rejetée est en "équilibre statique" avec son environnement, c'est-à-dire si la substance possède une densité proche de celle du milieu dans laquelle elle est lâchée.

La présence d'une thermocline temporaire dans les faibles profondeurs en période estivale (parfois cette dernière peut remonter jusqu'à -5m), pourra entraîner un piégeage de nutriments dans les premiers mètres de la colonne d'eau. Ainsi suivant les jours de prélèvement les dosages de nutriments peuvent montrer d'importantes variations.

En conclusion on ne peut garantir, qu'à la suite d'une longue période marquée par des températures élevées et l'absence de vents, la couche superficielle de la colonne d'eau fortement enrichie en nutriments (blocage des nutriments par la présence d'une thermocline bien marquée) n'aura pas d'influence sur le milieu côtier. Signalons tout de même que ces conditions sont exceptionnelles et que la baie de Calvi est plutôt connue pour être venteuse.

J. Conclusion générale

La ferme marine de Spano envisage le doublement de son installation par l'implantation en baie de la Revellata d'une unité de production équivalente à l'actuelle unité implantée en baie de Calvi. Le point d'implantation a été déterminé par l'aquaculteur en accord avec les pêcheurs travaillant dans la zone et conformément au schéma d'aménagement de la Corse.

La présente étude examine les impacts potentiels de cette installation.

Cette nouvelle installation sera implantée sur un fond de 45-50 m éloigné du rivage. A cet endroit les fonds sont sédimentaires et les études granulométriques montrent qu'ils sont de type sablo-vaseux fins. Ce type de sédiment sera physiquement peu influencé par l'éventuelle pluie organique issue des cages et la profondeur sera, par ailleurs, un facteur favorisant la dilution des rejets sur une colonne d'eau importante. Les biocénoses, que ces fonds sablo-vaseux abritent, sont d'un type très commun qui ne nécessite pas de protection particulière.

L'implantation de la nouvelle installation sur des fonds profonds l'éloigne de l'herbier de posidonie qui ne subira pas d'influence directe de l'exploitation (envasement, ombrage).

Une étude courantologique a été réalisée afin d'appréhender la destination des rejets éventuels. Il apparaît que, au point d'implantation, les courants sont très majoritairement sortant du golfe, ce qui représente une situation favorable à l'élimination rapide des rejets éventuels. Le rejet dans le milieu naturel de nutriments (ayant une influence sur l'eutrophisation du milieu) peut effectivement constituer le principal impact d'une exploitation aquacole. La présence d'une exploitation identique à celle du projet, en baie de Calvi, a permis de caractériser ce risque avec précision. Les mesures réalisées lors d'une étude précédente (1995) sur le site existant ne montraient pas d'accroissement significatif des nutriments par rapport au reste des eaux de la baie. Les mesures effectuées lors de notre étude (1999) viennent confirmer cet état de fait. De plus, en raison des facteurs profondeur et courant sur la nouvelle installation, on doit s'attendre à un impact encore moins important.

Par ailleurs, il nous apparaît nécessaire de rappeler que le site d'implantation se trouve dans une zone potentiellement très agitée par certaines conditions météorologiques (vent de secteur N, NE notamment). La conception des ancrages et de la structure devra tenir compte de cet état de fait.

Enfin, l'impact d'une aquaculture pouvant évoluer au gré des options de gestion et de développement de l'exploitant, nous préconisons la mise en place d'un suivi annuel incluant des mesures comparées de nutriments sous les cages et dans les eaux de la baie ainsi que le suivi de l'évolution des biocénoses benthiques sous les cages.

Fait à CALVI , le 30 juillet 1999