

E254 - HEM - I

189560



Maison de la Baie du Mont Saint-Michel

« Mytiliculture et Découverte »

Port Le Vivier / Cherrueix
35960 LE VIVIER SUR MER

**Impacts des usages et de la restructuration
conchylicole sur la colonie de phoques de la Baie
du Mont Saint-Michel**

Juillet 2004 à septembre 2006

Rapport final



IFREMER Bibliothèque de BREST



OEL11453

ifremer

E 254
HEM-I

Rédaction, saisie et mise en page : A. Hemon / Maison de la Baie

Photos : Maison de la Baie

Impacts des usages et de la restructuration conchylicole sur la colonie de phoques de la Baie du Mont Saint-Michel

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
La problématique	4
<i>Origine et contexte de l'étude</i>	4
<i>Objectifs</i>	4
Les deux espèces	5
<i>Leur statut en France</i>	5
<i>Mesures de protection</i>	5
<i>Morphologie et biologie</i>	6
<i>La colonie de la baie du Mont Saint-Michel</i>	7
1 PROTOCOLE D'ETUDE	8
1.1 Conditions d'observation	8
1.2 Le suivi quantitatif	8
1.2.1 <i>Méthode</i>	8
1.2.2 <i>Nombre de sessions de terrain</i>	9
1.2.3 <i>Eléments relevés</i>	9
1.3 Le suivi comportemental	10
1.3.1 <i>Suivi à basse mer</i>	10
1.3.2 <i>Suivi à pleine mer</i>	11
1.3.3 <i>Nombre de sessions de terrain</i>	14
1.3.4 <i>Eléments relevés</i>	14
1.4 Etude du régime alimentaire	15
1.5 Analyse statistique	16
2 PARTENARIATS	17
2.1 Comité de pilotage	17
2.2 Comité de suivi	17
2.3 Usagers	18
3 PRESSION D'OBSERVATION	19
4 EFFECTIFS	21
4.1 Suivi quantitatif	21
4.1.1 <i>Effectifs de la colonie de phoques</i>	21
4.1.2 <i>Variations saisonnières</i>	23
4.1.3 <i>Variations interannuelles</i>	23
4.1.4 <i>Variations d'effectifs en fonction du coefficient de marée</i>	24
4.1.5 <i>Discussion</i>	26
4.2 Suivi comportemental à pleine mer	27
4.2.1 <i>Fréquentation du site des Quatre Salines</i>	27
4.2.2 <i>Variations saisonnières</i>	30
4.2.3 <i>Variations interannuelles</i>	30
4.2.4 <i>Part de la colonie fréquentant le site des Quatre Salines</i>	31
4.2.5 <i>Variations d'effectifs en fonction du coefficient de marée</i>	32
4.2.6 <i>Discussion</i>	33
4.3 Suivi comportemental à basse mer	35
4.4 Reproduction	36
4.5 Fréquentation de la baie par les phoques gris	37
4.6 Fiche de synthèse	39
5 ACTIVITES HUMAINES	40

5.1 Suivi quantitatif	40
5.1.1 Variations saisonnières	41
5.1.2 Variations interannuelles	44
5.1.3 Localisation des activités humaines	45
5.1.4 Discussion	46
5.2 Suivi comportemental à pleine mer	47
5.2.1 Variations saisonnières	48
5.2.2 Variations interannuelles	50
5.2.3 Discussion	52
5.3 Suivi comportemental à basse mer	54
5.3.1 Variations saisonnières	55
5.3.2 Variations interannuelles	56
5.3.3 Localisation des activités	58
5.3.4 Discussion	59
5.4 Fiche de synthèse	61
6 DES PHOQUES ET DES HOMMES	63
6.1 Suivi quantitatif à basse mer	63
6.1.1 Analyse des effectifs	63
6.1.2 Analyse spatiale	63
6.2 Suivi comportemental à pleine mer	65
6.3 Suivi comportemental à basse mer	67
7 COMPORTEMENT DES PHOQUES ET INTERACTIONS	69
7.1 Budgets d'activité	69
7.1.1 Présence des phoques	69
7.1.2 Variations saisonnières	69
7.1.3 Influence de la hauteur d'eau	72
7.1.4 Discussion	74
7.2 Interactions avec les activités humaines	75
7.2.1 Activités sources d'interactions	75
7.2.2 Interactions dues à la présence de l'observateur	81
7.2.3 Impact sur le comportement des phoques	82
7.2.4 Discussion	85
7.3 Fiche de synthèse	86
8 PARTICIPATION DES USAGERS	87
8.1 Mytiliculteurs	87
8.2 Autres usagers	87
8.3 Guides de la Maison de la Baie	88
9 REGIME ALIMENTAIRE	89
ANNEXES	95

INTRODUCTION

La problématique

Origine et contexte de l'étude

La baie du Mont Saint-Michel accueille une colonie de phoques gris et phoques veaux-marins d'une trentaine d'individus. Observée de façon régulière depuis le début des années 80, cette colonie tend à se concentrer dans la zone estuarienne de la baie, qui se situe à l'Est d'un axe allant de la pointe de Champeaux (département de la Manche) jusqu'au récif d'Hermelles (face à la chapelle Sainte-Anne, commune de Saint-Broladre – Ille-et-Vilaine). C'est ce secteur qui fait actuellement l'objet d'une restructuration conchylicole : à partir de 2002, les concessions mytilicoles exploitées face à la commune de Hirel ont été déplacées vers le nord-est (Annexe I). C'est donc pour **mieux appréhender l'impact de cette restructuration sur la colonie de phoques** qu'il a été décidé de réaliser une étude. Celle-ci répond à une demande de la DIREN Bretagne et est conduite par **la Maison de la Baie du Mont Saint-Michel (Le Vivier-sur-Mer)** avec l'appui scientifique et technique du Laboratoire d'Étude des Mammifères Marins d'Océanopolis (Brest). Comme il semble impossible de comprendre l'impact de la restructuration conchylicole sur les phoques sans connaître les autres usages en baie et leurs effets propres, **l'étude a été élargie à l'ensemble des activités humaines**. Malheureusement, l'évaluation de l'impact de la restructuration conchylicole n'a pu débuter avant le déplacement des concessions. Une des limites de cette étude tient donc en **l'absence d'un « état zéro » concernant l'utilisation de l'espace par les phoques, en particulier dans le secteur des nouveaux bouchots**.

Objectifs

1. L'étude doit permettre de caractériser l'ensemble des pratiques (professionnelles mais également de tourisme ou de plaisance) en termes d'abondance, de secteurs utilisés, de saisonnalité...
2. Elle a pour but de bien connaître la colonie de phoques et ses exigences écologiques : biologie, utilisation de l'espace, quiétude...
3. Enfin, elle implique de définir les interactions entre les phoques et les différentes activités humaines.
4. Afin de mieux comprendre la place des phoques dans leur environnement, et notamment leurs relations trophiques, une analyse de leur régime alimentaire complète cette étude comportementale.

Ce travail a fait l'objet d'un cofinancement par IFREMER, par l'Union Européenne, dans le cadre du programme Leader + et par le Conseil Général d'Ille-et-Vilaine. Débutée en juillet 2004, l'étude a été prévue sur deux ans, afin de pouvoir analyser le comportement des animaux et les tendances concernant les usages en baie. Le protocole de terrain s'est achevé fin septembre 2006.

Un premier document a été publié en novembre 2005, au terme d'une année d'exercice. Le présent rapport fait la synthèse de 27 mois de suivi et constitue le bilan final de l'étude.

Les deux espèces

Leur statut en France

Le phoque veau-marin et le phoque gris sont les deux seules espèces de pinnipèdes résidentes et reproductrices du littoral français. Ces espèces y sont en limite sud de leur aire de répartition, alors qu'il existe des effectifs nettement supérieurs autour des îles britanniques, des côtes d'Islande, de Norvège et en mer Baltique. Le phoque veau-marin est également très présent sur les côtes du Danemark, d'Allemagne et des Pays Bas, en particulier dans la mer de Wadden (Robineau, 2004).

En France, le phoque veau-marin fréquente principalement les côtes de la Manche. Il existe trois colonies se reproduisant chaque année : dans la baie de Somme en Picardie (2006 : 165 individus, 22 naissances¹) ; dans la baie des Veys en Basse Normandie (2006 : 58 individus, 10 naissances²) et en baie du Mont Saint-Michel sur les régions de Bretagne et de Basse-Normandie (2006 : 36 individus, 7 naissances).

Quant au phoque gris, moins de 150 individus fréquentent les côtes bretonnes (Ridoux *et al.*, 2000). Deux sites hébergent une colonie reproductrice : l'Archipel de Molène dans le Finistère, avec près de 80 individus et l'Archipel des Sept-Îles dans les Côtes d'Armor, avec une trentaine de phoques. Quelques individus sont présents en période estivale parmi les phoques veaux-marins, en baie de Somme (2006 : 32 individus¹) et en baie du Mont Saint-Michel (2006 : 5 individus).

Mesures de protection

La première mesure visant à protéger spécifiquement les phoques en France date de 1980. Depuis, d'autres décisions juridiques sont venues renforcer cette protection aussi bien à l'échelle nationale qu'internationale (Tableau 1).

Espèce	Niveau international	Niveau communautaire		Niveau national	
	Convention de Bonn 23/06/79	Convention de Berne 19/09/79	« Directive Habitats » 21/05/92	Arrêtés en vigueur	Liste rouge MNHN 1997
Phoque veau-marin (<i>Phoca vitulina</i>)	Annexe II (populations de la mer Baltique et de la mer de Wadden)	Annexe III	Annexes II/a et V/a	27 juillet 1995	
Phoque gris (<i>Halichoerus grypus</i>)	Annexe II (populations de la mer Baltique)			9 juillet 1999	Vulnérable

Tableau 1 : Statuts de protection du phoque veau-marin et du phoque gris.

Au niveau international :

- **Convention de Bonn** sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Annexe II : espèces migratrices devant faire l'objet d'accords).

Au niveau communautaire :

¹ Données Picardie Nature.

² Données Réserve Naturelle du Domaine de Beauguillot.

- **Convention de Berne** sur la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Annexe III : espèces de faune protégées dont l'exploitation est réglementée).
- **Directive 92/43/CEE** (dite Directive Habitats) concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (Annexe II/a : espèces animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation ; Annexe VI/a : espèces animales d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion).

Au niveau national :

- **Arrêté du 27 juillet 1995** fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national.
- **Arrêté du 9 juillet 1999** fixant la liste des espèces de vertébrés protégés menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département.

Le phoque gris est inscrit sur la Liste Rouge des espèces menacées en France (Muséum National d'Histoire Naturelle, 1997) : espèce vulnérable, c'est-à-dire confrontée « à un risque d'extinction à l'état sauvage élevé et à moyen terme ». Les Listes Rouges n'ont aucune valeur juridique mais elles retranscrivent les connaissances que les experts réunissent sur les espèces et leurs menaces.

Morphologie et biologie

On distingue les deux espèces par leur morphologie (Figure 1) :

Le phoque veau-marin est court et trapu (mâles : 180 cm, 100 kg ; femelles : 150 cm, 85 kg). La tête est arrondie avec un décrochement frontal. Le pelage est très variable, du gris foncé au jaune sable orné de nombreuses taches sombres irrégulières.

Le phoque gris est beaucoup plus massif (mâles : 210 cm, 230 kg ; femelles : 180 cm, 155 kg). Le museau est large et busqué. Le pelage est gris sombre et uniforme chez les mâles, plus clair et parsemé de taches sombres chez les femelles (Wandrey, 1999, Robineau, 2004).

Figure 1 : Phoque veau-marin (à gauche) et phoque gris mâle (à droite) sur le même reposoir.
(Photo Océanopolis)



Comme la plupart des autres pinnipèdes, le phoque veau-marin et le phoque gris ont un mode de vie marin mais qui reste étroitement lié au milieu terrestre, notamment pour accomplir les fonctions essentielles de reproduction, de mue et de repos.

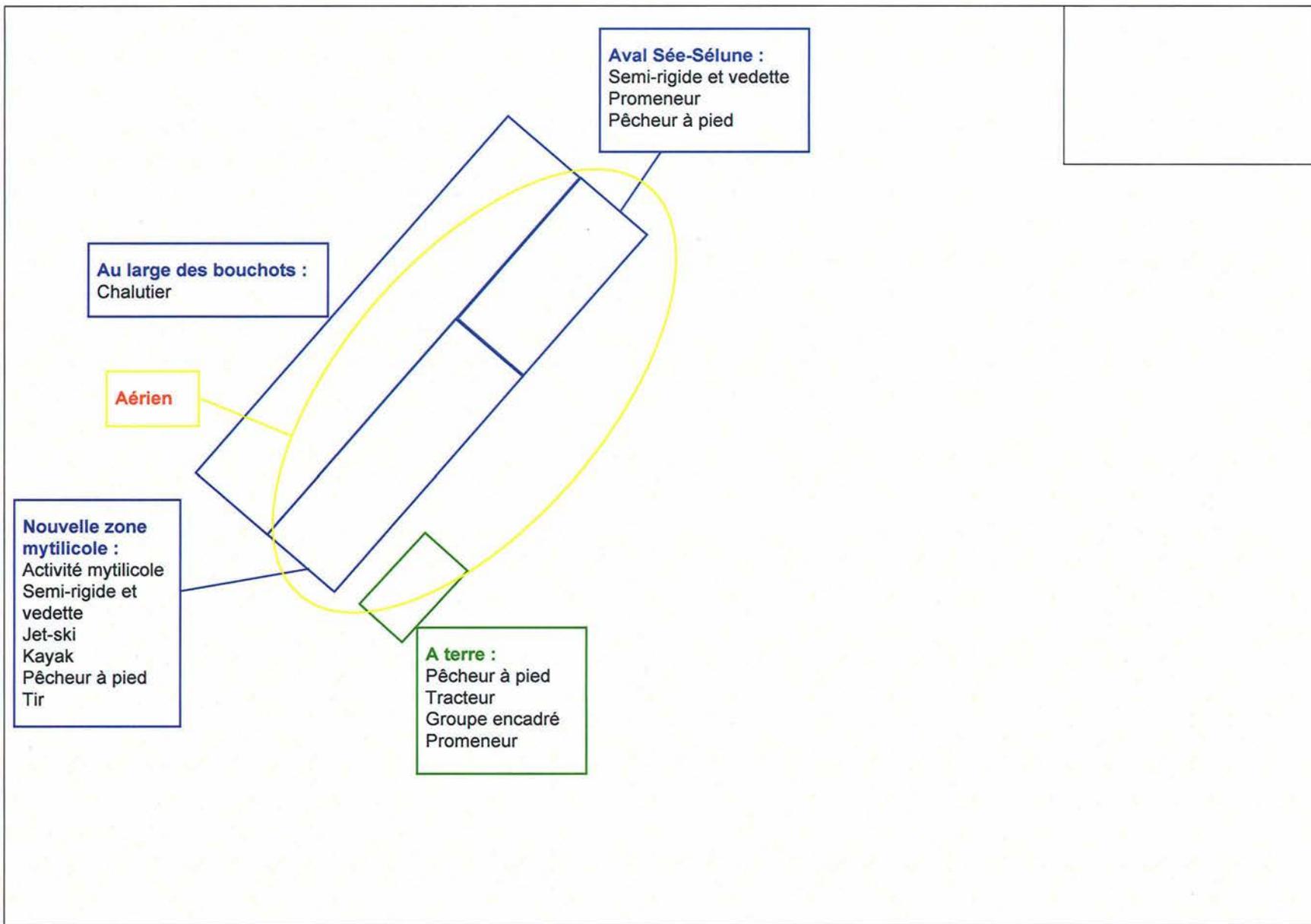


Figure 1 bis : Localisation estimée des activités observées lors des embarquements à basse mer. En bleu : mytilicole et embarqué, en vert : pédestre et terrestre motorisé ; en jaune : aérien.

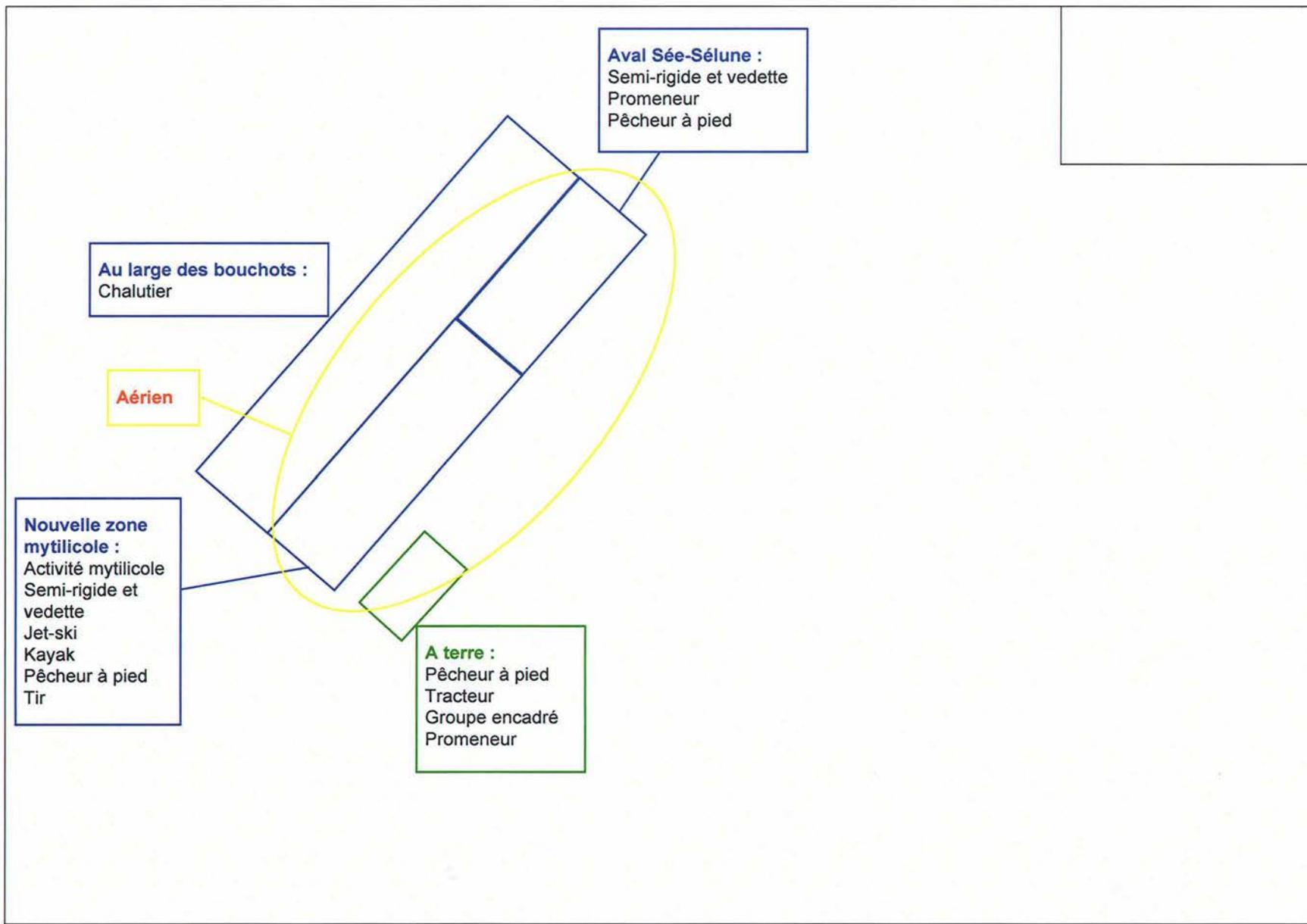


Figure 1 bis : Localisation estimée des activités observées lors des embarquements à basse mer. En bleu : mytilicole et embarqué, en vert : pédestre et terrestre motorisé ; en jaune : aérien.

Chez le phoque veau-marin, les naissances ont lieu entre mi-juin et mi-juillet. **L'allaitement se fait à terre et dure quatre à cinq semaines.** La femelle s'accouple dans l'eau après le sevrage avec un ou plusieurs mâles. **La mue intervient en juillet-août, dure jusqu'à trois semaines et implique une grande dépense d'énergie.** Les phoques restent alors au repos hors de l'eau durant de longues périodes et s'alimentent peu (réf British seals cf rapport 2003 : 169-184).

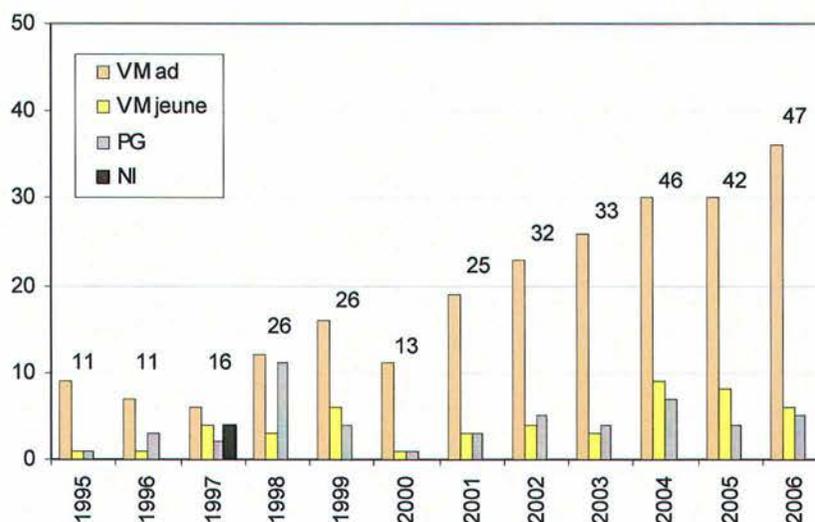
Les phoques gris se rassemblent en groupes sociaux pour la saison de reproduction, au cours de laquelle ont lieu la mise bas, l'allaitement des jeunes et l'accouplement des adultes. En Bretagne, cette période s'étend de novembre à début janvier. Les adultes quittent ensuite le site de reproduction et se dispersent en mer pour se nourrir. Ils reviennent à terre pour muer (pas nécessairement sur les mêmes sites que pour la reproduction), entre janvier et mars chez les femelles et de mars à mai chez les mâles. Le pelage est renouvelé en environ deux semaines pendant lesquelles les phoques effectuent peu de retours en mer. Une fois cette période de jeûne achevée, les animaux se dispersent à nouveau au large pour s'alimenter (SEPNB, 1983).

La colonie de la baie du Mont Saint-Michel

En baie du Mont Saint-Michel, la première naissance avérée d'un phoque veau-marin date de 1976, un jeune phoque fut alors recueilli sur l'îlot de Tombelaine. A partir de 1980, les observations sont devenues régulières suggérant l'implantation d'une colonie (Ridoux, 1999). De quelques phoques au début des années 80, les effectifs augmentent progressivement et atteignent une quinzaine d'individus en 1991 (GMN : Groupe Mammalogique Normand, 2000).

Depuis 1995, les observations collectées par le personnel de la Maison de la Baie du Vivier-sur-Mer au cours de ses sorties pédestres ou auprès de divers usagers, témoignent d'une augmentation régulière des effectifs maxima. Ceux-ci sont toujours observés entre le 15 mai et le 15 septembre (Figure 2). Ces données ne permettent cependant pas d'évaluer les variations saisonnières d'effectifs du fait d'une diminution de la présence des observateurs sur le terrain en hiver.

Figure 2 : Evolution des effectifs maxima de phoques observés de 1995 à 2006 : VMjeune : veau-marin né de l'année ; VMad : veau-marin adulte ; PG : phoque gris ; NI : espèce non identifiée (données GMN, 2000 et Maison de la Baie)



1 Protocole d'étude

Le protocole d'étude a été défini par la Maison de la Baie du Vivier-sur-Mer avec l'aide du Laboratoire d'Etude des Mammifères Marins de Brest et du Laboratoire IFREMER de Saint-Malo. Il comporte un volet quantitatif avec un suivi aérien et un volet comportemental avec des suivis pédestre et embarqué. De novembre à avril, une session de terrain pour le suivi quantitatif et quatre sessions pour le suivi comportemental sont réalisées chaque mois. Entre mai et octobre, période pendant laquelle les pratiques humaines sont plus nombreuses, la fréquence des sessions est doublée.

Ce protocole a été mis en place début juillet 2004 et a été testé durant l'été. Des ajustements ont été apportés afin de l'adapter à la réalité du terrain (par exemple : trajet effectué en pneumatique semi-rigide, horaires et durée d'observation du suivi comportemental). La chargée d'étude est Audrey Hemon, elle est employée par la Maison de la Baie du Vivier-sur-Mer.

1.1 Conditions d'observation

Pour chaque sortie, des informations concernant les conditions d'observation sont relevées (Annexe II) :

- Date
- Nom des observateurs
- Type de sortie : suivi à pleine mer, suivi aérien, suivi embarqué à basse mer (embarquement en pneumatique semi-rigide ou avec des mytiliculteurs)
- Conditions météorologiques : état du ciel, état de la mer, visibilité, température, vent (direction et force)
- Conditions de marée : heure de l'étalement à Saint-Malo (pleine mer ou basse mer), coefficient, hauteur d'eau (maximale ou minimale)
- Temps d'observation : heure d'arrivée, heure de départ, durée d'observation
- Observation des phoques : heure de début, heure de fin

1.2 Le suivi quantitatif

1.2.1 Méthode



Lit du Couesnon

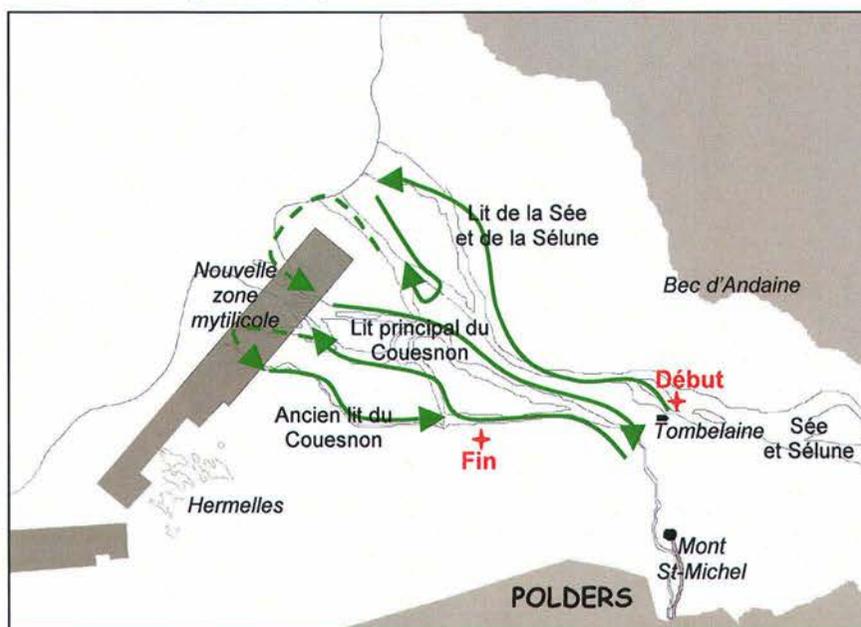
Le suivi quantitatif est effectué en ULM. Il permet d'estimer l'effectif minimal présent sur la zone au moment du suivi en comptabilisant tous les phoques visibles et d'établir leurs zones de fréquentation. Les activités humaines sont également décrites et localisées.

Le survol a lieu lors de basses mers avec une hauteur d'eau minimale comprise entre 2,50 m et 4,00 m, soit globalement pour des

coefficients de marée s'étalant de 50 à 80. Le survol s'effectue à une altitude minimale de 150 mètres pour limiter au maximum le dérangement et respecter des règles élémentaires de sécurité. Les phoques utilisant les rives des chenaux pour le repos émergé, le trajet suit le lit des rivières.

Chaque survol commence une heure avant l'étalement de basse mer au départ d'Avranches et dure environ une heure. Le suivi débute au niveau de l'îlot de Tombelaine (Figure 3). Il s'effectue tout d'abord au-dessus du chenal des rivières Sée et Sélune jusqu'à la mer. Puis, le trajet couvre le chenal principal du Couesnon en allant de l'aval vers l'amont. Enfin, le vieux lit du Couesnon est parcouru de l'amont vers la mer. Les différentes ramifications des rivières sont incluses dans le survol. Ce trajet n'est pas fixe, car le lit des rivières varie au cours de l'année, il faut donc s'adapter à ces variations.

Figure 3 : Trajet effectué lors du comptage aérien



1.2.2 Nombre de sessions de terrain

Les survols ont lieu une fois par mois de novembre à avril et deux fois par mois de mai à octobre. Lorsque les conditions météorologiques sont défavorables (vent fort, températures basses), le survol peut être effectué en petit avion de tourisme.

1.2.3 Éléments relevés

Les phoques sont comptabilisés, l'identification de l'espèce et la classe d'âge est précisée lorsque cela est possible (jeune ou adulte). Lorsque l'espèce n'est pas déterminée (animal dans l'eau au moment du survol par exemple), l'individu est noté NI pour « non identifié ». La position des phoques est enregistrée par GPS. Les activités humaines présentes sur la zone sont également identifiées et localisées par GPS. Le nombre d'engins et/ou de personnes est relevé.

1.3 Le suivi comportemental

Il a pour but d'identifier les espèces et les activités humaines présentes, d'analyser les comportements des phoques et les éventuelles interactions.

1.3.1 *Suivi à basse mer*

Ce suivi se fait à basse mer lorsque la hauteur d'eau minimale est inférieure à 2,50 m, soit pour des coefficients de marée supérieurs à 80. C'est en effet en marées de vive-eau que la zone mytilicole découvre et que les mytiliculteurs peuvent y exercer leur activité.

- *Embarquement en pneumatique semi-rigide*



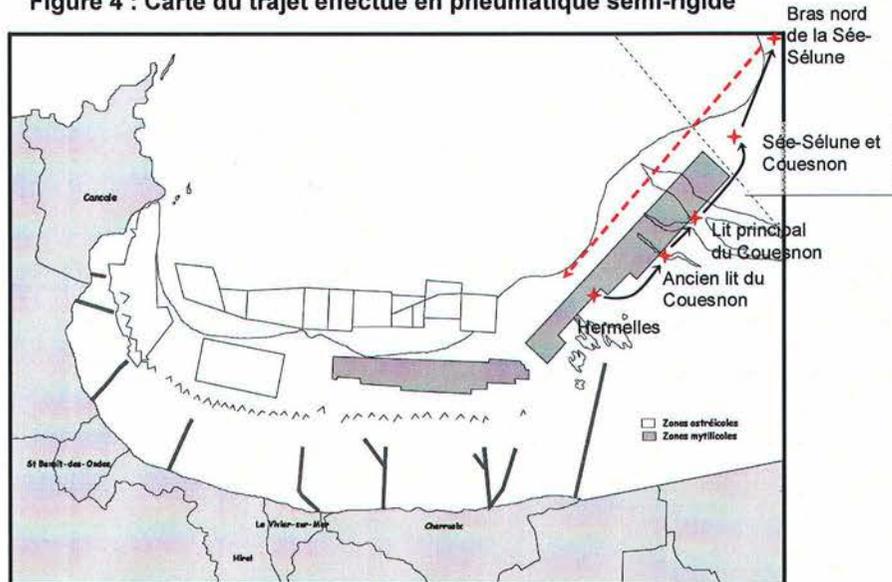
Bateau à coque semi-rigide appartenant à l'association Al Lark

Le parcours en mer se fait autour de la basse mer sur bateau à coque semi-rigide, mis à disposition par l'association « Al Lark ». Le départ se fait de Cancale et il faut en moyenne 40 minutes pour accéder à la zone des bouchots. Le suivi débute alors trois heures avant l'étalement de basse mer et dure quatre heures. Les observations se font depuis plusieurs points successifs dans et autour des embouchures des rivières de la baie. Le trajet est défini comme décrit par le tableau 2 et la Figure 4.

Heure	Point d'observation	Localisation GPS	Durée d'observation
BM - 3h	Face au banc des Hermelles	48°39'45" N 1°39'47" W	35 min (+ 5 min trajet)
BM - 2h20	Face à l'embouchure de l'ancien lit du Couesnon	48°40'20" N 1°38'32" W	35 min (+ 5 min trajet)
BM - 1h40	Face à l'embouchure du lit principal du Couesnon	48°40'54" N 1°37'49" W	35 min (+ 5 min trajet)
BM - 1h	Face à l'embouchure du bras Sée-Sélune + Couesnon	48°42'03" N 1°37'25" W	35 min (+ 5 min trajet)
BM - 0h20	Face à l'embouchure de la Sée-Sélune	48°42'33" N 1°36'36" W	35 min (+ 5 min trajet)
BM + 0h20	Trajet retour longeant la nouvelle zone mytilicole par le nord-ouest, à vitesse réduite		40 min environ

Tableau 2 : points d'observation du suivi embarqué en semi-rigide (BM : étalement de basse mer).

Figure 4 : Carte du trajet effectué en pneumatique semi-rigide



- Embarquement à bord d'un bateau mytilicole



Bateau amphibie

L'observateur accompagne des professionnels dans la nouvelle zone mytilicole autour de la basse mer lorsque la hauteur d'eau minimale est inférieure à 2,50 m (coefficients de marée supérieurs à 80). Le parcours en mer dépend de l'organisation du travail des mytiliculteurs. Le départ se fait du Vivier-sur-Mer vers différents points de la zone mytilicole. A chaque arrêt du bateau le long d'un bouchot, la position est relevée par GPS. L'observateur inventorie et localise les activités humaines sur zone, les phoques visibles depuis l'embarcation ainsi que les interactions éventuelles.

Le bateau part du Vivier-sur-Mer environ 3 heures avant l'étape de basse mer. Le suivi dure près de 4 heures.

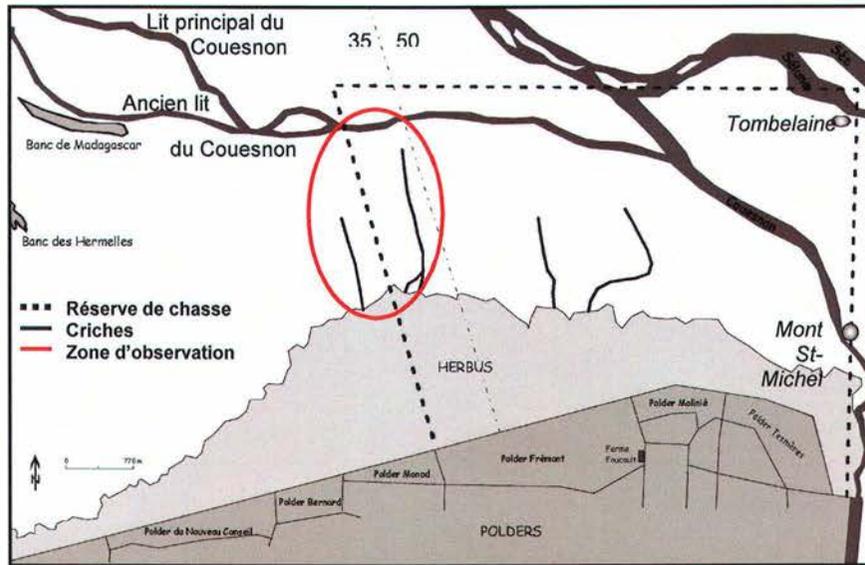
1.3.2 Suivi à pleine mer

Le suivi pédestre a lieu autour de la pleine mer lorsque la hauteur d'eau maximale n'excède pas 11 m (coefficients de marée inférieurs à 75) pour des raisons de sécurité.

Les observations ont lieu sur la vasière au niveau des Quatre Salines, face à la commune de Roz-sur-Couesnon (Figure 5 :). Ce site a été choisi pour le suivi comportemental car il est connu par le personnel de la Maison de la Baie pour être régulièrement fréquenté par des phoques à marée haute et est également le lieu de pratiques anthropiques. L'observateur se positionne en fonction des reposoirs utilisés par les phoques à marée haute. La distance par rapport aux phoques doit être supérieure ou égale à 500 mètres pour éviter les interactions liées à la présence de l'observateur. L'expérience du personnel de la Maison de la Baie du Vivier-sur-Mer a en effet montré qu'une distance inférieure engendre des risques de perturbations.

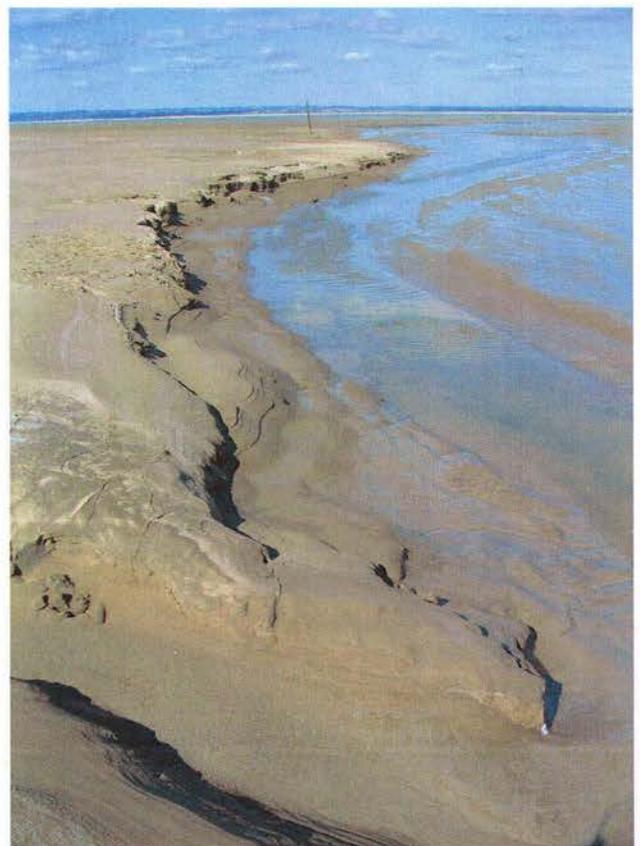
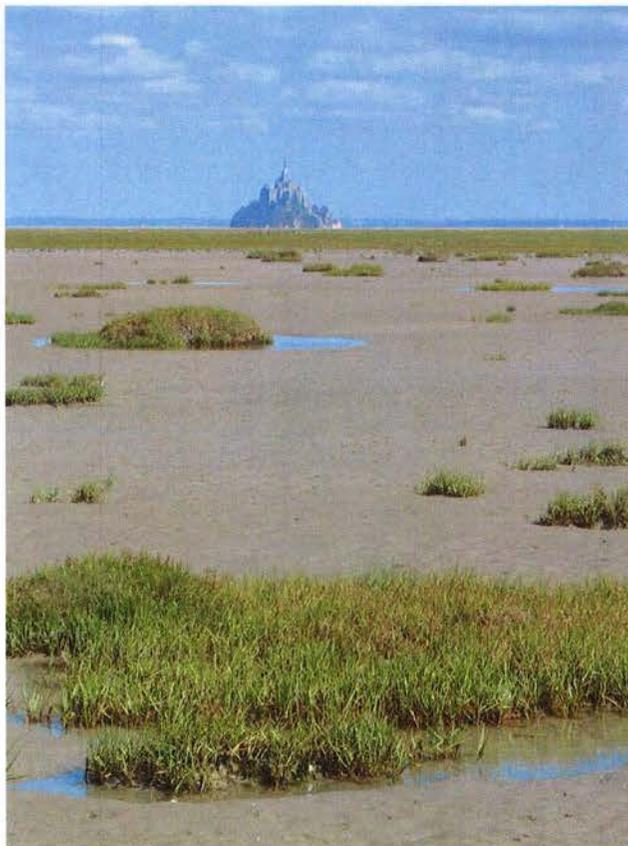
L'observation débute une heure avant l'étape de pleine mer et dure trois heures.
L'observateur est équipé de jumelles (x 10) et d'une longue-vue (x 20-60).

Figure 5 : Carte de la zone d'observation du suivi à pleine mer





Vue aérienne de la zone d'observation à pleine mer : les deux grandes criches³ parcourent les herbous (marais salés) puis la vasière ; plus au Nord on aperçoit la pointe de Champeaux.



Types de paysage du site de pleine mer. A gauche : entre herbous et vasière ; à droite : rive de criche utilisée comme reposoir par les phoques.

³ Criche : chenal creusé par la marée montante.

1.3.3 Nombre de sessions de terrain

Le nombre de sessions d'observation varie selon la période : deux sorties à basse mer et deux sorties à pleine mer de novembre à avril, quatre sorties à basse mer et quatre sorties à pleine mer de mai à octobre.

1.3.4 Éléments relevés

- *Activités humaines*

Lors de ces sessions de terrain, les activités humaines sur la zone sont identifiées et localisées. Leur durée et le nombre d'engins ou de personnes en jeu sont relevés.

- *Comportement animal*

De même la position des phoques visibles est décrite et le nombre d'individus ainsi que le comportement est relevé. Pour cela, la méthode d'échantillonnage choisie est un relevé en continu durant toute la durée du suivi (3 heures). Il s'agit d'une méthode de type « Scan Sampling » décrite par Altmann (1974). Ce sont les états comportementaux (« states ») des phoques observés qui sont considérés, ainsi que les durées de ces états (Tableau 3).

Etat comportemental	Description
stationnaire dans l'eau	Présent en surface, sans déplacement
repos dans l'eau	Alternance de plongées et d'apparition en surface, comportement dit de « bouchon »
repos à sec	Sans déplacement sur un reposoir, incluant sommeil, mouvements de confort...
prospection alimentaire	Chasse, capture de proie et/ou alimentation
déplacement dans l'eau	Changement de position géographique dans l'eau
en alerte	Tête et avant du corps relevés de la surface, regardant attentivement les alentours
déplacement à terre	Changement de position géographique sur la vase
autres	Autres activités : dont interactions sociales, glissades sur la vase...
allaitement	Femelle étendue sur le côté, mamelles exposées, jeune collé aux mamelles

Tableau 3 : description des états comportementaux (adapté d'après Kovacs & Innes., 1990).

Comme il est impossible de suivre et reconnaître chaque individu lorsqu'il y a passage dans l'eau, c'est le groupe en entier qui est étudié. **L'activité principale du groupe**, c'est-à-dire pratiquée par la majorité des individus observés, est prise en compte. **Les activités secondaires**, pratiquées par une minorité de phoques sont également notées. Dès qu'il y a changement du nombre de phoques ou d'activité, les nouveaux éléments sont relevés.

- Interactions activités humaines/phoques

Elles peuvent être de trois types :

- Une interaction est dite « **positive** » lorsque les phoques manifestent de la curiosité (s'approchant de l'élément anthropique). Deux catégories sont distinguées :

Catégorie (+2) approche de l'élément anthropique et mise à sec.

Catégorie (+1) approche dans l'eau

- Une interaction « **négative** », ou dérangement est caractérisée par une attitude alertée, une fuite à terre ou une mise à l'eau. Les interactions négatives sont classées en trois catégories :

Catégorie (-1) mise en alerte

Catégorie (-2) déplacement à terre

Catégorie (-3) mise à l'eau / fuite

- L'interaction est **faible (F)** lorsque la réaction du phoque ou du groupe de phoques est peu importante : regarde l'élément anthropique / change de posture.

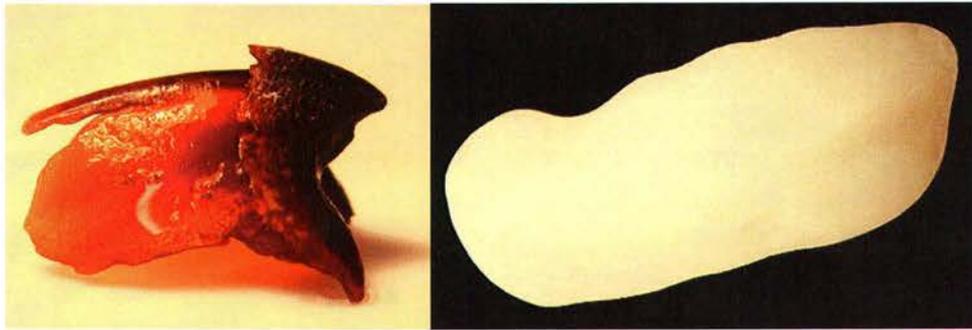
Remarque : si une interaction est qualifiée de « positive » lorsqu'il y a approche volontaire de l'animal, elle ne peut en revanche être considérée comme bénéfique pour l'individu concerné ou pour la colonie dans son ensemble.

1.4 Etude du régime alimentaire

Le régime alimentaire des phoques peut être décrit à partir de l'analyse de contenus stomacaux ou d'excréments (Härkönen, 1987). C'est ce dernier type de matériel qui a été choisi pour l'analyse, étant le plus facile à obtenir. La récolte d'échantillons se fait à la fin du suivi comportemental de pleine mer. Après les trois heures d'observation, si des reposoirs habituels ou utilisés lors du suivi sont accessibles sans risque de dérangement des phoques présents sur zone, l'observateur se rend sur ces reposoirs pour y rechercher des excréments (ou fèces). Ceux-ci sont placés individuellement dans des sacs pour congélation numérotés. La date, l'emplacement et l'état de fraîcheur sont notés. Chaque échantillon est immédiatement congelé et sera analysé au Laboratoire d'Etude des Mammifères Marins d'Océanopolis à Brest.

Au moment de l'analyse, chaque prélèvement est mis à décongeler au minimum 12 heures avant le tri de son contenu. Une fois pesé, celui-ci est dilué dans l'eau puis passé dans un tamis fin. Les éléments retenus sont alors récupérés, notamment les restes d'algues, les vers, les restes de proies non digérés (carapaces de crustacés, os et arêtes de poissons, becs de céphalopodes...). Parmi les restes de poissons, des otolithes (petites concrétions calcaires situées dans l'oreille interne) sont retrouvés, qui présentent une forme et des mensurations caractéristiques de chaque espèce de poisson (Figure 6). L'ensemble des restes biologiques est conservé dans l'alcool à 70°, excepté les otolithes qui sont gardés au sec pour les préserver (Madjar, 2005).

Figure 6 : éléments pouvant être retrouvés dans les fèces ; à gauche : bec de céphalopode ; à droite : otolithe de poisson (Photo : Océanopolis).



1.5 Analyse statistique

Pour appliquer des tests statistiques aux données de terrain, plusieurs étapes se suivent.

Avant d'effectuer un test paramétrique, l'ensemble des données considérées est soumis préalablement au test de D'Agostino pour tester la Normalité de la distribution.

Les données sont ensuite réparties en k groupes ou échantillons, chacun comprenant n données. Si la distribution suit la loi Normale, le test de Bartlett est utilisé pour vérifier l'homogénéité des variances (homoscédasticité). Si les variances des données de chaque groupe sont homogènes, un test paramétrique peut être appliqué : une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification permet de tester si les différences observées au niveau des moyennes des k échantillons sont statistiquement significatives ou si elles peuvent être imputées aux fluctuations d'échantillonnage (Sherrer, 1984).

Si la distribution des données ne suit pas la loi Normale ou si les variances des échantillons sont hétérogènes, c'est un test non paramétrique qui est choisi pour comparer les échantillons : le test de Kruskal-Wallis. Ce test a déjà été utilisé pour tester les comportements des phoques par Kovacs & Innes en 1990.

Dans le cas de l'étude de corrélation entre deux variables, le test-t unilatéral de *Student* est appliqué au coefficient de corrélation de Pearson.

Tous les résultats sont donnés au seuil de signification $\alpha=0,05$.

2 Partenariats

2.1 Comité de pilotage

Les administrations liées à l'activité maritime et à l'environnement en baie du Mont Saint-Michel ainsi que les différents organismes d'usagers ont été réunis pour être informés de l'étude et de ses modalités de mise en œuvre. Les membres de ce comité de pilotage seront tenus au courant de la progression de l'étude au cours de réunions de présentation des bilans annuels, qui sont aussi l'occasion d'échanger opinions et questionnements. Les structures ayant été sollicitées sont :

- La Sous-Préfecture de Saint-Malo
- La Direction Régionale de l'Environnement de Bretagne
- La Direction Régionale de l'Environnement de Basse-Normandie
- La Direction Départementale de l'Équipement de l'arrondissement de Saint-Malo
- La Direction Départementale des Affaires Maritimes
- Le service des Cultures Marines de la Direction Départementale des Affaires Maritimes
- La Brigade Départementale de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
- L'association « Animation, Loisirs, Nature » / Maison de la Baie (Le Vivier-sur-Mer)
- Le laboratoire d'Étude des Mammifères Marins d'Océanopolis (Brest)
- Le GAL des Terres Malouines
- Le laboratoire IFREMER de Saint-Malo
- La Section Régionale Conchylicole Bretagne Nord
- La Fédération Départementale des Chasseurs d'Ille-et-Vilaine
- Le Syndicat Intercommunal à Vocation Unique / « Opération Grand Site Baie du Mont-Saint-Michel », Conseil Général d'Ille-et-Vilaine
- Le Syndicat Mixte des Espaces Littoraux du département de la Manche
- Le Groupement d'Intérêt Touristique de la Baie du Mont Saint-Michel
- L'association Littoral Pêche A Pied
- L'association Bretagne Vivante - Section de Saint-Malo
- L'association des Chasseurs de Gibier d'Eau d'Ille-et-Vilaine
- Le Syndicat des Boucholeurs
- Le Syndicat Conchylicole
- Le Syndicat des Producteurs d'Huîtres en Eau Profonde
- Le Syndicat Professionnel Mytilicole

2.2 Comité de suivi

Un comité de suivi de l'étude a été constitué en février 2005 afin d'apporter un regard extérieur à l'étude, de garantir la transparence des résultats et de mettre en commun les expériences de chacun. La participation à ce comité a été proposée aux membres du comité de pilotage. Les personnes / organismes qui ont intégré ce comité de suivi sont :

- La Brigade Départementale de l'Office National de la Chasse de la Faune Sauvage d'Ille-et-Vilaine
- L'association « Animation, Loisirs, Nature » / Maison de la Baie
- Le Laboratoire d'Étude des Mammifères Marins d'Océanopolis

- Monsieur Cédric BOIZEAU (GAL des Terres Malouines)
- Le Laboratoire IFREMER de Saint-Malo
- La Fédération Départementale des Chasseurs d'Ille-et-Vilaine
- L'association interdépartementale Manche/Ille-et-Vilaine
- L'association Bretagne Vivante - Section de Saint-Malo

Les membres se réunissent régulièrement pour faire le point sur l'état d'avancement de l'étude et sur l'actualité ayant trait aux usages et à la colonie de phoques dans la baie. Ils sont également invités à participer aux sessions de terrain (suivi à pleine mer et à basse mer en pneumatique semi-rigide).

2.3 Usagers

Des fiches d'observation des phoques accompagnées d'une notice explicative sont remises aux mytiliculteurs qui peuvent ainsi faire part d'éventuels contacts avec les phoques au cours de leur travail.

D'autres fiches destinées à un public plus large d'usagers ont été remises aux membres du comité de suivi qui pourront les diffuser aux personnes se rendant dans la baie.

Les animateurs de la Maison de la Baie remplissent les mêmes fiches au cours de leurs sorties guidées en baie (Annexe II).

3 Pression d'observation

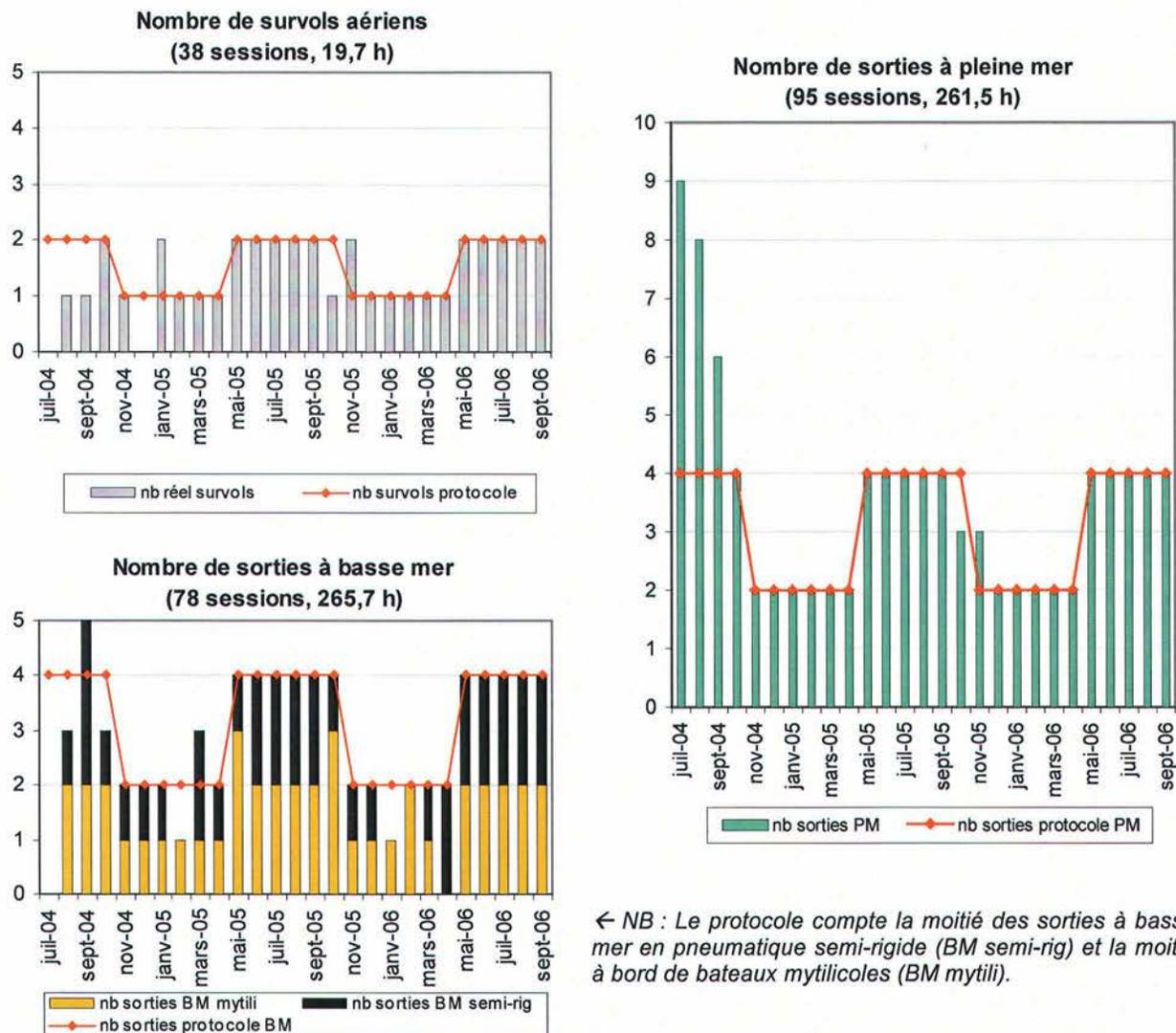
Entre le 1^{er} juillet 2004 et le 30 septembre 2006, 211 sessions de terrain ont été réalisées. Elles se décomposent comme suit :

	Type d'observation	Nombre de sessions	Durée d'observation (h)
<i>Suivi quantitatif</i>	survol	38	19,7
<i>Suivi comportemental</i>	Basse Mer (mytilculteurs)	42	135,6
	Basse Mer (pneumatique semi-rigide)	36	130,1
	Pleine Mer (site des Quatre Salines)	95	261,5
	Total	211	546,9

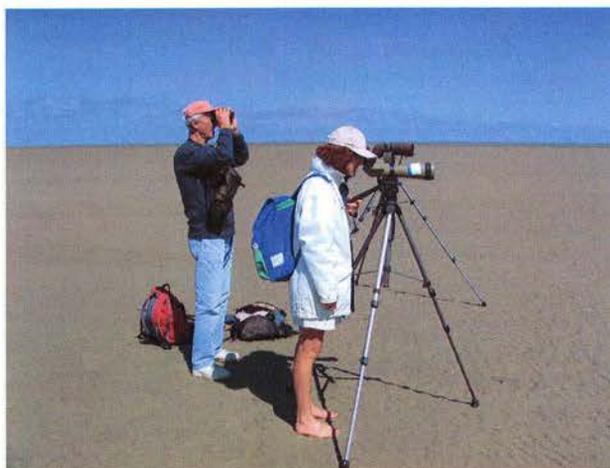
Tableau 4 : nombre et durée des sessions de terrain par type d'observation.

Le protocole a été testé de juillet à septembre 2004, période pendant laquelle le nombre des sessions de terrain a parfois différé du protocole (Figure 7). A partir d'octobre, les variations par rapport au nombre théorique de sorties s'expliquent par des conditions météorologiques défavorables. Dans la mesure du possible, ces écarts ont été compensés le mois suivant.

Figure 7 : Répartition des sessions de terrain en fonction du protocole d'étude



L'ensemble des séances d'observation représente la présence d'au moins une personne sur le terrain pendant 546,9 heures. Grâce à la participation des membres du comité de suivi ainsi que du personnel de la Maison de la Baie à certaines de ces séances, plusieurs personnes ont pu être sur le terrain en même temps. En cumulant le temps passé par chacun, il y a eu **586,3 heures de présence sur le terrain**.



Membres du comité de suivi participant aux sorties sur le terrain

4 Effectifs

4.1 Suivi quantitatif

Type de session : survol aérien

Localisation : GPS

Horaires : au moment de la basse mer

Coefficients : 50 à 80

Zone : lits de rivières à l'ouest de Tombelaine et jusqu'au pied de mer (zone mytilicole exclue)

4.1.1 *Effectifs de la colonie de phoques*

Le graphique de la Figure 8 a été construit grâce aux données récoltées lors des 38 survols aériens, entre le mois d'août 2004 et le mois de septembre 2006. Tous les survols ont permis le dénombrement d'au moins un phoque, chaque survol effectué est donc représenté par un histogramme.

Le survol permet de recenser principalement les phoques présents sur les reposoirs, les phoques dans l'eau étant moins faciles à repérer. Quand ils le sont, l'espèce ne peut en général pas être déterminée, ils sont alors notés « NI » pour phoque « non identifié ».

Le protocole de terrain a subi quelques ajustements au début de l'étude, et seulement deux survols ont été réalisés en août et septembre 2004 au lieu des quatre prévus. Pour l'analyse des résultats, **les données de ces deux mois ont été écartées**. Sur les 24 mois restant, la moyenne est de 24,2 phoques observés.

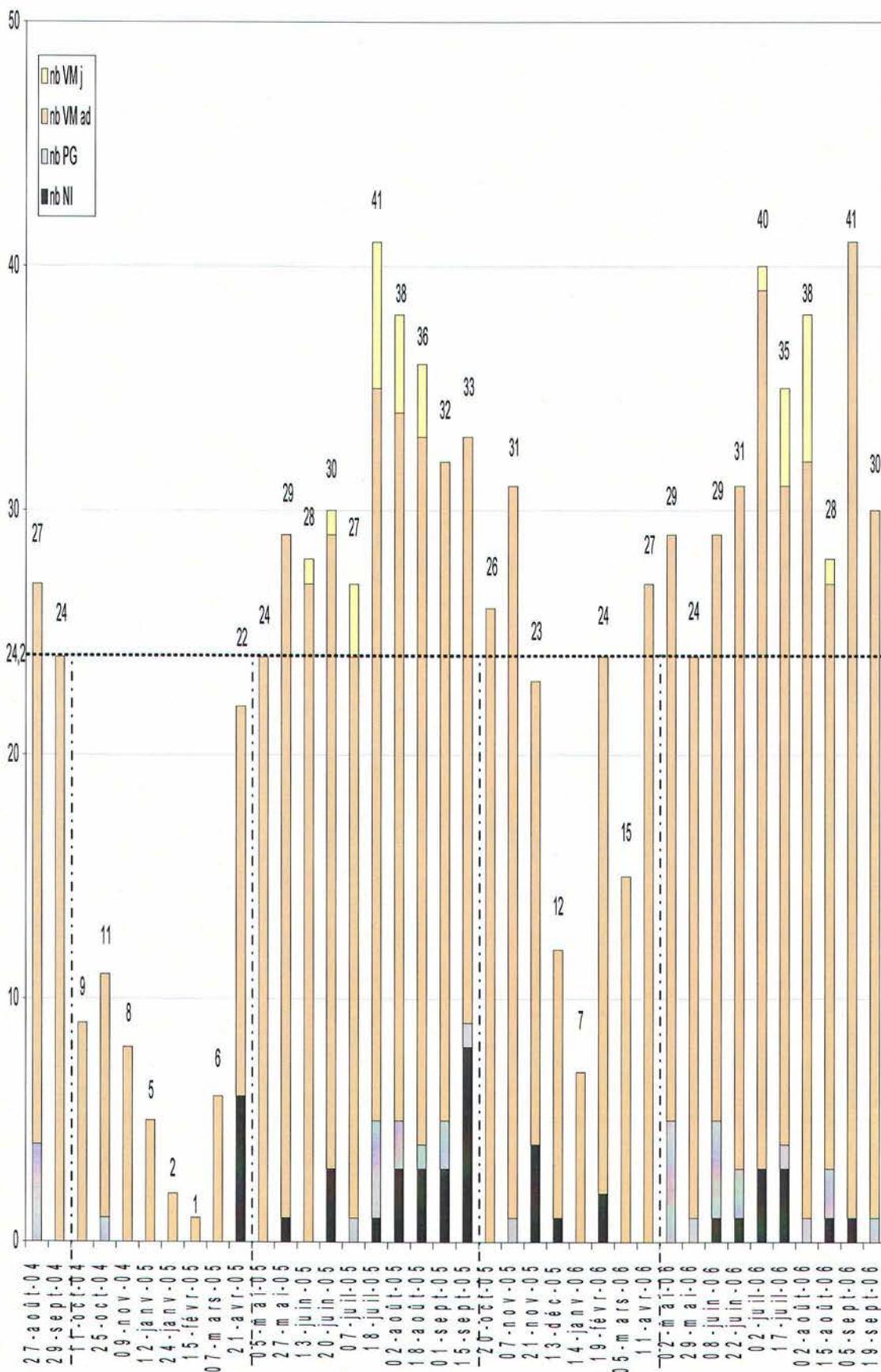
D'octobre 2004 à septembre 2005, 18 survols ont permis le dénombrement d'une moyenne de 21,2 phoques. Le minimum pour cette période a été observé le 15 février 2005 avec 1 individu et l'effectif maximal a été de 41 phoques, le 18 juillet 2005.

L'année suivante, 18 survols ont été réalisés d'octobre 2005 à septembre 2006. L'effectif moyen est de 27,2 individus, avec un minimum de 7 phoques, le 14 janvier 2006 et un maximum de 41 le 5 septembre 2006.

Outre les veaux-marins, quelques phoques gris ont été observés à la belle saison avec jusqu'à 5 individus comptabilisés sur les reposoirs, le 2 mai 2006.

De jeunes veaux-marins sont nés dans la baie chaque été. Les naissances ont eu lieu entre juin et août. En survol, il est difficile de distinguer les jeunes sevrés depuis quelques semaines, des adultes. Tous ces animaux sont alors comptabilisés comme veau-marin adulte (« VMad » sur la Figure 8). Ainsi la diminution du nombre de jeunes veaux-marins nés de l'année (« VMj ») à partir de juillet tient à cette difficulté d'identification et ne traduit pas une désertion de la baie par cette classe d'âge.

Figure 8 : Effectifs de la colonie de phoques d'août 2004 à septembre 2006 : VM j = veau-marin né de l'année, VM ad = veau-marin adulte, PG = phoque gris, NI = phoque non identifié ; en pointillé : découpage saisonnier par rapport à la moyenne d'octobre 2004 à septembre 2006 : 24,2.



4.1.2 Variations saisonnières

Afin de déterminer s'il existe des variations saisonnières d'effectifs significatives statistiquement, les données ont été réparties en fonction de la moyenne globale qui est de 24,2 individus par survol. Le découpage de l'année se fait donc **d'octobre à avril et de mai à septembre** (Figure 8) : $k=2$; $n_1=16$; $n_2=20$.

On obtient $Hc=21,05$ avec $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les effectifs ne sont pas équivalents pour les deux périodes.

Les résultats obtenus d'octobre à avril sont inférieurs à ceux observés de mai à septembre (Tableau 5). Il existe donc **des variations saisonnières des effectifs de phoques recensés à basse mer**.

L'analyse statistique est ensuite appliquée aux effectifs de phoques veaux-marins uniquement (VM ad + VM j sur la Figure 8) : $k=2$; $n_1=16$; $n_2=20$.

Le test de Kruskal-Wallis donne $Hc=17,79$ avec $\chi^2_{crit}=3,84$

Les effectifs de veaux-marins recensés à basse mer sont significativement inférieurs d'octobre à avril par rapport à mai à septembre.

	toutes espèces dont (veaux-marins)	
	octobre à avril $n_1=16$	mai à septembre $n_2=20$
moyenne	14,7 (13,4)	32,2 (29,2)
min	1 (1)	24 (23)
max	31 (30)	41 (40)

Tableau 5 : effectifs observés lors des survols pour les deux "saisons", pour les deux espèces et entre parenthèses pour les veaux-marins uniquement (août et septembre 2004 exclus).

4.1.3 Variations interannuelles

Pour comparer les deux années, les données testées sont celles de « octobre à septembre » pour 2004-05 et pour 2005-06 : $k=2$; $n_1=n_2=18$.

Octobre à septembre 2004-05/2005-06 : on obtient $F=2,46$ pour $F_{crit}=4,13$ (ANOVA-1 facteur). Les deux groupes sont équivalents.

Les effectifs de phoques observés sur les reposoirs à marée basse entre l'année « octobre 2004 à septembre 2005 » et l'année « octobre 2005 à septembre 2006 » **ne sont pas significativement différents**.

Pour vérifier que ce résultat n'est pas influencé par les variations saisonnières d'effectifs, le test est appliqué séparément aux données « octobre à avril » pour 2004-05 et pour 2005-06 avec $k=2$; $n_1=n_2=8$, puis aux données « mai à septembre » pour 2005 et 2006 avec $k=2$; $n_1=n_2=10$.

Octobre à avril 2004-05/2005-06 : on obtient $F=11,3$ pour $F_{crit}=4,60$ (ANOVA-1 facteur). Les deux groupes ne sont pas équivalents.

Mai à septembre 2005/2006 : on obtient $F=0,08$ pour $F_{crit}=4,41$ (ANOVA-1 facteur). Les deux groupes sont équivalents.

Il existe donc des **variations interannuelles des effectifs** de phoques recensés à basse mer lors des survols pour la période « octobre à avril ». En effet, les résultats obtenus la première année sont inférieurs à ceux de l'année suivante (tableau 6).

Le test est également appliqué aux effectifs de veaux-marins uniquement. Les résultats sont identiques : les effectifs sont équivalents pour les périodes « octobre à septembre » de 2004-05 et 2005-06 : $F=3,34$ avec $F_{crit}=4,13$ et pour « mai à septembre » de 2005 et 2006 : $F=0,31$ avec $F_{crit}=4,49$ (ANOVA-1 facteur).

Pour « octobre à avril » de 2004-05 et 2005-06 : $F=14,00$ avec $F_{crit}=4,60$ (ANOVA-1 facteur)

Les effectifs de veaux-marins recensés à basse mer sont significativement inférieurs en période hivernale de 2004-05 par rapport à 2005-06 (tableau 6).

	toutes espèces dont (veaux-marins)	
	oct. 04 – avril 05 $n_1=8$	oct. 05 – avril 06 $n_1=8$
moyenne	8,0 (7,1)	20,6 (19,6)
min	1 (1)	7 (7)
max	22 (16)	16 (30)

Tableau 6 : effectifs observés lors des survols pour les deux années d'octobre à avril, pour les deux espèces et entre parenthèses pour les veaux-marins uniquement.

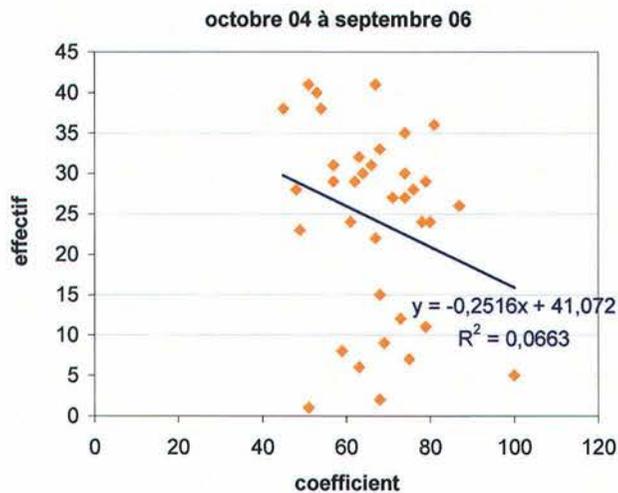
L'intérêt patrimonial de la baie du Mont Saint-Michel en termes de phoques concerne l'espèce veau-marin de par la taille de la colonie, sa situation géographique marginale par rapport à la répartition de l'espèce, sa capacité à se reproduire sur le site.

Cependant, l'effectif des phoques gris fréquentant la baie est réduit, et cette étude porte sur les impacts des pratiques en baie sur l'ensemble de la colonie. **La suite des résultats des effectifs et du comportement des animaux porte donc sur le résultat global**, et prend en compte les individus observés des deux espèces.

4.1.4 Variations d'effectifs en fonction du coefficient de marée

L'objectif est de déterminer si le coefficient de marée influence le nombre de phoques présents sur les repaires de basse mer. Le protocole prévoyait des survols réalisés par des coefficients allant de 50 à 80. Compte tenu de la modification de quelques dates, liée le plus souvent aux conditions météorologiques, les coefficients s'étalent en réalité de 45 à 100. Pour cela les coefficients de corrélation entre ces deux variables ont été testés pour les résultats des 36 survols d'octobre 2004 à septembre 2006.

Figure 9 : effectifs observés lors des survols à basse mer en fonction du coefficient de marée.

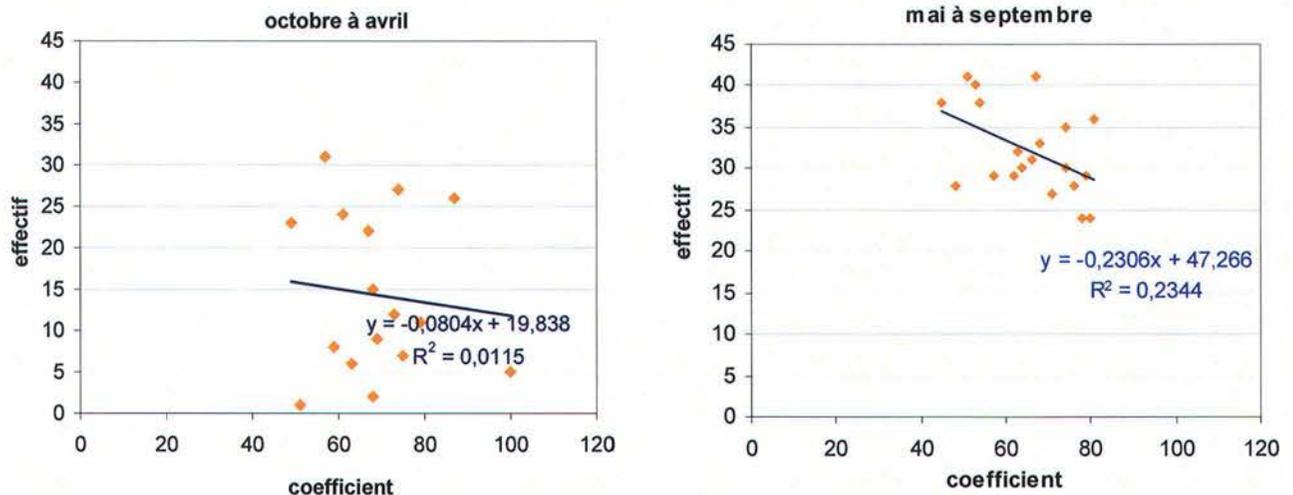


Le coefficient de corrélation de Pearson $r^2=0,0663$ est soumis au test-t unilatéral de Student. On obtient : $t=1,554$ pour $t_{crit}=1,692$. Il n'y a pas de corrélation significative entre les variables.

Le nombre de phoques observés sur les reposoirs de basse mer ne varie pas significativement avec le coefficient de marée.

Afin de s'assurer que les variations saisonnières d'effectifs n'influencent pas ce résultat, le même test est appliqué aux données obtenues d'octobre et avril ($n=16$) puis à celles obtenues de mai à septembre ($n=20$).

Figure 10 : effectifs observés lors des survols à basse mer en fonction du coefficient de marée pour les deux « saisons » (août et septembre 2004 exclus).



D'octobre à avril, pour $r^2=0,0115$, on obtient : $t=0,404$ pour $t_{crit}=1,762$. Il n'y a pas de corrélation significative entre les deux variables.

De mai à septembre, $r^2=0,2344$, le test de Student donne $t=2,348$ pour $t_{crit}=1,734$. La corrélation est significative.

Pour des coefficients de marée compris entre 45 et 100 et pour la période de mai à septembre, le nombre de phoques observés augmente significativement lorsque le coefficient diminue.

4.1.5 Discussion

Ces résultats confirment les tendances décrites au terme de la première année de l'étude, dans le bilan intermédiaire publié en novembre 2005.

L'effectif observé est soumis à de fortes variations saisonnières. Plusieurs facteurs peuvent les expliquer. L'été correspond à une période où le **besoin de repos à terre pour les veaux-marins est accru**, afin d'accomplir des fonctions biologiques essentielles consommatrices d'énergie : mises bas et allaitement, mue, accouplements. Les phoques utilisent les reposoirs plus longtemps et plus souvent, ils sont donc plus visibles pour l'observateur en vol.

On peut également émettre l'hypothèse que cette hausse témoigne d'un rassemblement d'individus qui délaisseraient la baie ou sa zone estuarienne le reste de l'année. Si cette hypothèse était vérifiée, ce site serait donc particulièrement **propice pour la reproduction** des veaux-marins.

Enfin, **des phoques gris ont été observés sur reposoirs à la belle saison**. L'effectif des phoques gris vient s'ajouter à celui des veaux-marins adultes et nouveaux-nés, et accentue le pic d'observation estival.

Entre octobre et avril le nombre de phoques observés est moindre, et atteint des **valeurs minimales de décembre à février** avec une valeur moyenne de 8,6 individus par survol. Là encore, plusieurs hypothèses peuvent expliquer ce phénomène. Les **périodes de repos étant moins cruciales** pour le rythme biologique des phoques veaux-marins à cette période, ceux-ci fréquentent moins souvent et moins longtemps les rives des chenaux et rivières. De plus, les conditions météorologiques plus difficiles (température de l'air, vent) peuvent pousser les phoques à passer plus de temps dans l'eau, ce qui les rend **moins visibles** pour l'observateur.

La **disponibilité des proies (essentiellement des poissons) dans la baie est plus faible en hiver** (Université de Rennes I, 1999), ce qui peut inciter les phoques à aller se nourrir au large et donc à quitter la zone estuarienne plus ou moins longtemps.

Enfin, il est possible qu'il existe des **flux d'individus vers d'autres colonies**, en France (baie des Veys et baie de Somme), ou ailleurs en Europe où les effectifs sont beaucoup plus importants (Grande-Bretagne, Pays-Bas, Danemark...)⁴. Les veaux-marins sont en effet capables d'effectuer de longs déplacements, comme cela a été mis en évidence pour des jeunes nés dans la région du Wash (sud-est de la Grande-Bretagne) et observés sur la côte nord de la France (Bonner & Witthames, 1974.).

Les effectifs observés de mai à septembre sont équivalents pour 2005 et 2006, avec une moyenne de 32 individus par survol et des maxima de 41 individus pour les deux étés. En revanche, des variations interannuelles pour la période d'octobre à avril ont été mises en évidence par l'analyse statistique. **En 2005-06, les effectifs de phoques sur les reposoirs de basse mer ont été significativement supérieurs à ceux de l'hiver précédent**. La période pendant laquelle la moyenne globale de 24,2 individus a été dépassée a notamment été plus longue la deuxième année. De plus, les minima de l'hiver 2005-06 ont été supérieurs à ceux de l'hiver 2004-05.

Cette évolution croissante des effectifs hivernaux est **due au nombre de veaux-marins** présents en baie du Mont Saint-Michel sur cette période. La tendance se retrouve en Baie de Somme où les effectifs maxima de l'espèce augmentent chaque année depuis 2003, passant de 103 individus, à 121 en 2004, 139 en 2005 et 165 en 2006. En baie des Veys, l'effectif maximum était de 55 phoques en 2005 et 58 en 2006.

⁴ Les effectifs de phoques veaux-marins dans l'Atlantique Nord-Est sont estimés à 80 000 individus (Sylvestre, 1998).

Il semble exister une **augmentation générale des effectifs** de veaux-marins en France ces dernières années.

En ce qui concerne la baie du Mont Saint-Michel, puisque le nombre de phoques gris semble constant et que le nombre de naissances a légèrement diminué, cette augmentation corrobore l'hypothèse de l'existence de **flux de veaux-marins en provenance des autres colonies françaises ou européennes**. Il serait intéressant de mettre en relation nos résultats avec ceux des grandes colonies voisines. A ce jour, nous n'avons pas pu obtenir ces données.

Enfin, de mai à septembre il existe une légère corrélation négative entre le nombre de phoques observés et le coefficient de marée, pour l'intervalle de coefficients 45-100. Plusieurs hypothèses peuvent être émises :

- Les courants forts des grandes marées ont peut être un impact sur la **disponibilité des proies**, favorisant leur déplacement dans les rivières ou vers le large au jusant. Ainsi, il est envisageable que la prospection alimentaire soit favorisée et occupe plus de temps dans le budget d'activité des phoques que par petits coefficients. Les phoques immergés sont moins visibles, ils échappent plus facilement à l'observateur.

- De plus, lors des basses mers de grands coefficients, le niveau d'eau dans les rivières diminue fortement à basse mer, ce qui modifie l'utilisation des reposoirs. Les phoques utilisent des rives ou bancs de sable à proximité de l'eau, gardant ainsi une possibilité de déplacement voire de fuite plus aisée dans l'eau que sur terre. Le repos à sec constitue une période critique pendant laquelle les animaux sont plus vulnérables. Les **reposoirs de basse mer de la zone estuarienne sont plus aval** (nord-ouest) en vives-eaux (GMN, 1999), les rivières et chenaux étant presque vides en amont. On peut supposer que les phoques, suivant le niveau de l'eau sont plus nombreux à **partir vers le large** en grandes marées.

4.2 Suivi comportemental à pleine mer

Type de session : suivi pédestre

Localisation : estimée

Horaires : autour de la pleine mer (PM-1h à PM+2h)

Coefficients : <80

Zone : vasière des Quatre Salines (ouest de la réserve de chasse)

En termes d'espace, la fréquentation des phoques est décrite à l'échelle du site des Quatre Salines, qui représente une zone délimitée par le Couesnon et les deux grandes criches (Figure 5). La localisation précise des différents reposoirs n'est pas détaillée.

4.2.1 Fréquentation du site des Quatre Salines

Lors du suivi comportemental sur le site des Quatre Salines, le nombre maximal de phoques est relevé. Ces résultats sont représentés par la Figure 11.

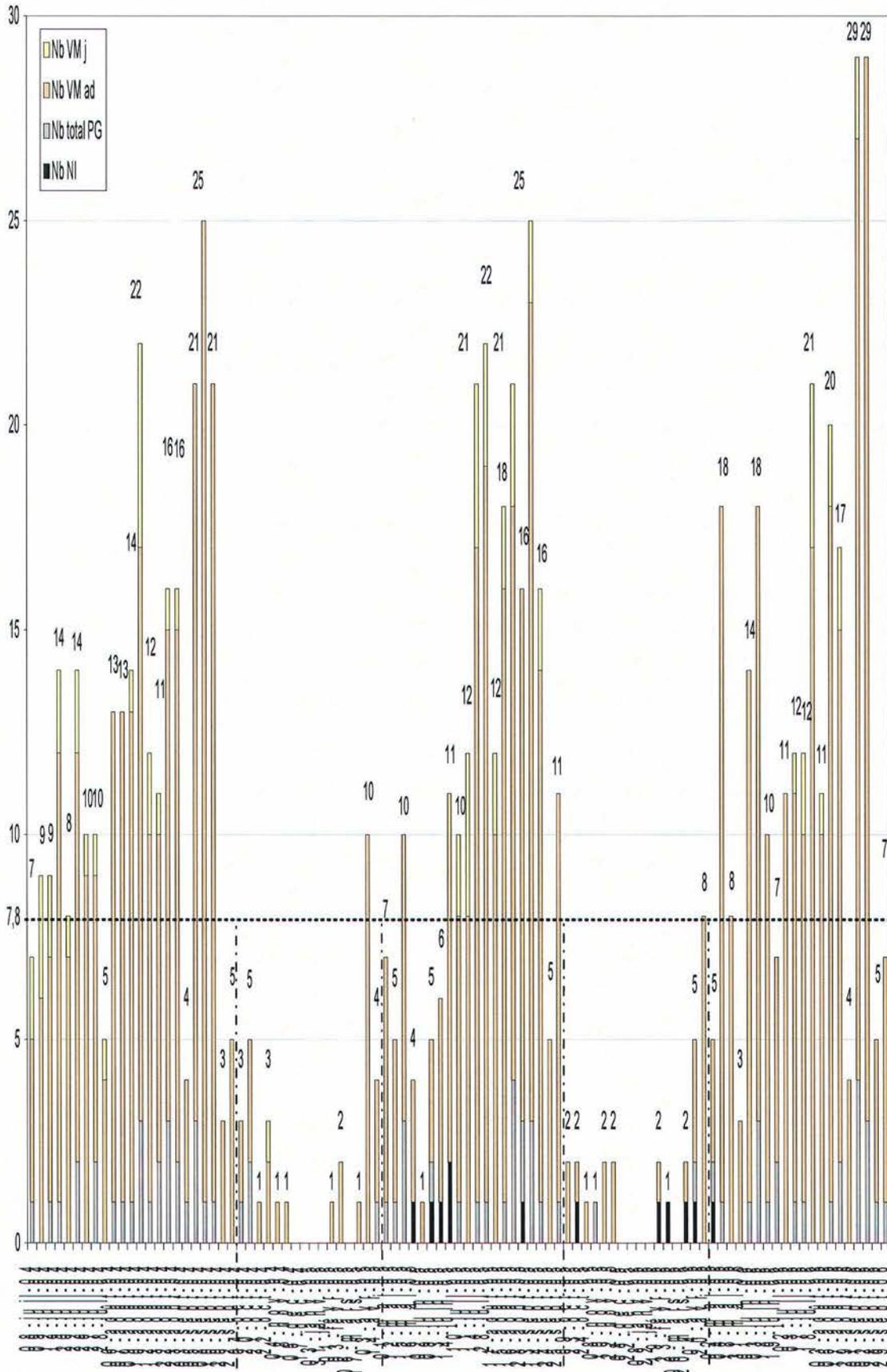
Le suivi de terrain couvre 27 mois, de juillet 2004 à septembre 2005. De juillet à septembre 2004, le nombre de sorties réalisées est supérieur à ce que prévoit le protocole. Pour analyser les résultats, les

données de ces trois mois ont été écartées. Sur les 24 mois restant, la moyenne est de 7,8 phoques. Au cours des deux hivers de suivi, aucun phoque n'a été observé en décembre et janvier (8 sessions).

36 sessions d'observations ont été réalisées sur ce site entre octobre 2004 à septembre 2005. L'effectif moyen observé est de 7,5 individus, avec un maximum de 25 phoques le 13 septembre 2005. Pour la deuxième année, soit d'octobre 2005 à septembre 2006, 36 sessions ont permis l'observation d'une moyenne de 8 individus, avec un maximum de 29 les 1^{er} et 2 septembre 2006.

Des couples mère-jeune ainsi que des jeunes sevrés fréquentent ce site, jusqu'à 5 nouveaux-nés y ont été observés à pleine mer en 2004 sur les 9 naissances dénombrées dans la baie. En 2005 et 2006, ce sont 4 jeunes individus avec leurs mères qui ont utilisé les reposoirs du secteur.

Figure 11 : Effectifs maximaux observés à marée haute sur le site des Quatre Salines de juillet 2004 à septembre 2006. VM j = veau-marin né de l'année, VM ad = veau-marin adulte, PG = phoque gris, NI = phoque non identifié ; en pointillé : découpage saisonnier par rapport à la moyenne d'octobre 2004 à septembre 2006 : 7,8.



4.2.2 Variations saisonnières

Afin de déterminer s'il existe des variations saisonnières d'effectifs significatives statistiquement, les données ont été séparées en deux groupes comme cela a été fait pour les résultats des survols : « octobre à avril » et « mai à septembre » : $k=2$; $n_1=32$; $n_2=40$.

On obtient $Hc=43,21$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les effectifs ne sont pas équivalents dans les deux groupes.

Il existe donc des variations saisonnières des effectifs de phoques observés sur le site des Quatre Salines à pleine mer. Ceux-ci sont significativement plus nombreux de mai à septembre que d'octobre à avril (Tableau 7).

	octobre à avril $n_1=32$	mai à septembre $n_2=40$
moyenne	1,9	12,5
min	0	1
max	10	29

Tableau 7 : effectifs observés sur le site de pleine mer pour les deux « saisons » (juillet, août et septembre 2004 exclus).

4.2.3 Variations interannuelles

Les résultats obtenus de « octobre à septembre » pour 2004-05 et pour 2005-06 sont testés : $k=2$; $n_1=n_2=36$.

Octobre à septembre 2004-05/2005-06 : on obtient $Hc=4,09$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les deux groupes ne sont pas équivalents.

Pour vérifier que ce résultat n'est pas influencé par les variations saisonnières d'effectifs, le test est appliqué séparément aux données « octobre à avril » pour 2004-05 et pour 2005-06 avec $k=2$; $n_1=n_2=16$, puis aux données « mai à septembre » pour 2005 et 2006 avec $k=2$; $n_1=n_2=20$.

Octobre à avril 2004-05/2005-06 : on obtient $Hc=3,24$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les deux groupes sont équivalents.

Mai à septembre 2005/2006 : on obtient $Hc=0,13$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les deux groupes sont équivalents.

Les deux « saisons » ne sont pas significativement différentes d'une année sur l'autre. En revanche, les effectifs de l'année « octobre 2004 à septembre 2005 » et l'année « octobre 2005 à septembre 2006 » **sont significativement différents**. En effet, les résultats obtenus la première année sont légèrement inférieurs à ceux de l'année suivante (Tableau 8).

	oct. 04 – septembre 05 n ₁ =36	oct. 05 – septembre 06 n ₁ =36
moyenne	7,5	8,0
min	0	0
max	25	29

Tableau 8 : effectifs observés sur le site de pleine mer d'octobre à septembre pour les deux années.

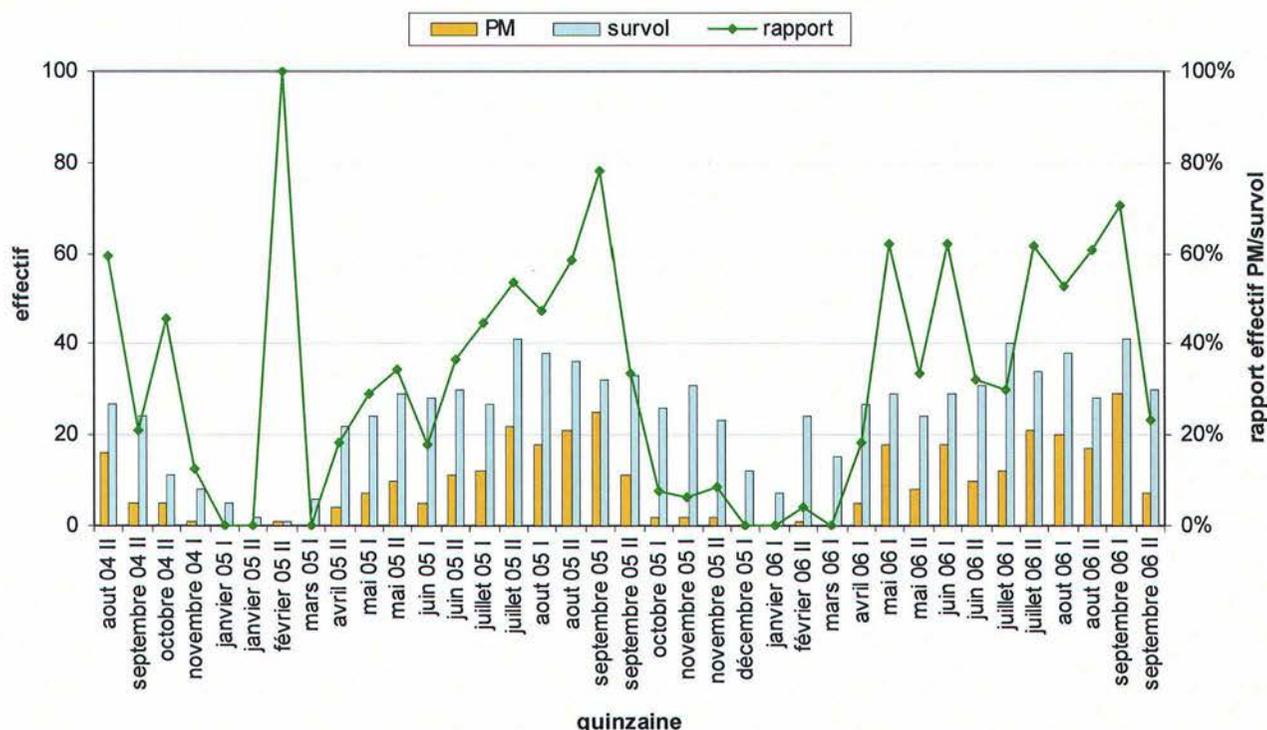
4.2.4 Part de la colonie fréquentant le site des Quatre Salines

On rappelle que le protocole de terrain prévoit par mois :

- de mai à octobre : deux survols – soit un par quinzaine et quatre sessions d'observation à pleine mer – soit deux par quinzaine.
- de novembre à avril : un survol et deux sessions à pleine mer – soit une par quinzaine.

La Figure 12 a été réalisée en rapprochant l'effectif maximal observé sur le site de pleine mer par quinzaine avec celui obtenu lors des survols de la baie à basse mer pour la même période. Le rapport ainsi obtenu donne une estimation de la proportion de phoques présents dans la baie qui utilisent le site des Quatre Salines.

Figure 12 : Rapport entre l'effectif maximal observé par quinzaine sur le site des Quatre Salines et l'effectif observé dans la baie en survol.



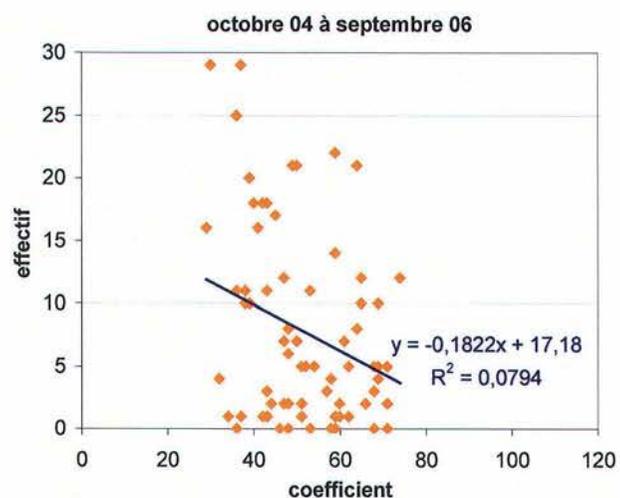
La fréquentation du site témoin de pleine mer est **particulièrement importante entre mai et septembre**, avec un rapport moyen de 0,46. En particulier durant la première quinzaine de septembre 2005, la Figure 12 permet d'estimer à 0,78 la part de l'effectif observé en survol dans l'ensemble de la baie et présent sur le site des Quatre Salines à pleine mer.

En revanche, **d'octobre à avril**, ce rapport est moindre. Même si le nombre de phoques observés sur les reposoirs de basse mer diminue, il reste nettement supérieur à l'effectif recensé sur le site de pleine mer. La seule exception concerne la 2^{ème} quinzaine de février 2005, où un seul phoque a été observé à pleine mer, comme à basse mer, d'où un rapport de 1. En excluant ce résultat, le rapport calculé varie de 0 (aucun phoque observé à pleine mer, mais de 2 à 12 phoques recensés à basse mer) à 0,45, avec une valeur moyenne de 0,09.

4.2.5 Variations d'effectifs en fonction du coefficient de marée

L'objet de l'analyse ci-dessous est de déterminer si le coefficient de marée influence l'utilisation du site des Quatre Salines à pleine mer par les phoques. D'octobre 2004 à septembre 2006, 72 sorties de terrain ont été réalisées par coefficients de marée de 29 à 74. Les coefficients de corrélation entre le nombre de phoques observés et le coefficient ont été testés pour l'ensemble des résultats.

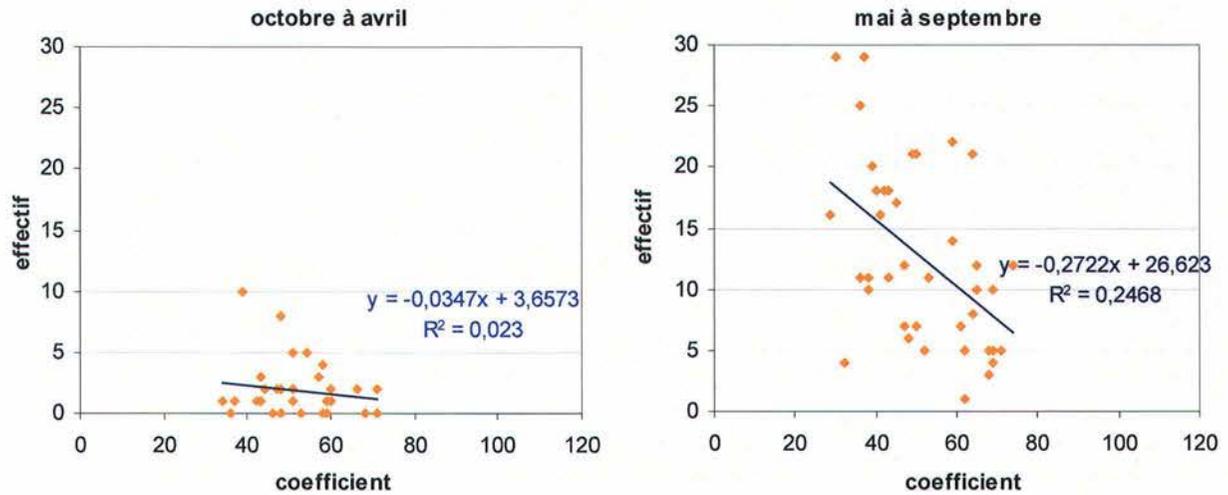
Figure 13 : effectifs observés sur le site de pleine mer en fonction du coefficient de marée.



Le coefficient de corrélation de Pearson $r^2=0,0794$ est soumis au test-t unilatéral de Student. On obtient : $t=2,457$ pour $t_{crit}=1,995$. Il y a corrélation significative entre les variables. Sur l'ensemble des données et par coefficients de 29 à 74, le nombre de phoques observés sur le site témoin à pleine mer **augmente significativement lorsque le coefficient de marée diminue.**

Afin de s'assurer que les variations saisonnières d'effectifs n'influencent pas ce résultat, le même test est appliqué aux données obtenues d'octobre et avril ($n=32$) puis à celles obtenues de mai à septembre ($n=63$).

Figure 14 : effectifs observés sur le site de pleine mer en fonction du coefficient de marée pour les deux « saisons ».



D'octobre à avril, pour $r^2=0,0023$, on obtient : $t=0,840$ pour $t_{crit}=1,698$. Il n'y a pas de corrélation significative entre les deux variables.

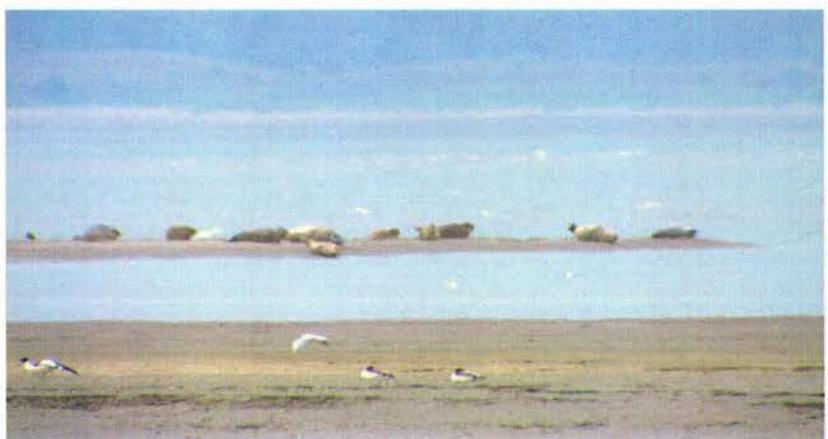
De mai à septembre, $r^2=0,2468$, le test de Student donne $t=3,529$ pour $t_{crit}=1,686$. La corrélation est significative.

Pour des coefficients de marée compris entre 23 et 86 et pour la période de mai à septembre, le nombre de phoques observés augmente significativement lorsque le coefficient diminue.

4.2.6 Discussion

Le site des Quatre Salines a été choisi pour étudier l'activité des phoques à pleine mer car il était connu depuis des années par le personnel de la Maison de la Baie pour être fréquenté à ce moment de la marée. C'est un site témoin, car faute de temps et de personnel il nous a été impossible de surveiller simultanément plusieurs zones pouvant être utilisées autour de la pleine mer.

Les variations saisonnières d'effectifs, si elles sont avérées pour l'utilisation des reposoirs de basse mer (résultats des survols), sont encore plus marquées pour la fréquentation du site des Quatre Salines. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ce phénomène. Les exigences biologiques en sont une des principales. Le besoin de repos accru pour la saison de



Groupe de phoques sur le site de pleine mer en août

reproduction et de mue chez les veaux-marins pousse les animaux à utiliser plus souvent et plus longtemps les reposoirs, quelque soit le cycle de marée. Il est possible qu'entre octobre et avril, les activités des phoques soient plus diverses autour de la pleine mer, les amenant à **passer plus de temps dans l'eau**, pour la prospection alimentaire notamment. C'est le cas en baie de Somme où il n'existe pas de reposoirs

de pleine mer (Picardie Nature, 2006). En baie des Veys, le site de pleine mer est également moins fréquenté que les reposoirs de basse mer, particulièrement d'octobre à février (Elder, 2006).

En ce qui concerne les couples mère-jeune, une **utilisation fréquente des reposoirs terrestres est indispensable**, pour le repos et pour les allaitements, indépendamment du cycle de marée. Effectivement, plusieurs jeunes accompagnés de leur mère ou déjà sevrés fréquentent régulièrement le site des Quatre Salines au cours de l'été.

Les **conditions météorologiques** ont peut-être également une influence sur l'utilisation des reposoirs c'est-à-dire du milieu aérien. En effet, il est possible que des conditions de température et de vent difficiles limitent le temps passé hors de l'eau.

Des **variations interannuelles de l'effectif présent sur le site** des Quatre Salines ont été mises en évidence. D'octobre 2005 à septembre 2006, il y a eu significativement plus d'individus observés qu'en 2004-05. Ce résultat est en accord avec les données du suivi aérien à basse mer et confirme l'hypothèse d'une **augmentation des effectifs de phoques en baie**.

Le nombre de phoques observés est supérieur en mortes-eaux, et particulièrement pour la période de mai à septembre. Le site des Quatre Salines offre des **reposoirs accessibles pendant une longue période** par petits coefficients de marée. Les rives des criches et du Couesnon sont particulièrement favorables, le niveau d'eau laissant une possibilité de retour à l'eau longtemps après le début du jusant. Ces **petits coefficients sont donc propices à de longues périodes de repos et peu de déplacements** autour de la pleine mer. Cela est adapté aux besoins des phoques adultes en été comme des nouveaux-nés.

On peut émettre plusieurs hypothèses concernant l'utilisation de la baie par grands coefficients. Un **niveau d'eau supérieur dans les rivières et les chenaux rend certaines zones plus accessibles**. Des criches qui ne se remplissent pas en marées moyennes vont alors permettre le déplacement des phoques et l'utilisation d'autres rives pour le repos. **Le site des Quatre Salines est sans doute l'un des plus favorables en conditions de marée moyenne, ce qui explique qu'il soit alors fréquenté par une grande partie de la colonie à pleine mer**. Mais d'autres sites sont probablement utilisés en vive-eau.

Les courants plus forts en grandes marées et leur **impact sur la disponibilité des proies** peuvent également jouer un rôle sur l'effectif observé sur le site témoin. Le budget d'activité des animaux par grands coefficients changerait-il alors pour favoriser la prospection alimentaire au détriment du repos à terre ?

Enfin, si la vasière des Quatre Salines est un site témoin, son importance pour la colonie de phoques à la belle saison a été mise en évidence. **Une grande partie de la colonie (jusqu'à 78% de l'effectif estimé) utilise ce site, particulièrement pendant la mue**. Il présente également un **grand intérêt pour la reproduction**, au regard de la fréquentation régulière par des femelles suitées et des jeunes tout juste sevrés.



Trois veaux-marins (dont un nouveau-né) sur le site de pleine mer.

Il serait intéressant de pouvoir suivre d'autres sites potentiellement utilisés à pleine mer, afin de valider certaines de nos hypothèses et de mieux cibler les efforts de gestion éventuels.

4.3 Suivi comportemental à basse mer

Type de session : suivi embarqué

Localisation : estimée

Horaires : autour de la basse mer (BM-3h à BM+1h)

Coefficients : >80

Zone : dans et autour de la nouvelle zone mytilicole

Lors de ces sorties, seuls les phoques visibles depuis l'embarcation sur laquelle se trouve l'observateur peuvent être comptabilisés, ce qui varie en fonction du dénivelé de l'estran, des conditions météorologiques et de la hauteur d'eau : les bouchots obstruant le champ de vision quand la mer baisse. Les effectifs relevés ne sont pas représentatifs de la fréquentation de la zone, les variations saisonnières et interannuelles ne peuvent être décrites. Aucune analyse statistique ne sera effectuée.

On peut toutefois noter que les reposoirs visibles depuis la mer sont les secteurs aval des rivières : **embouchure du bras de rivière « Couesnon et Sée-Sélune » au nord-est des bouchots, rives du bras de la rivière Sée-Sélune situé le plus au nord, lit principal et ancien lit du Couesnon (Figure 15).**



Phoque gris dans les bouchots

Des phoques ont été observés dans la zone mytilicole, se déplaçant vers le large, en repos dans l'eau et même à sec près des premières lignes. Ces observations ont été régulières sur l'année, avec en moyenne un phoque observé pour 2,5 sorties embarquées. Au cours des deux années d'étude, le nombre de ces observations a été équivalent. Cela semble relativement fréquent compte tenu de la visibilité réduite au sein de la zone à ce moment de la marée, les pieux émergés obstruant fortement le champ de vision.

Les fiches remplies par les mytiliculteurs confirment la présence régulière d'individus dans ou aux alentours des bouchots (chapitre 7.3).

4.4 Reproduction

Les survols permettent d'estimer le nombre de naissances : les résultats dépendent du nombre de couples mère-jeune sur les reposoirs au moment du survol. Les dates de ces sessions d'observation (un par quinzaine), combinées aux autres sorties de terrain, aident à définir un intervalle pour les dates des naissances (Tableau 9).

En 2004, les survols ont débuté fin août, les dates des naissances n'ont pas pu être évaluées. Le suivi de terrain lié à notre étude ainsi que les données récoltées par des observateurs extérieurs ont permis d'estimer à 9 le nombre de naissances durant l'été. Trois jeunes se sont échoués dont l'un est mort, les deux autres ont été transférés en centre de soin : l'un à Océanopolis à Brest (29), l'autre au CHENE⁵ à Allouville-Bellefosse (76). Ce dernier a été relâché en baie par le CHENE le 22 octobre 2005.

En 2005, sur les 8 jeunes veaux-marins ayant vu le jour dans la baie, un individu femelle s'est échoué mort le 9 juillet.

En 2006, 6 jeunes ont été observés au cours de cette étude. Les observations d'un naturaliste indépendant complètent nos résultats et permettent d'estimer à 7 le nombre de naissances cette année (Gautier, comm. pers.). Aucun échouage n'a été constaté.

Le taux de reproduction était élevé en 2004 et 2005, faisant de la colonie de la baie du Mont Saint-Michel la plus productive des trois colonies françaises. Mais la légère diminution du nombre de naissances

⁵ Centre d'Hébergement et d'Etude sur la Nature et l'Environnement.

en 2006, ainsi qu'une augmentation de l'effectif maximum des veaux-marins adultes engendre une **diminution du taux de reproduction à 19,44%**. Il reste néanmoins supérieur à la moyenne qui est de **16,67%** pour l'ensemble de la population française. De plus, avec des valeurs si faibles du nombre de nouveaux-nés, une diminution d'une ou deux naissances a un impact fort sur le taux de reproduction. Il faudrait poursuivre un suivi des naissances sur plusieurs années pour mieux caractériser l'évolution du taux de reproduction.

Les deux autres colonies françaises voient un **taux de reproduction également en baisse**. On peut s'interroger sur cette diminution alors que les effectifs maximaux de veaux-marins sont en augmentation dans les trois baies françaises. Cette augmentation du nombre d'individus adultes ou sub-adultes n'est pas liée à une hausse du nombre de naissances, qui reste sensiblement équivalent depuis trois ans sur les trois baies : 32 en 2004, 38 en 2005 et 2006⁶. On peut supposer que **l'augmentation des effectifs maximaux de veaux-marins concerne des individus peu productifs pour la reproduction**.

Les paramètres pouvant avoir un impact sur le taux de reproduction sont multiples. Il faut notamment s'interroger sur l'influence de la température, facteur limitant pour l'aire de répartition des phoques, particulièrement pour la baie du Mont Saint-Michel qui est le site de reproduction le plus méridional pour les veaux-marins. Dans quelle mesure, des animaux immatures sexuellement, plus mobiles et qui sont moins dépendants de paramètres abiotiques tels que la température, viennent-ils renforcer les effectifs de la colonie ?

Notons que le taux de reproduction des colonies françaises est faible au regard des populations du nord-est. En mer de Wadden, la population était de 14 275 phoques en 2005 et présentait un taux de reproduction de 31,58% (Picardie Nature, 2006).

	Intervalle des naissances	Nb de naissances	Effectif maximum (VM adultes)	Taux de reproduction	Taux de reproduction Baie de Somme ⁷	Taux de reproduction Baie des Veys ⁸
2004	?	9	30	30,00%	14,05%	20,00%
2005	11 juin – 18 juillet	8	30	26,67%	14,39%	18,18%
2006	2 juillet – 2 août	6	36	19,44%	13,33%	17,24%

Tableau 9 : naissances de veaux-marins de 2004 à 2006 dans les trois colonies françaises.

4.5 Fréquentation de la baie par les phoques gris

Des phoques gris ont été observés sur reposoirs de basse mer à la belle saison entre début mai et début novembre, alors qu'aucun n'a été dénombré le reste de l'année lors des survols. Si l'on croise ces résultats avec les observations du suivi comportemental et les données recueillies par des observateurs extérieurs, aucun phoque gris n'a été observé entre le **25 octobre 2004 et le 28 mars 2005**, ainsi qu'entre le **8 novembre 2005 et le 14 février 2006**.

Le nombre maximal d'individus dénombré sur les reposoirs de basse mer est de 5 (le 2 mai 2006) et de 4 sur le site témoin de pleine mer (les 6, 16 août 2005 et le 1^{er} septembre 2006).

⁶ 2004 : 17 en baie de Somme, 6 en baie des Veys, 9 en baie du Mont, 2005 : 20, 10 et 8 ; 2006 : 10, 22 et 6.

⁷ Données Picardie Nature.

⁸ Données Réserve Naturelle du Domaine de Beauguillot.

Il faut noter que ce schéma de variations saisonnières se retrouve en baie de Somme, où l'effectif maximal de 32 phoques gris est dénombré en septembre, avec **aucune observation d'individu de décembre à février** (Picardie Nature, 2006).

La période de reproduction de la population bretonne de phoques gris couvre les mois de novembre à janvier, il est probable que cette espèce quitte alors la baie pour migrer vers un site de reproduction. Les estuaires sablonneux que sont la baie du Mont Saint-Michel et la baie de Somme représentent probablement des **sites privilégiés de repos du printemps à l'automne** pour ces individus.



Phoque gris observé dans la baie en juillet.

FICHE n°1 : Effectifs de la colonie de phoques

A basse mer dans la zone estuarienne (par coefficients de marée 45-100)

- L'effectif moyen observé d'octobre 2004 à septembre 2006 est de 24 individus.
- Il y a de fortes variations saisonnières avec en moyenne 15 phoques d'octobre à avril et 32 de mai à septembre.
- L'effectif a augmenté pendant l'hiver 2005-06 par rapport à 2004-05.
- De mai à septembre, l'effectif est supérieur par petits coefficients.
- Les principaux reposoirs de basse mer sont situés en amont de la zone mytilicole : le long des quatre bras de rivières.

A basse mer dans la zone mytilicole (en vives-eaux)

- Des phoques sont présents régulièrement dans les bouchots : en déplacement ou au repos.

A pleine mer (par coefficients de marée 29-74)

- L'effectif moyen observé d'octobre 2004 à septembre 2006 est de 8 individus.
- Il y a de fortes variations saisonnières avec en moyenne 2 phoques d'octobre à avril et 13 de mai à septembre.
- L'effectif a augmenté pendant l'année 2005-06 par rapport à 2004-05.
- L'effectif est supérieur par petits coefficients, surtout de mai à septembre.

En baie du Mont Saint-Michel

- La tendance générale est à une augmentation des effectifs de phoques veaux-marins.
- Le site est favorable pour la reproduction avec des naissances de veaux-marins de mi-juin à début août.
- La baie représente un site de repos pour quelques phoques gris du printemps à l'automne.
- Le site des Quatre Salines est particulièrement important pour la colonie avec un taux de fréquentation allant jusqu'à 78% et une utilisation régulière par les nouveaux-nés et jeunes phoques sevrés.

5 Activités humaines

Pour décrire les activités humaines qui ont été observées lors des sessions de terrain, l'observateur relève l'activité principale : tracteur en déplacement par exemple. Quand elle est associée à une autre activité c'est l'activité principale qui entre en compte. Pour des pêcheurs à pied venus sur site en tracteur, l'activité principale est la pêche à pied. Chaque engin ou personne compte une unité excepté pour les groupes de randonneurs accompagnés de guides, promeneurs ou observateurs⁹, pour lesquels on considère que les individus d'un de ces groupes effectuent le même trajet et ont un impact global sur leur environnement. Chaque groupe est alors comptabilisé comme une unité quelque soit le nombre de personnes composant le groupe. Les activités catégorie « autres » (canon pour effaroucher les macreuses¹⁰, tirs de chasse) sont relevées dès que le bruit qu'elles engendrent est entendu au moins une fois. On comptabilise alors un contact pour la sortie de terrain et il n'y a pas de quantification de personnes ou d'engins impliqué(e)s.

5.1 Suivi quantitatif

Type de session : survol aérien

Localisation : GPS

Horaires : au moment de la basse mer

Coefficients : 50 à 80

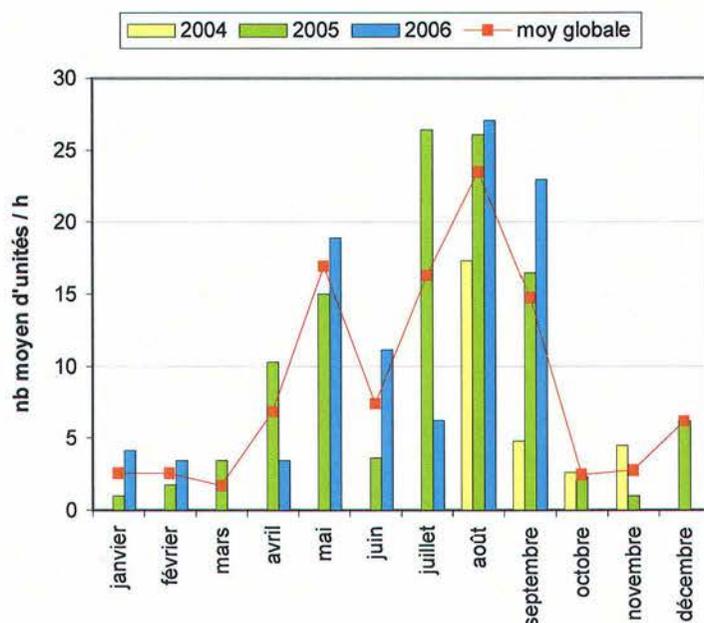
Zone : lits de rivières à l'ouest de Tombelaine et jusqu'au pied de mer (zone mytilicole exclue)

Le nombre moyen d'unités par heure d'observation a été calculé pour chaque mois, les résultats sont présentés sur la Figure 16. Des activités humaines ont été observées tous les mois, sauf lors du survol du mois de mars 2006. Au total, ce sont 201 unités qui ont été recensées avec un maximum de 27 en août 2006, soit une moyenne de 10,19 unités par heure d'observation. Si on considère la période octobre 2004 à septembre 2006, le nombre total d'unités observées est de 148, d'où une moyenne est de 9,48 unités par heure.

⁹ Voir caractéristiques des activités humaines en Annexe IV.

¹⁰ Macreuse : canard marin, prédateur des moules, causant beaucoup de dégâts dans les bouchots. Des canons à blanc ont été installés dans la zone pour les effrayer.

Figure 16 : à gauche, nombre moyen d'unités observées par heure et par mois lors des survols en 2004, 2005 et 2006 ; à droite nombre total d'unités par activité.



Activité	Nb total d'unités
avion militaire	2
ulm	7
Total aérien	9
semi-rigide	15
vedette	1
Total embarqué	16
groupe encadré	4
pêcheur à pied	158
promeneur	3
Total pédestre	165
tracteur	9
quad	2
Total terrestre motorisé	11
TOTAL	201

5.1.1 Variations saisonnières

5.1.1.a Nombre d'unités observées

Pour les mêmes raisons qu'au chapitre 4.1.1, les résultats des deux premiers survols en août et septembre 2004 sont écartés de l'analyse statistique.

Afin de déterminer s'il existe des variations saisonnières significatives, les valeurs du nombre moyen d'unités relevées par heure d'observation et par mois pour les mois d'octobre à avril sont comparées à celles des mois de mai à septembre : $k=2$; $n_1=13$; $n_2=10$.

On obtient $H_c=13,85$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les données ne sont pas équivalentes dans les deux groupes.

Il existe donc des **variations significatives** du nombre d'activités humaines observées en moyenne par heure entre les mois d'octobre à avril et ceux de mai à septembre. Le tableau 10 permet de voir que le nombre d'unités est supérieur à la belle saison.

	octobre à avril ($n_1=13$)	mai à septembre ($n_2=10$)
moyenne	3,2	14,7
min	0,0	3,6
max	10,3	27,0

Tableau 10 : nombre moyen d'unités/heure par mois observées lors des survols pour les deux « saisons » (août et septembre 2004 exclus).

5.1.1.b Par activité

Au moment de la basse mer, et par coefficients de marée de 45 à 100, des activités humaines de quatre grands types sont pratiquées dans la zone estuarienne : activités aériennes, embarquées, pédestres

et terrestres motorisées sur l'estran. Rappelons que ces dernières ne sont relevées que lorsqu'il s'agit de l'activité principale (engin en déplacement).

Les quatre types d'activités ont été observés durant les deux périodes (

Figure 17) : avec une moyenne de 0,4 engins ou personnes par heure d'octobre à avril et de 1,9 de mai à septembre.

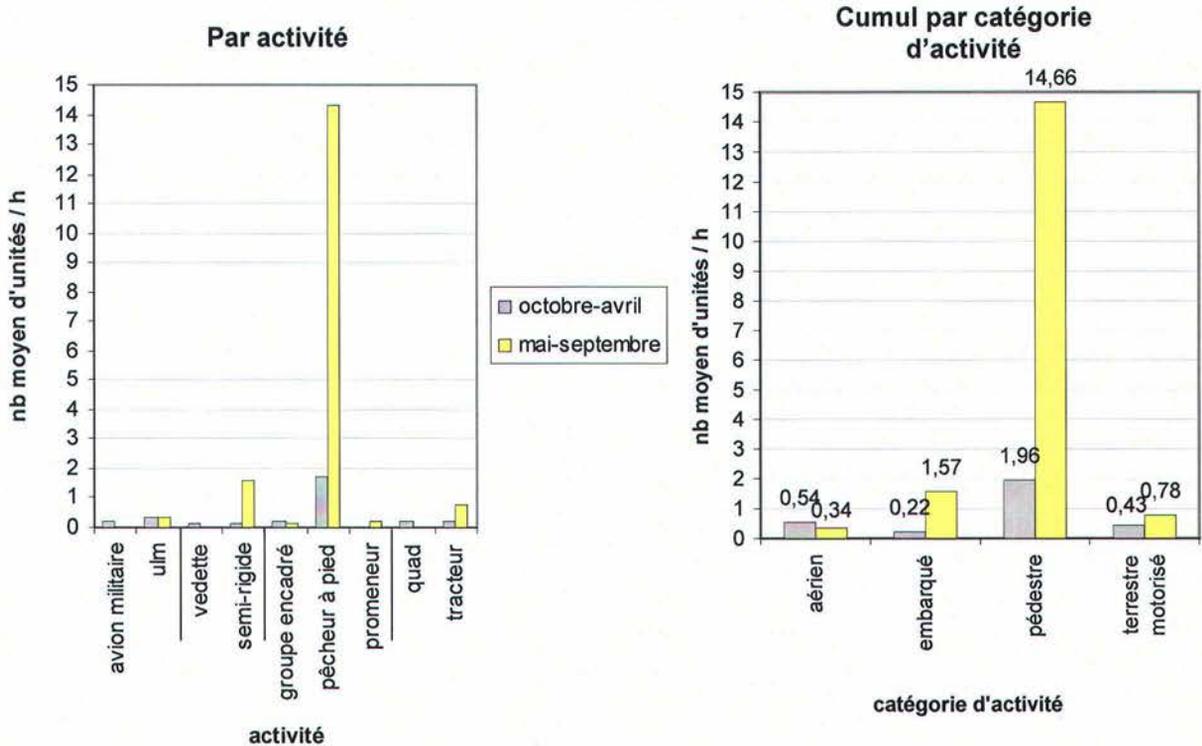
Ce sont les activités pédestres qui sont majoritaires dans la zone estuarienne à basse mer. C'est notamment **la pêche à pied qui est l'activité la plus représentée, avec 71,6% des observations**. Le nombre moyen de pêcheurs observés par heure est de 1,7 individu d'octobre à avril et de 14,3 de mai à septembre. D'autres activités pédestres ont lieu : **des promeneurs** sont observés à la belle saison, en moyenne 0,22 unité par heure. **Des groupes de randonneurs accompagnés** d'un guide, effectuent les traversées depuis la côte normande vers le Mont Saint-Michel. Cette activité est pratiquée toute l'année, on dénombre en moyenne 0,22 groupe par heure d'octobre à avril et 0,11 de mai à septembre. Notons que tous les groupes ne sont pas recensés car la majorité traverse le lit de la Sée-Sélune à l'Est de Tombelaine, secteur qui n'est pas inclus dans le survol (Figure 3).

La pêche se pratique également à bord de vedettes et de bateaux pneumatiques semi-rigide avec en moyenne 0,22 embarcation observées par heure entre octobre et avril et 1,57 de mai à septembre.

Des **activités aériennes** ont pu être observées. Elles couvrent une grande partie de la baie, mais leurs trajets sont très diffus et difficiles à évaluer, l'observateur étant lui-même en vol. Il s'agit d'avions militaires et d'ULM, qui cumulent respectivement 2 et 7 observations, ce qui représente par heure 0,54 engin observé d'octobre à avril et 0,36 de mai à septembre. Cela semble relativement élevé, vu la durée du suivi aérien effectué par l'observateur (en moyenne 31 minutes). Il faut également noter qu'un ULM de même immatriculation a été reconnu quatre fois sur les sept.

Enfin des **véhicules sont utilisés sur l'estran** par des pêcheurs à pied se rendant sur le lieu de pêche, cela concerne peu de pêcheurs sur la zone estuarienne, avec une moyenne de 0,43 véhicule par heure d'octobre à avril et 0,78 de mai à septembre.

Figure 17 : nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre à avril et de mai à septembre lors des survols : à gauche, pour chaque activité ; à droite, regroupement par catégorie d'activité (août et septembre 2004 exclus).



Les données des deux périodes « octobre à avril » et « mai à septembre » sont testées : $k=2$; $n_1=n_2=9$.

On obtient $H_c=0,13$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les données sont équivalentes dans les deux groupes.

Il n'y a pas de différence significative pour l'ensemble des données des activités entre la période d'octobre à avril et la période de mai à septembre.

Un test de χ^2 permet de mettre en évidence d'éventuelles variations saisonnières par activité. Seuls les pêcheurs à pied ont été **significativement plus nombreux de mai à septembre que d'octobre à avril** ($\chi^2=9,86$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$).

5.1.2 Variations interannuelles

5.1.2.a *Nombre d'unités observées*

Comme le suivi de terrain s'étend sur 26 mois, les années civiles 2004, 2005 et 2006 ne peuvent être comparées. Les nombres moyens d'unités observées par heure et par mois présentés sur la Figure 16 sont testés pour la période d'octobre à septembre de 2004-05 et 2005-06 : $k=2$, $n_1=11$; $n_2=12$.

Octobre à septembre 2004-05/2005-06 : on obtient $F=0,05$ pour $F_{crit}=4,33$ (ANOVA-1 facteur). Les deux groupes sont équivalents.

Pour vérifier que les variations saisonnières n'influencent pas le résultat, le test est appliqué séparément aux données « octobre à avril » pour 2004-05 et pour 2005-06 avec $k=2$; $n_1=6$; $n_2=7$, puis aux données « mai à septembre » pour 2005 et 2006 avec $k=2$; $n_1=n_2=5$.

Octobre à avril 2004-05/2005-06 : on obtient $F=0,22$ pour $F_{crit}=4,84$ (ANOVA-1 facteur). Les deux groupes sont équivalents.

Mai à septembre 2005/2006 : on obtient $F=0,002$ pour $F_{crit}=5,32$ (ANOVA-1 facteur). Les deux groupes sont équivalents.

Il n'y a pas de variations interannuelles en ce qui concerne le nombre moyen d'unités observées par heure et par mois.

5.1.2.b *Par activité*

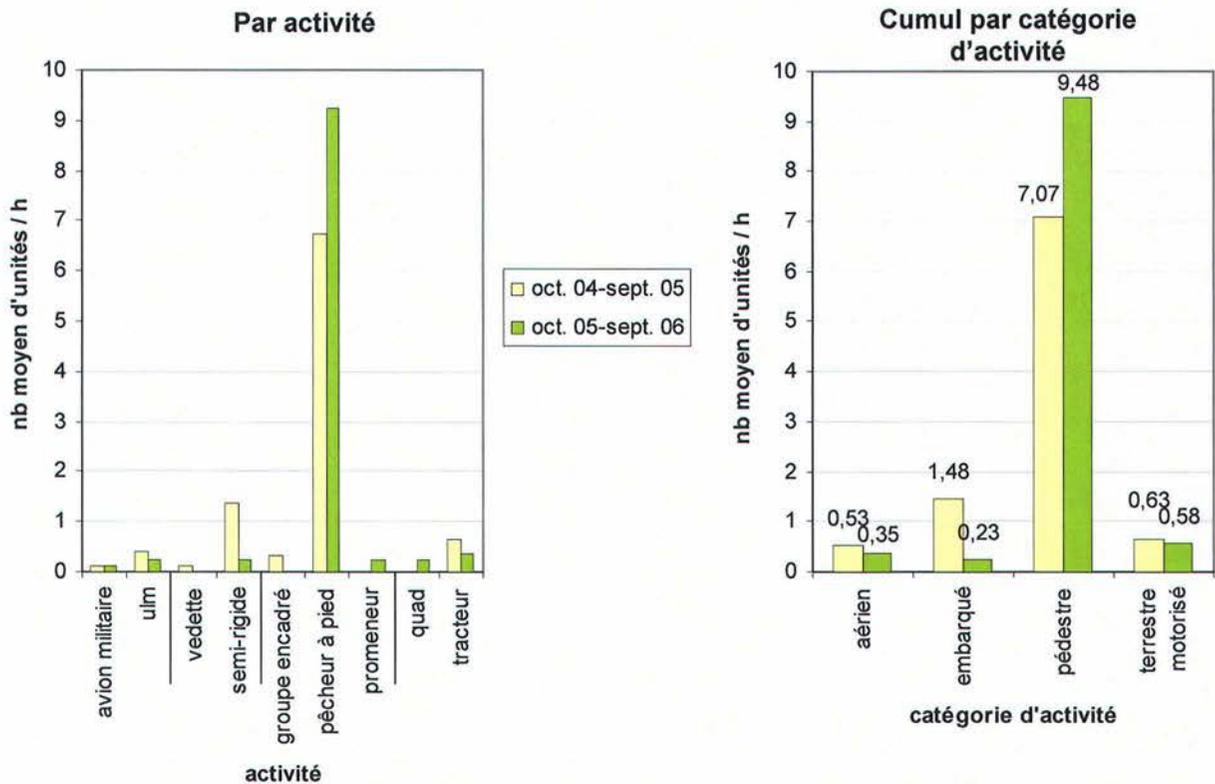
Les deux années sont également comparées du point de vue des résultats de chaque activité (Figure 18).

Sur l'ensemble des résultats, **les activités pédestres et particulièrement la pêche à pied, sont les plus fréquentes** avec 7,07 unités par heure en 2004-05 et 9,48 en 2005-06.

Les activités aériennes et terrestres motorisées ont été peu nombreuses les deux années avec respectivement 0,53 et 0,63 engin par heure en 2004-05 et 0,35 et 0,58 en 2005-06.

Les activités embarquées à bord de vedettes ou de bateaux à coque semi-rigide ont été moins fréquemment observées la deuxième année avec seulement 0,23 embarcation par heure en 2005-06 contre 1,48 en 2004-05.

Figure 18 : nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre à septembre en 2004-05 et 2005-06 lors des survols : à gauche, par chaque activité ; à droite, regroupement par catégorie d'activité.



Les résultats des deux années sont testés en prenant en compte les périodes « octobre à septembre » pour 2004-05 et pour 2005-06 : $k=2$; $n_1=n_2=9$.

Octobre à septembre 2004-05/2005-06 : on obtient $H_c=8,52$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les deux groupes sont équivalents.

Le test est appliqué séparément aux données « octobre à avril » pour 2004-05 et pour 2005-06 avec $k=2$; $n_1=n_2=9$, puis aux données « mai à septembre » pour 2005 et 2006 avec $k=2$; $n_1=n_2=9$.

Octobre à avril 2004-05/2005-06 : on obtient $H_c=0,48$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les deux groupes sont équivalents.

Mai à septembre 2005/2006 : on obtient $H_c=0,26$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les deux groupes sont équivalents.

De plus, le test de χ^2 par activité n'a révélé aucune variation interannuelle.

Il n'y a pas de différence significative entre les années pour le nombre moyen d'unités observées par heure.

5.1.3 Localisation des activités humaines

Trois grandes zones concentrant l'essentiel des activités peuvent être distinguées : les abords du rocher de Tombelaine, le pied de mer face à l'embouchure de la rivière Sée-Sélune et le secteur du banc de sable de Madagascar (situé juste au nord-est du récif d'Hermelles).

Il existe également quatre sites mineurs situés plus au cœur de la baie et de ce fait plus proches des reposoirs des phoques, mais qui concernent des observations rares d'activités humaines. Une petite zone située dans un coude du lit du Couesnon où sont installées des tésures, a été le lieu d'une seule observation de pêche à pied. Entre mai et septembre, la pêche à pied a également été pratiquée dans le lit de la rivière Sée-Sélune en deux endroits entre la mer et le rocher de Tombelaine (3 observations cumulant 11 personnes).

5.1.4 *Discussion*

Les deux années d'étude ne sont pas significativement différentes du point de vue de la pression humaine qui s'exerce dans la zone estuarienne, aussi bien en ce qui concerne le nombre de personnes ou d'engins que pour les types de pratiques. En revanche, **des variations saisonnières existent, particulièrement pour l'activité de pêche à pied**. Hormis quelques pêcheurs à pied professionnels, il s'agit surtout d'une activité de loisir qui suscite un engouement certain chez les locaux et chez les touristes.

Toute l'année, **le lit de la Sée-Sélune à proximité de Tombelaine**¹¹ est un lieu de pêche à pied, en général au dranet¹². **L'embouchure de cette rivière** au nord-est de la zone mytilicole est un site où la pêche est active, particulièrement de mai à septembre. Des bateaux de type petite vedette ou bateau à coque semi-rigide permettent aux pêcheurs de poser des filets ou de pêcher au lancer.

Au niveau du **banc de sable de Madagascar**, la pêche à pied est pratiquée (pêche aux bivalves : palourdes, praires, mais aussi pêcheries traditionnelles : tésures¹³...). Tous les pêcheurs observés sont arrivés en véhicule motorisé (tracteur ou quad). L'accès se fait depuis la côte au niveau de la Chapelle Sainte-Anne par un chemin balisé qui va vers le banc d'Hermelles. Cette présence est relativement régulière au cours de l'année, il s'agit de pêcheurs locaux. Notons que depuis le printemps 2006, des filets sont installés sur la rive sud et dans l'aval du lit du Vieux Couesnon. Des pêcheurs à pied y ont été vus en activité.

Des pêcheurs à pied et promeneurs ont également été observés le long du lit de la Sée-Sélune, en aval. Ce secteur est accessible depuis la côte normande quand les coefficients de marée sont suffisants. Les observations ont eu lieu le plus souvent à la belle saison.

Enfin, une seule observation d'un groupe de promeneurs encadré par un guide de la Maison de la Baie du Vivier-sur-Mer a eu lieu entre des ramifications du lit principal du Couesnon. Depuis l'été 2004, la Maison de la Baie ne fait plus de sorties passant dans le secteur aval des rivières à marée basse, afin d'éviter le dérangement de phoques.

¹¹ Seules les activités pratiquées à l'ouest de Tombelaine sont relevées, l'îlot représentant la limite géographique est de la zone étudiée.

¹² Dranet : grand filet triangulaire utilisé pour pêcher la crevette.

¹³ Tésure : système traditionnel de pêche, le poisson est capturé dans un filet en forme de nasse tendu entre des piquets.

5.2 Suivi comportemental à pleine mer

Type de session : suivi pédestre

Localisation : estimée

Horaires : autour de la pleine mer (PM-1h à PM+2h)

Coefficients : <80

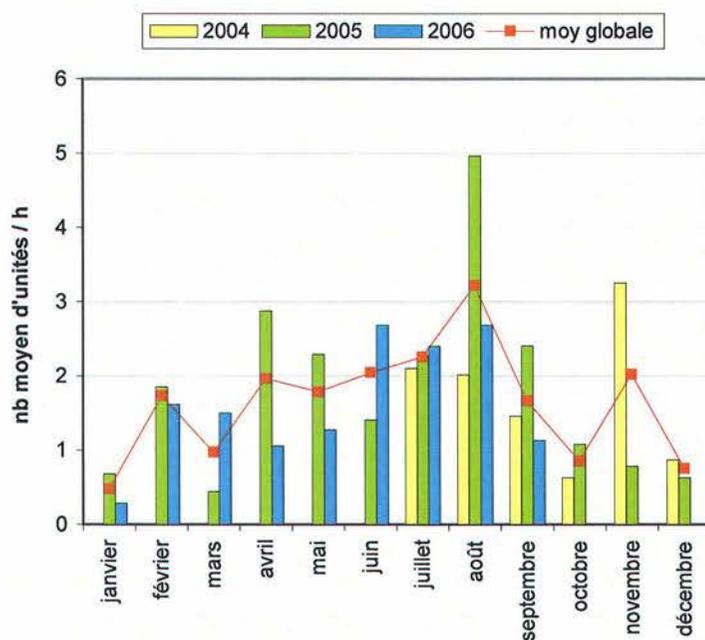
Zone : vasière des Quatre Salines (ouest de la réserve de chasse)

Rappelons qu'une partie du secteur d'observation à pleine mer est classé « Réserve de chasse maritime », et à ce titre les activités humaines observées peuvent avoir également un impact sur les oiseaux utilisant cette zone (Figure 5).

Comme pour le chapitre 4.2, la localisation précise des activités humaines n'est pas présentée, elles sont prises en compte à l'échelle du site.

Lors du suivi à pleine mer, 480 unités ont été relevées, soit une moyenne de 1,84 unités par heure d'observation. D'octobre 2004 à septembre 2006, le nombre total de personnes ou d'engins observés est de 378, ce qui équivaut à une moyenne de 1,71 par heure. Le maximum est de 4,97 en août 2005 et le minimum de 0,28 en janvier 2006.

Figure 19 : à gauche, nombre moyen d'unités observées par heure et par mois sur le site de pleine mer en 2004, 2005 et 2006 ; à droite nombre total d'unités par activité.



Activité	Nb total d'unités	Activité	Nb total d'unités
avion	58	groupe encadré	10
avion de ligne	12	observateur	6
avion léger	251	pêcheur à pied	18
avion militaire	26	promeneur	4
hélicoptère	13	ramasseur salicorne	1
paramoteur	1	Total pédestre	39
ulm	19	quad	2
Total aérien	380	Total terrestre motorisé	2
chalutier	12	canon macreuses	6
jet-ski	13	tirs de chasse	11
semi-rigide	6	Total autres	17
vedette	10		
voilier	1		
kite-surf	1		
Total embarqué	42		
TOTAL			480

5.2.1 Variations saisonnières

5.2.1.a Nombre d'unités observées

Pour les mêmes raisons qu'au chapitre 4.2.1, les résultats des sessions de terrain de juillet à septembre 2004 sont écartés de l'analyse statistique.

Afin de déterminer s'il existe des variations saisonnières significatives, les valeurs du nombre moyen d'unités par heure d'observation et par mois d'octobre à avril sont comparées à celles des mois de mai à septembre : $k=2$; $n_1=14$; $n_2=11$.

On obtient $Hc=4,33$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les données ne sont pas équivalentes dans les deux groupes.

Il existe donc des **variations significatives** du nombre d'activités humaines observées en moyenne par heure entre les mois d'octobre à avril et ceux de mai à septembre. Le Tableau 11 permet de voir que le nombre d'unités est supérieur à la belle saison.

	octobre à avril ($n_1=14$)	mai à septembre ($n_2=11$)
moyenne	1,5	2,3
min	0,3	1,1
max	3,3	5,0

Tableau 11 : nombre moyen d'unités/heure par mois observées sur le site de pleine mer pour les deux « saisons » (juillet à septembre 2004 exclus).

5.2.1.b Par activité

A pleine mer sur ce site, les usages sont diversifiés avec 21 activités relevées (Figure 20). Certaines n'ont été observées qu'une seule fois : paramoteur, kite-surf, voilier, ramassage de salicorne.

D'autres sont beaucoup plus fréquentes. C'est **l'activité aérienne qui prédomine**, en particulier les avions légers de tourisme avec une moyenne de 0,36 avion par heure d'octobre à avril et de 1,27 de mai à septembre. Dans une moindre mesure, des avions bruyants, mais dont le type n'a pas été déterminé, ainsi que des avions de ligne, militaires, mais aussi des hélicoptères et ULM survolent la zone. En moyenne 0,98 engin sont observés par heure d'octobre à avril. De mai à septembre ce chiffre passe à 1,83, ce qui correspond à **un engin aérien observé toutes les 33 minutes** (Figure 21).

Des activités embarquées ont également été observées avec une moyenne de 0,14 embarcation par heure d'octobre à avril et 0,25 de mai à septembre. En octobre, novembre et mai, quelques chalutiers ont été observés dans la zone située en aval des rivières, près des bouchots. Seuls les bateaux les plus proches de la côte sont visibles depuis le site d'observation. Hormis cette activité professionnelle, **il s'agit d'activités récréatives** : voile, jet-ski, pêche ou promenade embarquée. Notons que les jet-skis observés étaient à chaque fois très éloignés de l'observateur (dans le bras nord du Couesnon, donc à plusieurs kilomètres).

Des activités pédestres ont lieu sur le site. **Elle sont très rares d'octobre à avril** avec en moyenne 0,02 personne ou groupe par heure. Ces observations concernent quelques observateurs munis de

jumelles et de longues-vues. De mai à septembre, les activités pédestres sont plus fréquentes avec 0,19 unité par heure. La pêche à pied est une activité qui a été observée sur ce site de mai à septembre.

Un quad et son conducteur « en promenade » ont été observés à deux reprises accédant à la vasière depuis les prés-salés. Enfin, le bruit des canons pour effrayer les macreuses, présents dans les bouchots, ainsi que des coups de feu des chasseurs situés sur les prés-salés ont également été entendus.

Certaines activités n'ont été observées que de mai à septembre : paramoteur, ulm, jet-ski, pêche à pied, promeneurs, ramasseur de salicorne et quad. D'une manière générale **les activités récréatives sont plus fréquentes à la belle saison** : avions de tourisme, pêche embarquée, groupes encadrés ainsi qu'observateurs.

Figure 20 : nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre à avril et de mai à septembre, pour chaque activité sur le site de pleine mer (juillet à septembre 2004 exclus).

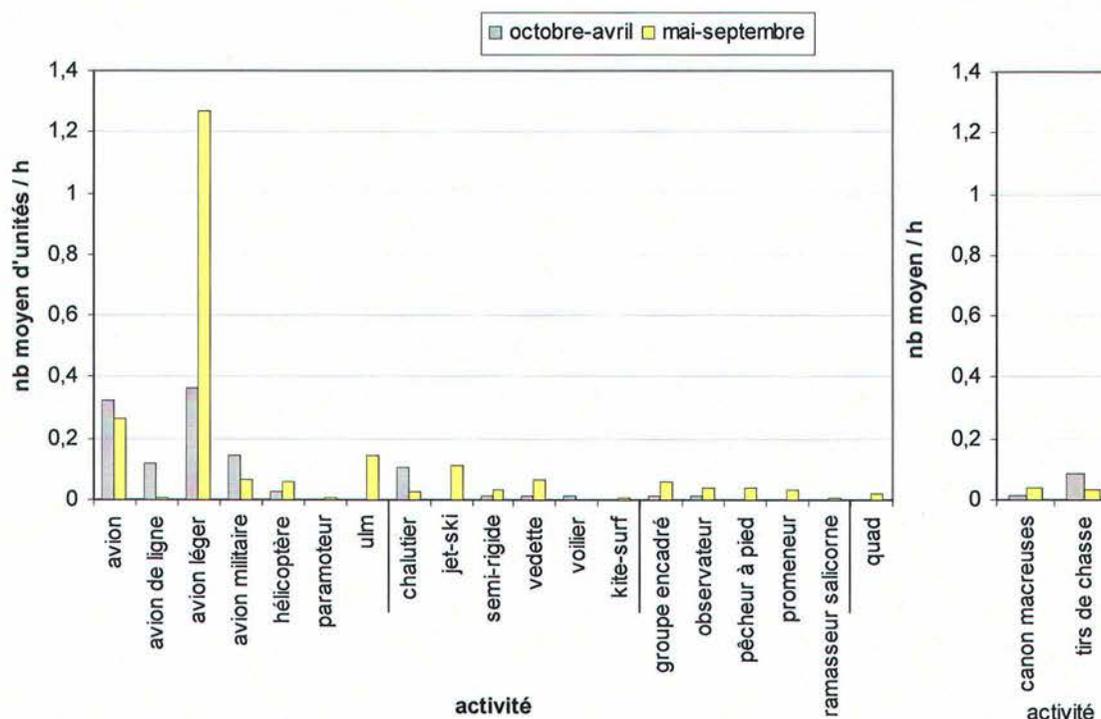
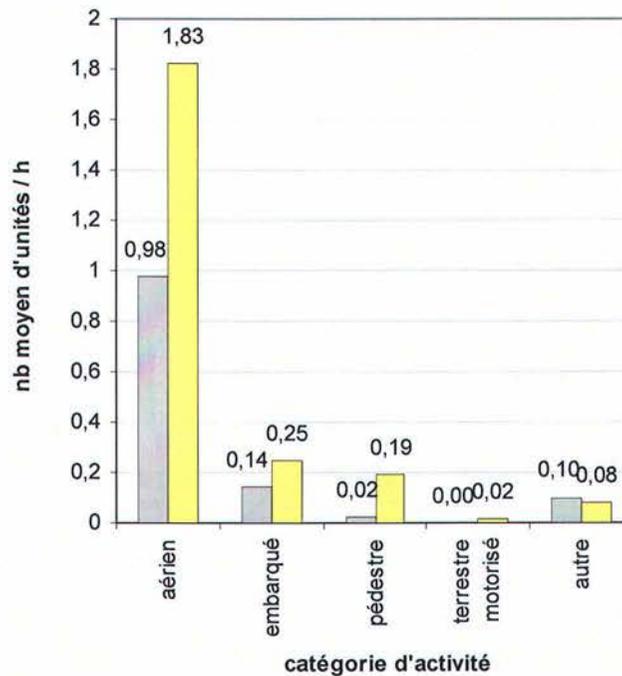


Figure 21 : nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre à avril et de mai à septembre, par catégorie d'activité sur le site de pleine mer (juillet à septembre 2004 exclus).



Afin de déterminer si les variations saisonnières pour chaque activité sont significatives statistiquement, les données des activités des deux périodes « octobre à avril » et « mai à septembre » sont testées : $k=2$; $n_1=n_2=21$.

On obtient $Hc=2,39$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les données sont équivalentes dans les deux groupes.

Il n'y a pas de différence significative pour l'ensemble des données des activités entre la période d'octobre à avril et la période de mai à septembre. De plus, Le test de χ^2 appliqué à chaque activité ne met pas en évidence de variations saisonnières.

5.2.2 Variations interannuelles

5.2.2.a Nombre d'unités observées

Comme le suivi de terrain s'étend sur 27 mois, les années civiles 2004, 2005 et 2006 ne peuvent être comparées. Les nombres moyens d'unités observées par heure et par mois pour la période d'octobre à septembre sont testés pour les années 2004-05 et 2005-06 (Figure 19) : $k=2$, $n_1=n_2=12$.

Octobre à septembre 2004-05/2005-06 : on obtient $F=3,69$ pour $F_{crit}=4,33$ (ANOVA-1 facteur). Les deux groupes sont équivalents.

Le test est ensuite appliqué séparément aux données « octobre à avril » pour 2004-05 et pour 2005-06 avec $k=2$; $n_1=6$; $n_2=7$, puis aux données « mai à septembre » pour 2005 et 2006 avec $k=2$; $n_1=n_2=5$.

Octobre à avril 2004-05/2005-06 : on obtient $F=1,38$ pour $F_{crit}=4,75$ (ANOVA-1 facteur). Les deux groupes sont équivalents.

Mai à septembre 2005/2006 : on obtient $F=0,69$ pour $F_{crit}=5,32$ (ANOVA-1 facteur). Les deux groupes sont équivalents.

Il n'y a pas de variations interannuelles en ce qui concerne le nombre moyen d'unités observées par heure et par mois.

5.2.2.b Par activité

La Figure 22 et la Figure 23 présentent les résultats obtenus d'octobre à septembre en 2004-05 et 2005-06.

Il y a eu une légère diminution de la fréquence d'observation d'activités sur le site des Quatre Salines : la première année, le total était de 2,17 unités par heure, l'année suivante il n'a été que de 1,60. Malgré cela, la proportion des différentes activités a peu évolué. En effet, **l'activité aérienne est prépondérante pour les deux années** avec 1,63 engins par heure en 2004-05 et 1,31 en 2005-06. **Les activités embarquées et pédestres sont moins fréquentes** avec 0,28 embarcation et 0,15 personne par heure en 2004-05 et 0,12 embarcation et 0,09 personne par heure en 2005-06. Les bruits de tirs de chasse et de canon à blanc ont été équivalents les deux années. Enfin, les observations de quads n'ont eu lieu que la première année avec 0,02 engin par heure.

Figure 22 : nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre à septembre en 2004-05 et 2005-06, pour chaque activité sur le site de pleine mer.

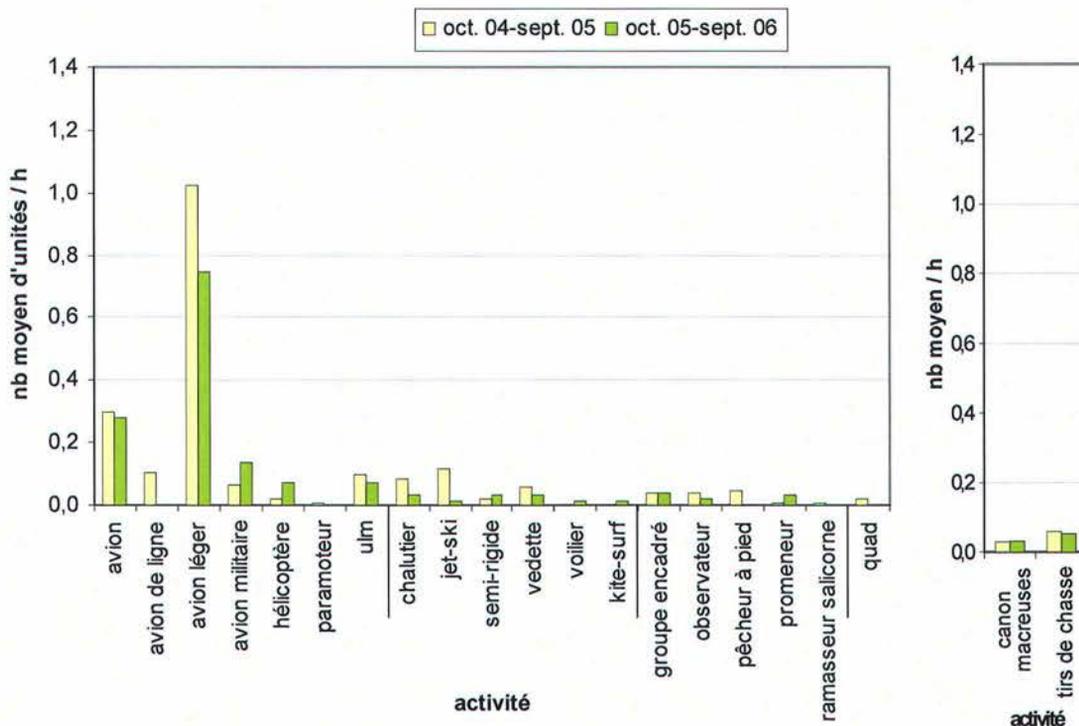
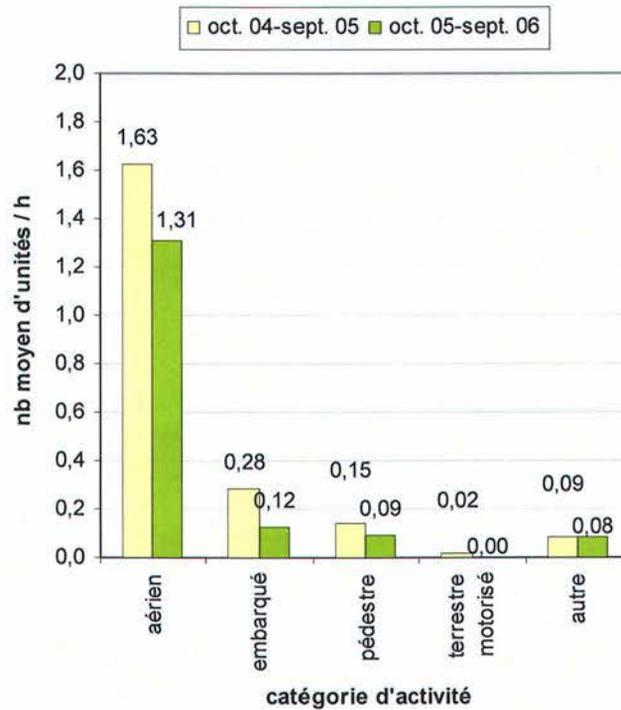


Figure 23 : nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre à septembre en 2004-05 et 2005-06, par catégorie d'activité sur le site de pleine mer.



Les résultats obtenus d'octobre à septembre par activité pour 2004-05 et pour 2005-06 sont testés (figure 21) : $k=2$; $n_1=n_2=21$.

Octobre à septembre 2004-05/2005-06 : on obtient $H_c=0,80$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les deux groupes sont équivalents.

Le test est appliqué séparément aux données « octobre à avril » pour 2004-05 et pour 2005-06 avec $k=2$; $n_1=n_2=9$, puis aux données « mai à septembre » pour 2005 et 2006 avec $k=2$; $n_1=n_2=9$.

Octobre à avril 2004-05/2005-06 : on obtient $H_c=0,50$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les deux groupes sont équivalents.

Mai à septembre 2005/2006 : on obtient $H_c=1,57$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$ (test de Kruskal-Wallis). Les deux groupes sont équivalents.

De plus, le test de χ^2 par activité n'a révélé aucune variation interannuelle.

Il n'y a pas de différence significative entre les années pour le nombre moyen d'unités observées par heure pour chaque activité.

5.2.3 Discussion

Il n'y a pas eu d'évolution significative de la pression humaine sur le site des Quatre Salines entre les deux années d'étude.

En ce qui concerne l'utilisation saisonnière de l'espace, il apparaît clairement que **les activités humaines sont plus nombreuses et plus diversifiées de mai à septembre que d'octobre à avril**. La

majorité des pratiques observées sont de type **récréatif, et sont donc très saisonnières**. C'est également la **période la plus critique pour les phoques** en termes d'espace disponible et de quiétude.

Le trafic aérien est dense et régulier sur l'année au-dessus du site des Quatre Salines, hormis pour les engins liés au loisir comme les avions légers de tourisme et les ULM, plus nombreux à la belle saison. A cette période, **un engin survole la zone toutes les 33 minutes**. Une zone de 3 kilomètres autour du Mont Saint-Michel est interdite au passage d'engins aériens. De ce fait, les appareils désireux de profiter des paysages de la zone estuarienne suivent des « couloirs » de circulation de part et d'autres du monument. De plus, les pilotes qui relient l'aérodrome du Val Saint-Père à Avranches (50) à celui de Pleurtuit (35) sont amenés à survoler la vasière des Quatre Salines. Il arrive régulièrement que des appareils survolent le secteur à très basse altitude. Il faut savoir que l'altitude de survol minimale au dessus du domaine public maritime est de 150 mètres, sauf dérogation jusqu'à 50 mètres (règles de l'aviation civile). De plus, une altitude minimale de 150 mètres semble nécessaire pour préserver la quiétude des animaux de la baie (phoques mais aussi oiseaux).

Un manque d'information et un désir de profiter au plus près des paysages sauvages de la baie sont sans doute en partie responsables de ce comportement.



Pêcheurs à pied arrivés en 4x4

Pour évaluer l'impact d'une pratique sur un site naturel, les effets indirects doivent être pris en compte, comme notamment le moyen utilisé et le trajet effectué pour arriver sur site. Par exemple, **tous les pêcheurs à pied et certains promeneurs sont arrivés sur le site en véhicule** : 4x4, quad, voiture et tracteur. Sur le domaine public maritime, sauf autorisation pour les pêcheurs professionnels, cela est interdit¹⁴ et nuit à la végétation des prés-salés et à l'avifaune qui y niche ou s'y repose. Il est

vrai qu'un chemin de tracteur passant à travers la réserve maritime de chasse facilite l'accès à la vasière depuis la digue. En ce qui concerne la pratique de la chasse sur les prés-salés, elle est surtout pratiquée l'hiver, même si la date d'ouverture pour certaines espèces est fixée au mois d'août, ce qui explique que l'observateur ait entendu des coups de feu en période estivale. Il faut noter que c'est l'activité diurne de chasse qui a été relevée, le suivi se déroulant exclusivement la journée¹⁵.

Les pêcheurs à pied observés ont surtout pratiqué leur activité **dans les criches ou dans le Couesnon (Figure 5)**, soit en posant des filets, soit en pêchant le mullet au dragnet, parfois à quelques mètres des phoques sur reposoirs.

Les groupes encadrés qui ont été observés sont **accompagnés de guides de la Maison de la Baie du Vivier-sur-Mer**. Le site des 4 Salines est en effet fréquenté par cette structure pour des sorties d'observation naturaliste.

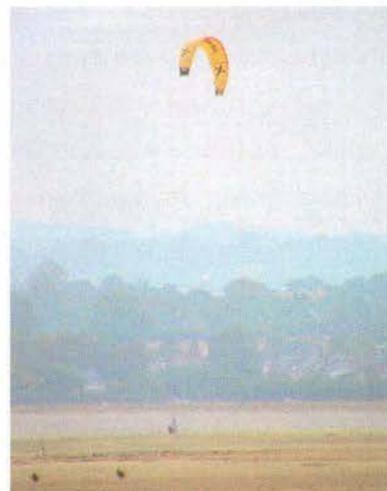
Les chalutiers pêchant la seiche ou l'huître ont été observés dans la zone située en aval des rivières. Ce secteur est **moins susceptible d'être le lieu d'interactions avec les phoques**, les reposoirs se trouvant à bonne distance à pleine mer.

¹⁴ Article L 362.1 du Code de l'Environnement.

¹⁵ Il existe une activité de chasse nocturne dans les gabions situés sur les prés-salés à l'ouest de la réserve.

Parmi les vedettes et bateaux pneumatiques semi-rigides, certains ont été vus en activité de pêche (pose de casiers ou filet et pêche au lancer). Les embarcations sont arrivées sur le secteur depuis la mer, en **remontant le lit du Couesnon et longeant les bancs de sable**, qui sont parfois utilisés par les phoques.

De plus, si l'observation de **certaines activités récréatives émergentes** telles que quad, paramoteur et jet-ski restent anecdotiques dans le cadre de notre étude, leur impact sur l'environnement n'est pas à négliger, celles-ci étant très bruyantes. Les phoques sont particulièrement sensibles aux nuisances sonores, notamment sous l'eau (Triplet, 2004). La pratique du kite-surf sur la vasière de la réserve de chasse soulève des interrogations concernant les conséquences sur l'avifaune particulièrement sensible à ce type de dérangement ainsi que sur la dégradation du milieu terrestre (Horyniecki, 2006).



Voile de kite-surf au-dessus de la réserve de chasse.

5.3 Suivi comportemental à basse mer

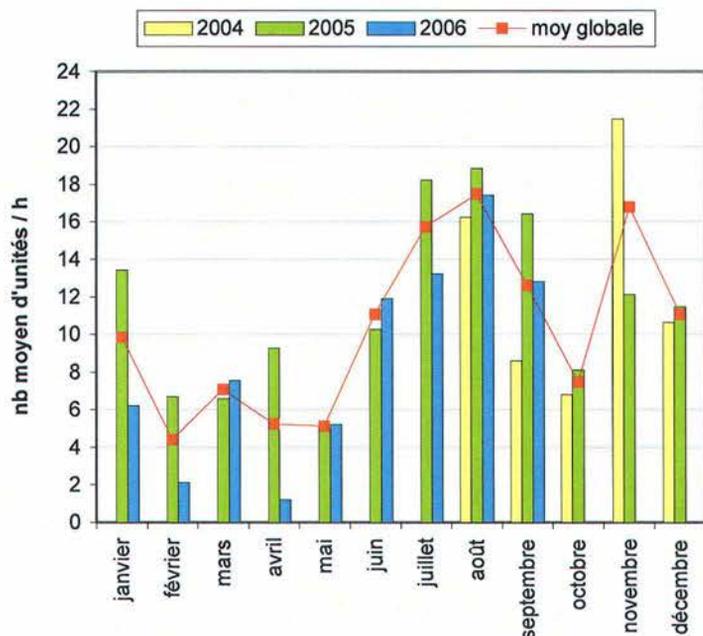
Type de session : suivi embarqué	Localisation : estimée
Horaires : autour de la basse mer (BM-3h à BM+1h)	Coefficients : >80
Zone : dans et autour de la nouvelle zone mytilicole	

Les sorties embarquées à basse mer permettent de relever les activités humaines qui ont lieu dans et à proximité de la nouvelle zone mytilicole. Celles-ci sont prises en compte lorsqu'elles sont visibles depuis l'embarcation, ce qui dépend de la topographie (dénivelé), des conditions météorologiques (brume, pluie) et de la hauteur d'eau : les bouchots obstruant le champ de vision quand la mer baisse. Le nombre moyen d'unités par heure d'observation est donné à titre indicatif, mais ne fera pas l'objet d'un traitement statistique.

Au total, 2853 unités ont été observées dans ce secteur, soit une moyenne de 10,68 engins ou personnes par heure (Figure 24). D'octobre 2004 à septembre 2006, les 2635 observations d'activités donnent une moyenne de 10,49 unités par heure. Le minimum est de 1,22 unités par heure en avril 2006 et le maximum de 21,47 en novembre 2004.

La pression humaine dans ce secteur augmente de juin à septembre avec une moyenne de 14,39 unités par heure.

Figure 24 : à gauche, nombre moyen d'unités observées par heure et par mois lors des embarquements à basse mer en 2004, 2005 et 2006 ; à droite nombre total d'unités par activité.



Activité	Nb total d'unités	Activité	Nb total d'unités
avion	7	groupe encadré	3
avion léger	13	pêcheur à pied	74
avion militaire	19	promeneur	4
hélicoptère	7	Total pédestre	81
ulm	14	tracteur	15
Total aérien	60	Total terrestre motorisé	15
chalutier	93	tir	1
jet-ski	1	Total autres	1
kayak	5	canon macreuses	27
semi-rigide	63	bateau amphibie	1338
vedette	72	yole mytilculteurs	942
Total embarqué	234	mytilculteur	90
		Total mytilculture	2397
TOTAL			2788

5.3.1 Variations saisonnières

L'activité mytilicole représente 86% du nombre total d'unités observées (Figure 24) et est importante toute l'année (Figure 25 et Figure 26). Bateaux amphibies et yoles en aluminium représentent l'essentiel des observations, avec une augmentation du nombre d'embarcations observées de mai à septembre. Cette catégorie compte un nombre moyen d'unités de 7,45 par heure d'octobre à avril et de 10,85 de mai à septembre.

Après l'activité mytilicole, ce sont les activités embarquées qui sont les plus nombreuses. Parmi celles-ci, des chalutiers ont été observés avec en moyenne 0,42 bateau par heure d'octobre à avril, et 0,35 de mai à septembre. Les autres embarcations sont des bateaux de plaisance : vedettes et bateaux à coque semi-rigide comptent 0,25 bateau par heure d'octobre à avril et 0,70 de mai à septembre. Enfin à la belle saison, une observation de jet-ski et de kayaks a eu lieu aux abords de la nouvelle zone de bouchots.

Les activités aériennes sont quant à elles peu fréquentes et régulières sur l'année. Quelques avions de tourisme, ULM ainsi que des avions militaires et hélicoptères ont été observés à une fréquence moyenne de 0,20 engin d'octobre à avril et 0,28 de mai à septembre.

Des activités terrestres ont lieu sur les bancs de sable, il s'agit alors surtout de pêcheurs à pied, dont les usagers arrivent soit par la mer (débarquements), soit par la côte. Ceux-ci comptent 0,15 personne d'octobre à avril et 0,41 de mai à septembre. Les activités pédestres de promenade, guidée ou non n'ont été dénombrées que de mai à septembre avec seulement 0,05 groupe de personnes par heure.

Figure 25 : nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre à avril et de mai à septembre, pour chaque activité lors des embarquements à basse mer (août et septembre 2004 exclus).

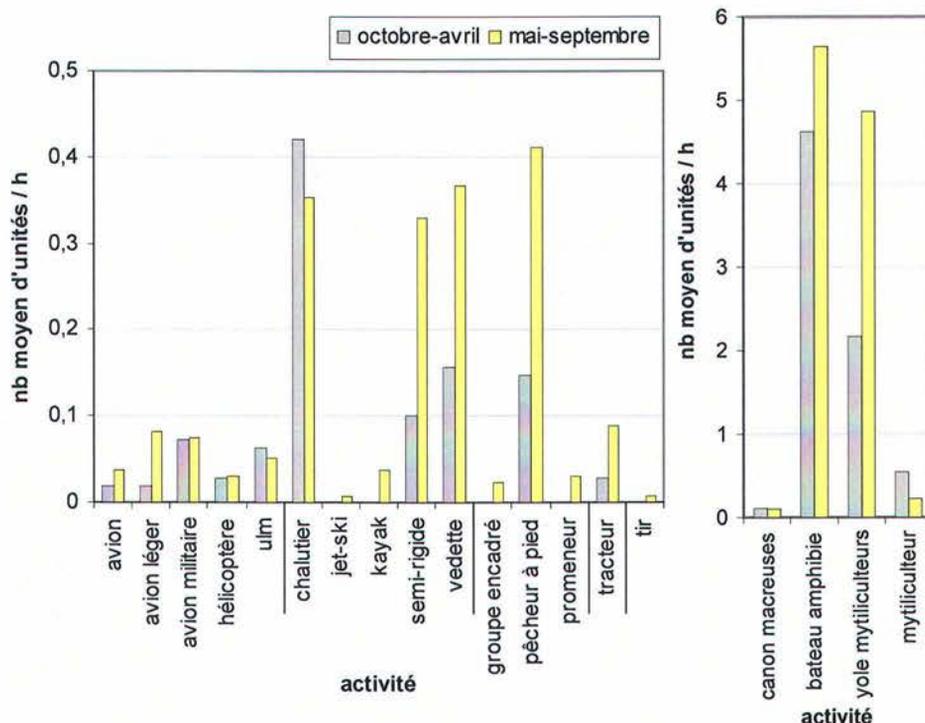
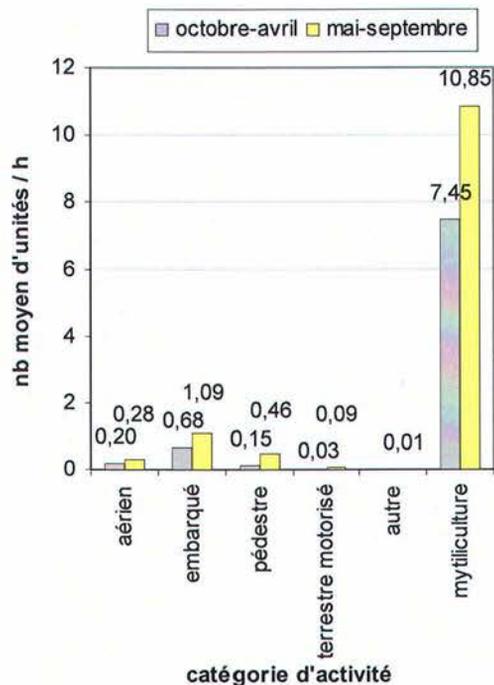


Figure 26 : nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre à avril et de mai à septembre, par catégorie d'activité (août et septembre 2004 exclus).



5.3.2 Variations interannuelles

Entre octobre 2005 et septembre 2006, la fréquence d'observation de l'activité mytilicole a diminué par rapport à la même période en 2004-05, passant ainsi de 10,54 unités par heure à 8,05 (Figure

28). Cette variation est liée à un nombre moyen de bateaux amphibies de 4,23 bateaux par heure d'observation la deuxième année alors qu'il était de 6,11 l'année précédente (Figure 27).

Pour les autres catégories d'activités, la **variation du nombre d'unités observées par heure est faible**, avec une légère diminution des activités embarquées passant de 0,82 en 2004-05 à 0,44 en 2005-06, principalement du fait d'un nombre moindre de chalutiers en activité au large des bouchots. Les observations des activités embarquées de loisir : semi-rigides, vedettes ainsi que jet-skis et kayaks ont également été moins nombreuses la deuxième année.

En revanche, **un nombre supérieur de pêcheurs à pied** a été recensé avec 0,43 personne par heure en 2004-05 contre 0,16 l'année précédente.

En ce qui concerne l'activité aérienne, la fréquence d'observation d'avions non déterminés, avions militaires et hélicoptères a augmenté en 2005-06 alors que pour les ULM et avions de tourisme, elle a subi une petite diminution. La première année, 0,19 engins aériens sont observés en moyenne chaque heure, cette fréquence est de 0,30 la deuxième année.

Figure 27 : nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre à septembre en 2004-05 et 2005-06, pour chaque activité lors des embarquements à basse mer.

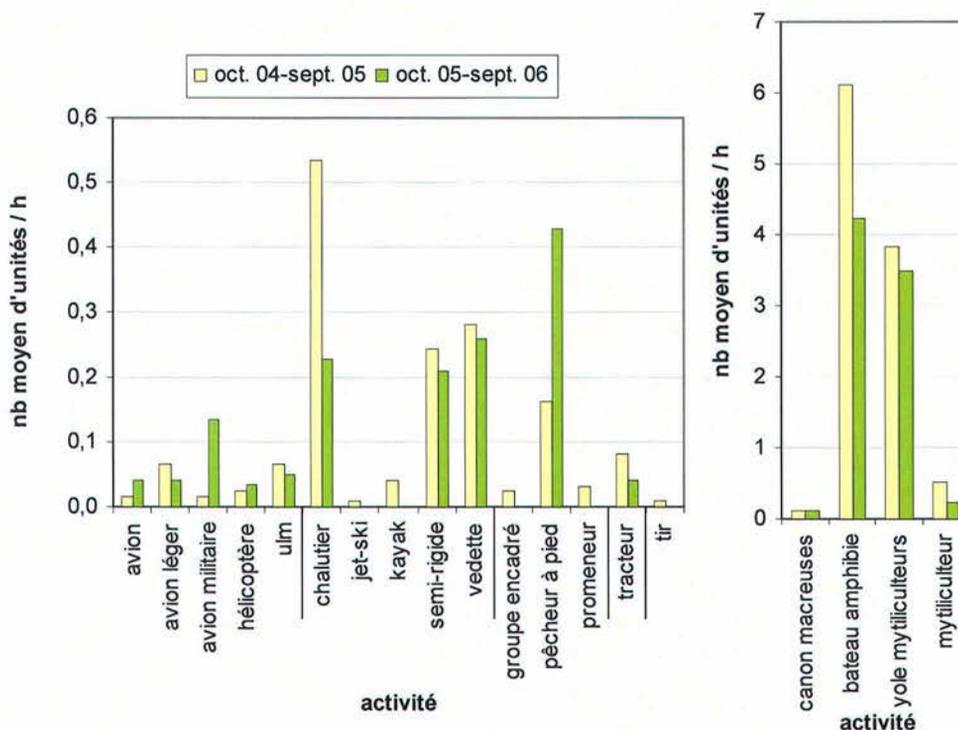
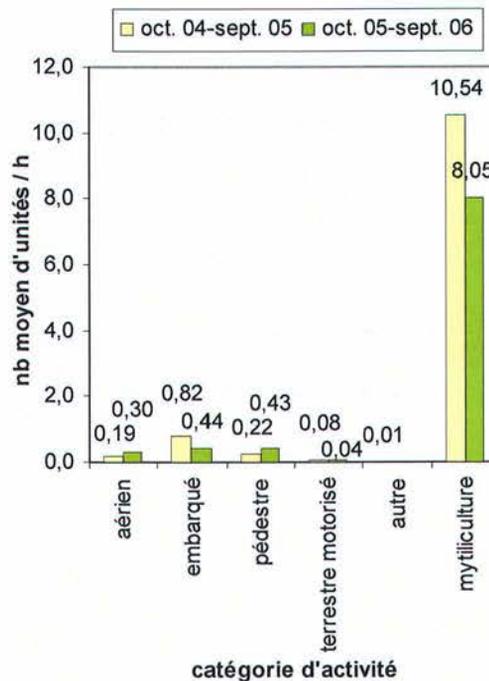


Figure 28 : nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre à septembre en 2004-05 et 2005-06, par catégorie d'activité lors des embarquements à basse mer.



5.3.3 Localisation des activités

Les mytiliculteurs qui travaillent dans les bouchots de la nouvelle zone utilisent exclusivement ce secteur et ses abords immédiats, ainsi que l'ouest de la partie maritime de la baie pour s'y rendre ou en revenir depuis Cancale, Le Vivier-sur-Mer et Cherrueix.

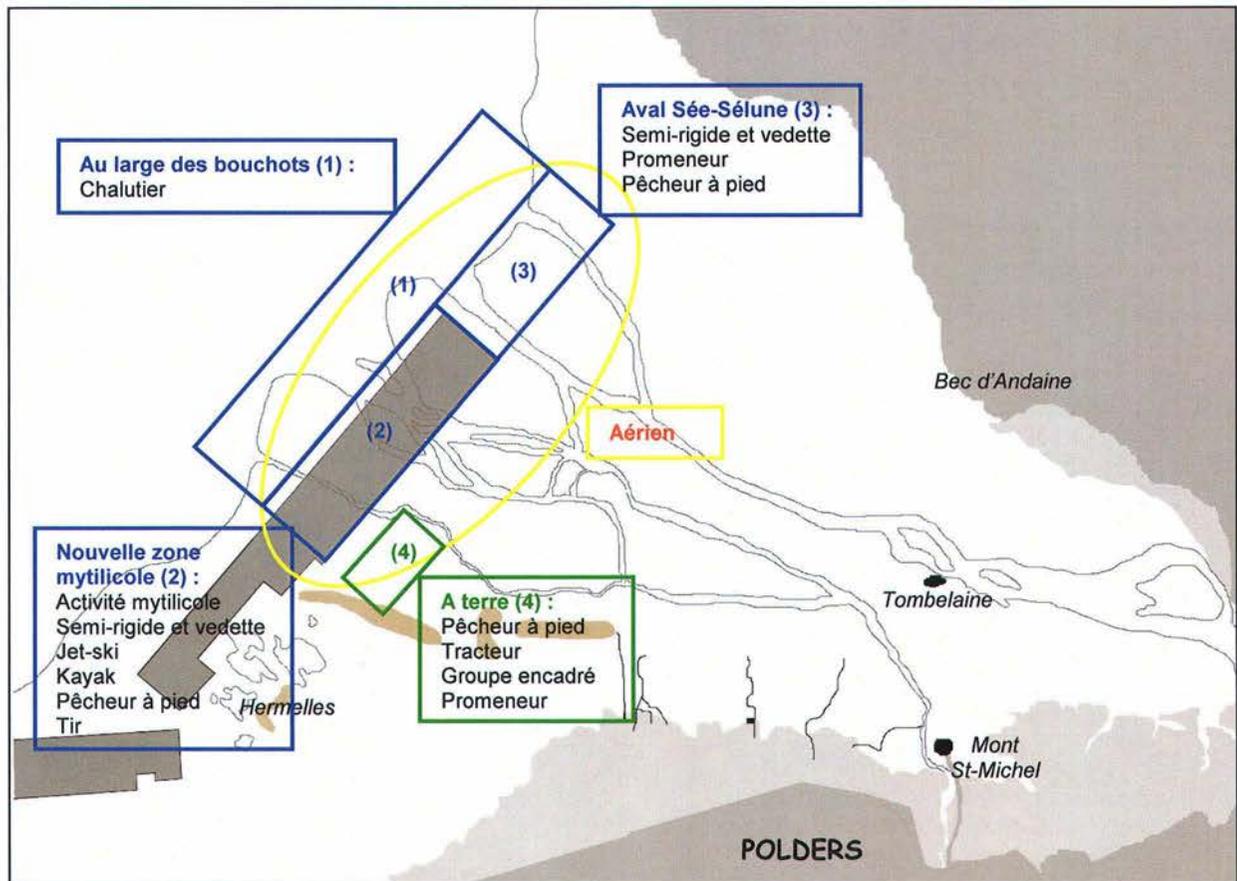
Hormis l'activité professionnelle, **la nouvelle zone mytilicole** (signalée (2) sur la Figure 29) est également un lieu de pratique de la plaisance. La pêche à bord de vedettes ou de bateaux à coque semi-rigide ainsi que le débarquement de pêcheurs à pied y a été observée. Enfin, un jet-ski, un groupe de kayaks et le bruit d'un coup de feu issu d'un bateau mytilicole y ont été relevés. Il semble que ces dernières pratiques revêtent plus un caractère anecdotique qu'elles ne traduisent des habitudes.

Au large, les chalutiers exercent leur activité en saison (1). En aval des bras de la rivière Sée-Sélune (3), au nord-est des bouchots, **des embarcations de plaisance ont pratiqué la pêche ou débarqué des promeneurs ou des pêcheurs à pied (3).**

A terre (4), sachant que le secteur des Hermelles n'est pas inclus dans le suivi, les activités observées se concentrent sur le banc de sable de Madagascar et la rive gauche de l'ancien lit du Couesnon. Des pêcheurs à pied se rendent en tracteur depuis la côte jusqu'aux tésures et filets qui y sont installés. Quelques promeneurs arrivés à pied ou débarqués ainsi que des groupes guidés par le personnel de la Maison de la Baie du Vivier-sur-Mer ont été vus sur le banc de sable.

Enfin, les engins aériens qui ont été observés ont survolé le pied de mer ou le large.

Figure 29 : Localisation estimée des activités observées lors des embarquements à basse mer. En bleu : mytilicole et embarqué, en vert : pédestre et terrestre motorisé ; en jaune : aérien.



5.3.4 Discussion

La présence humaine dans et autour de la nouvelle zone mytilicole ne semble pas avoir beaucoup évolué entre les deux années d'étude. Quelle que soit l'année ou la saison, c'est l'activité mytilicole qui



Ensemencement des pieux.

concentre la majorité des observations. Celle-ci est relativement régulière sur l'année. Le travail des professionnels sur les bouchots s'effectuant aussi bien pendant la saison de production, de juillet à janvier : pêche, ensemencement ; qu'en dehors : protection des moules, remplacement de pieux. Un nombre accru de yoles a été observé de mai à septembre. A cette période, l'ensemencement et la pose de filets prennent une part importante dans le travail des mytiliculteurs, et ces tâches s'effectuent sur ce type d'embarcation.

D'autres pratiques subissent une **saisonnalité marquée**. En automne, des caravanes de pêche aux huîtres plates sont organisées, les chalutiers sont présents en baie d'octobre à décembre. Ceux qui sont observés au printemps pêchent la seiche. Ces bateaux peuvent être nombreux dans la partie maritime de la baie, avec jusqu'à 23 observations simultanées mais sont présents sur de courtes périodes.

La pêche à bord de bateaux de plaisance consiste en la pose de filets, de casiers ou la pêche au lancer. Avec la pêche à pied, l'activité de pêche de loisir a lieu toute l'année mais **est fortement accrue de mai à septembre**. Les conditions météorologiques favorables ainsi que la présence de touristes amateurs de cette activité contribuent à cette augmentation estivale.

La pêche embarquée a lieu dans les bouchots mais est particulièrement fréquente face aux lits de la Sée-Sélune au nord-est de la zone mytilicole. Les pêcheurs profitent des courants de marée dans les rivières pour capturer du poisson dans des filets fixes, qu'ils remontent ou posent au moment de l'étalement.



Bateau à coque semi-rigide dans les bouchots.

Les activités de promenade ou de randonnée sont peu nombreuses en aval des rivières, de par la difficulté d'accès et la dangerosité du site. Les quelques individus observés sont arrivés depuis la mer ou par la côte avec des tracteurs de pêcheurs à pied.

Les activités aériennes sont peu fréquentes au-dessus de ce secteur. Les trajets effectués par les engins passent beaucoup plus fréquemment dans la zone estuarienne. Notons que toutes les observations d'ULM concernent le même engin, qui a également été identifié lors du suivi quantitatif. Cet ULM survole les rivières, et a été fréquemment observé à très basse altitude (à plusieurs reprises entre 10 et 50 mètres), ce qui n'est pas sans **soulever des inquiétudes quant à la tranquillité des phoques sur les reposoirs**, ainsi que celle des oiseaux. Cependant, depuis février 2006 il a semble-t-il maintenu l'altitude réglementaire de 150 mètres.

FICHE n°2 : Activités humaines

A basse mer dans la zone estuarienne (par coefficients de marée 45-100)

- Le nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre 2004 à septembre 2006 est de 9,48.
- L'activité la plus représentée est la pêche à pied avec 72% des observations.
- Il y a de fortes variations saisonnières avec en moyenne 3,2 unités par heure d'octobre à avril et 14,7 de mai à septembre ; et particulièrement pour la pêche à pied.
- Les secteurs de plus forte activité sont les abords du rocher de Tombelaine et le banc de sable de Madagascar. Dans une moindre mesure l'aval de la rivière Sée-Sélune est également fréquenté.

A basse mer dans la zone mytilicole (en vives-eaux)

- Le nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre 2004 à septembre 2006 est de 10,49.
- L'activité mytilicole représente 86% des observations.
- Les activités récréatives de pêche à pied et embarquées sont nombreuses, surtout sur le banc de sable de Madagascar et à l'aval du lit Sée-Sélune/Couesnon. Elles sont plus nombreuses de mai à septembre.

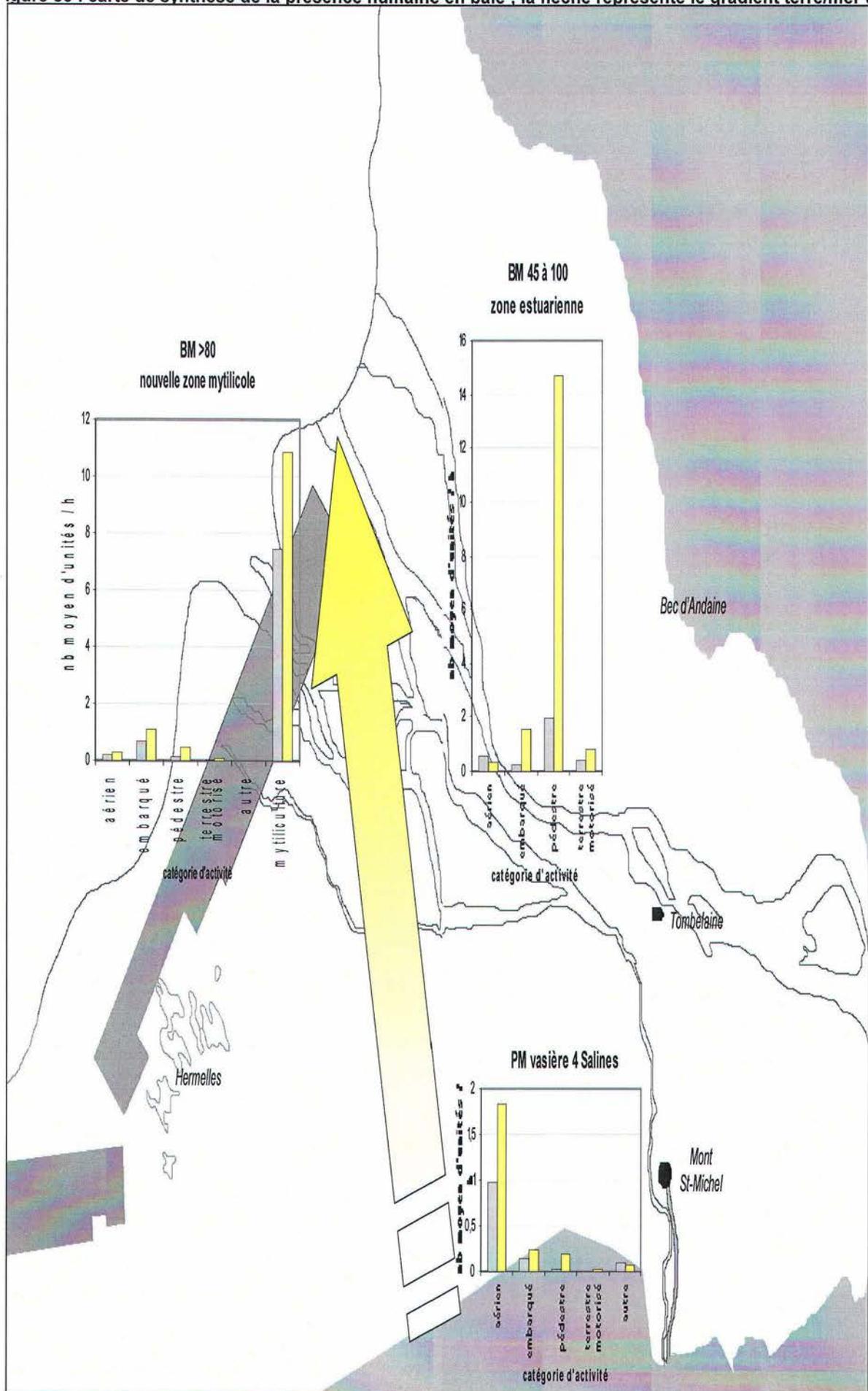
A pleine mer (par coefficients de marée 29-74)

- Le nombre moyen d'unités observées par heure d'octobre 2004 à septembre 2006 est de 1,71.
- L'activité aérienne représente 78% des observations :
- Il y a des variations saisonnières avec en moyenne 1,5 unités par heure d'octobre à avril et 2,3 de mai à septembre ; particulièrement pour l'activité aérienne avec un engin toutes les 33 minutes à la belle saison.
- Le site est parfois le lieu d'activités à fort impact sur l'environnement : quad, jet-ski, kite-surf.

En baie du Mont Saint-Michel

- Il n'y a pas eu d'évolution significative de la présence humaine entre les deux années d'étude.
- Hormis l'activité mytilicole, les activités récréatives sont prépondérantes.
- Il y a une forte saisonnalité de la fréquentation humaine de la baie.
- Il existe un gradient de la pression humaine de la terre vers la mer (Figure 30).

Figure 30 : carte de synthèse de la présence humaine en baie ; la flèche représente le gradient terre/mer du



6 Des phoques et des hommes

L'objectif de ce chapitre est de croiser les résultats concernant la colonie de phoques avec ceux des usages, afin de comprendre l'utilisation spatio-temporelle de la baie et de caractériser les possibilités d'évolution et d'interactions dans la baie.

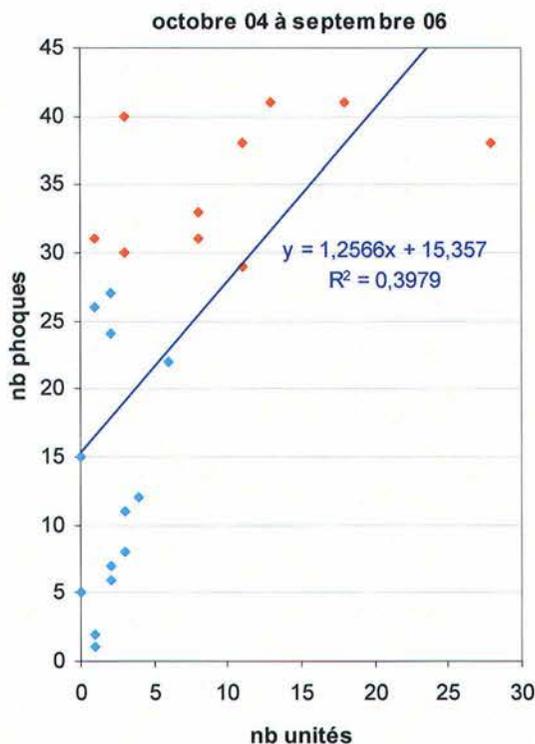
6.1 Suivi quantitatif à basse mer

6.1.1 *Analyse des effectifs*

Pour chaque mois, l'effectif maximal de phoques observé et le nombre maximal d'unités (toutes activités humaines confondues) sont relevés. Par souci de cohérence avec les résultats précédents, les données des mois d'août et septembre 2004 ne sont pas prises en compte. D'octobre 2004 à septembre 2006, il y a donc 24 données pour les effectifs et 24 données pour les activités humaines.

Afin de mettre en relation le nombre de phoques et la présence humaine, l'effectif maximal de phoques est exprimé en fonction du nombre maximal d'unités (engins ou personnes) sur la Figure 31.

Figure 31 : nombre maximal de phoques en fonction du nombre maximal d'unités par mois, lors des survols à basse mer. En bleu : d'octobre à avril ; en orange : de mai à septembre.



Le coefficient de corrélation de Pearson $r^2=0,3979$ est soumis au test-t unilatéral de Student. On obtient : $t=3,813$ pour $t_{crit}=1,718$. Il y a une corrélation significative entre les variables.

Le nombre maximal de phoques observés sur les reposoirs de basse mer par mois **varie significativement** avec le nombre maximal d'unités observées par mois.

Ainsi, **les mois pour lesquels l'effectif est important sont également des mois où la présence humaine est forte**. On voit sur la Figure 31 qu'il s'agit de la période « mai à septembre ». Les fortes variations saisonnières qui existent dans la distribution des deux variables ont été mises en évidence aux chapitres 4.1.2 et 0..

6.1.2 *Analyse spatiale*

Les survols aériens ne permettent pas d'observer les interactions entre phoques et pratiques humaines en baie, mais de comprendre l'utilisation de l'espace par chacun. **D'octobre à avril, les activités limitées en nombre et très localisées laissent supposer une faible pression sur les phoques**, eux aussi moins

nombreux. **De mai à septembre, la probabilité d'interactions augmente fortement** du fait d'un développement des pratiques dans la baie et de la hausse de l'effectif des phoques. En superposant les cartes de la Figure 32, des hypothèses concernant d'éventuels contacts au moment de la basse mer, selon les secteurs, peuvent être soulevées.

Les abords du rocher de Tombelaine

C'est le site qui concentre le plus d'activités humaines, la pêche à pied y est prépondérante. Mais les reposoirs utilisés à basse mer par les phoques en sont éloignés. Il faut s'interroger sur l'utilisation de ce secteur par petits coefficients de marée à basse mer, ou entre la pleine mer et la mi-marée :

- Est-ce que les phoques utilisent les rives plus en amont de la Sée-Sélune pour le repos, donc plus proche du rocher de Tombelaine, et dans quelle mesure les activités humaines sont présentes aux mêmes moments ?

Le nord-est de la zone mytilicole

En hiver, le reposoir principal est proche d'un secteur utilisé pour la pêche embarquée, le nord-est de la zone mytilicole.

- Les embarcations pourraient interagir avec les animaux au repos, à condition qu'elles pénètrent dans le lit de la rivière. Des phoques descendant le cours d'eau vers la mer sont plus susceptibles d'entrer en contact avec ces usagers.

Les phoques dans l'eau étant moins craintifs, cela est moins problématique que pour les individus sur les reposoirs, à l'exception du danger que peuvent poser les engins de pêche (filets) installés dans le lit de la rivière, notamment pour les jeunes animaux. En été, ces interactions potentielles sont plus probables, du fait du nombre accru d'usagers et de phoques.

Le banc de sable de Madagascar et la rive sud de l'ancien lit du Couesnon

Dans ce secteur, la pêche traditionnelle est relativement limitée, elle concerne quelques personnes, probablement les mêmes usagers (pêcheurs à pied coutumiers). Le banc de sable est situé à bonne distance des rives de l'ancien lit du Couesnon que les phoques utilisent. En revanche, des filets ont été installés depuis le printemps 2006 sur la rive et barrent une partie du lit de la rivière.

- La présence des pêcheurs peut empêcher la mise à sec de ce côté de la rivière, la structure quant à elle peut occasionner des accidents avec des jeunes par piégeage.



Filets installés sur la rive sud de l'ancien lit du Couesnon.

La baie dans son ensemble

Les engins aériens, particulièrement fréquents en été sont susceptibles d'engendrer des perturbations sur tous les repositoires, en fonction du trajet suivi par le pilote mais aussi de son altitude et de son régime de vitesse qui rendent l'engin plus ou moins bruyant.

Pour résumer, les phoques semblent relativement « cernés » géographiquement par les activités humaines.

- A l'est, des activités pédestres à proximité de l'îlot de Tombelaine
- Au nord-est, des embarcations de pêche face au lit de la Sée-Sélune
- Au sud-ouest et au nord des secteurs de pêche à pied
- A l'ouest, les bouchots et l'activité mytilicole
- Et au-dessus de toute la baie, des activités aériennes.

Si certaines de ces pratiques sont peu fréquentes, leur développement ou leur étendue pourrait être source de perturbations et réduire l'espace disponible pour la colonie de phoques. Il est intéressant de remarquer que sont concernées à la fois des activités traditionnelles (pêche, mytiliculture) et des activités récréatives (promenade, pêche, activités aériennes).

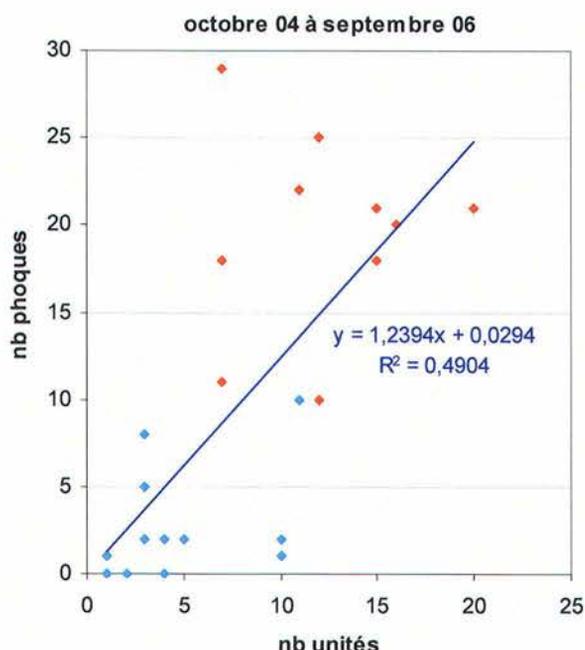
Figure 32 : 4 x Carto : phoques été/hiver face activ été/hiver

6.2 Suivi comportemental à pleine mer

Comme cela a été précisé aux chapitres 4.2 et 5.2, l'utilisation de l'espace par les phoques comme par les usagers n'est pas décrite, le traitement des résultats se faisant à l'échelle du site Quatre Salines tel que défini par la Figure 5. Aucune analyse spatiale n'est donc réalisée pour les données obtenues à pleine mer.

Sur la Figure 33, l'effectif maximal de phoques observé par mois est exprimé en fonction du nombre maximal d'unités du même mois. Les données couvrent la période d'octobre 2004 à septembre 2006, les résultats des mois de juillet à septembre 2004 ayant été écartés de l'analyse (voir chapitre 4.2.1).

Figure 33 : nombre maximal de phoques en fonction du nombre maximal d'unités par mois, sur le site de pleine mer. En bleu : d'octobre à avril ; en orange : de mai à septembre.



Le coefficient de corrélation de Pearson $r^2=0,4904$ est soumis au test-t unilatéral de Student. On obtient : $t=4,601$ pour $t_{crit}=1,718$. Il y a une corrélation significative entre les variables.

Le nombre maximal de phoques observés sur le site de pleine mer par mois **varie significativement** avec le nombre maximal d'unités observées par mois.

Ainsi, **les mois pour lesquels les phoques sont nombreux sur le site sont également des mois où la présence humaine est importante**, c'est-à-dire à la belle saison (en orange sur la Figure 33).

Les résultats précédents permettent de dresser une liste des interactions possibles entre les activités humaines et les phoques fréquentant le site des Quatre Salines, au moment de la pleine mer. **Celles-ci sont beaucoup plus probables en période estivale** qu'en période hivernale, car les activités humaines sont alors plus fréquentes et les phoques plus nombreux sur les reposoirs pour l'accomplissement des fonctions biologiques essentielles.

- Des dérangements peuvent survenir pour tous les reposoirs du fait des activités aériennes, **particulièrement nombreuses et diverses à survoler cette zone.**
- Les activités terrestres sont susceptibles de perturber le repos des phoques. En particulier, des observateurs qui s'approcheraient trop près des animaux (à pied ou en véhicule). Des groupes encadrés provenant de la Maison de la Baie du Vivier-sur-Mer utilisent également le secteur. Il est important que les guides qui les accompagnent maintiennent une bonne distance par rapport aux reposoirs utilisés ou habituels et demandent aux promeneurs de rester discrets (bruit, déplacements). Mais ce sont surtout **les pêcheurs à pied pratiquant leur activité dans les criches** qui peuvent entrer en contact avec les phoques.
- La pêche embarquée et la plaisance dans le lit du Couesnon peuvent susciter des perturbations lorsque les embarcations **approchent des bancs de sable** servant au repos des phoques, ou que le **bruit qu'elles émettent est intense** (jet-skis par exemple).

- Ces mêmes activités embarquées peuvent entrer en interaction avec des phoques dans l'eau, en déplacement ou en chasse, ce qui est moins problématique que pour les phoques sur reposoirs, qui y sont plus vulnérables.

6.3 Suivi comportemental à basse mer

Les données obtenues lors du suivi embarqué ne permettent pas une analyse quantitative, les résultats concernant les activités humaines et les phoques sont mis en relation grâce aux cartes de la Figure 34.

On peut définir des possibilités d'interaction entre usagers et phoques lors des basses mers de vives-eaux :

- En ce qui concerne les phoques dans l'eau, ce sont les activités professionnelles et récréatives dans les bouchots ainsi que les activités embarquées dans le nord-est de la zone mytilicole qui sont susceptibles d'entrer en contact avec ces animaux.

Mais les enjeux se situent à terre, lorsque les phoques utilisent les reposoirs :

- **Le débarquement de promeneurs ou de pêcheurs à pied sur les bancs de sable** bordant les rivières, peut engendrer des interactions avec les phoques sur ces secteurs.
- **La pêche à pied sur la rive sud de l'ancien lit du Couesnon** peut être source de dérangement
- Des perturbations peuvent survenir pour **tous les reposoirs du fait des activités aériennes.**

7 Comportement des phoques et interactions

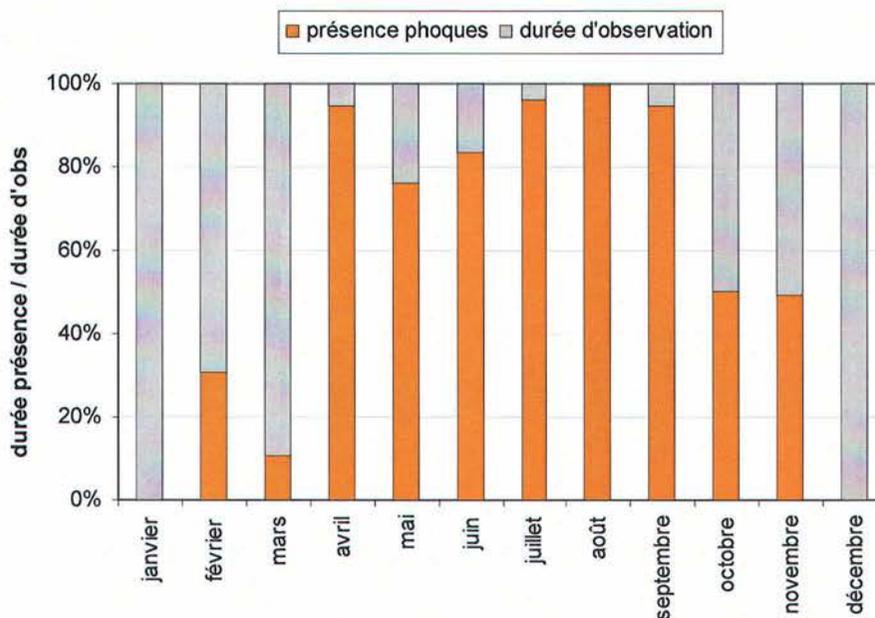
7.1 Budgets d'activité

Les activités des phoques ont été étudiées lors du suivi comportemental à pleine mer. Le suivi embarqué à basse mer ne procure pas une observation assez longue d'un même groupe de phoques ni une visibilité suffisante pour décrire des budgets d'activité.

7.1.1 *Présence des phoques*

En décembre et janvier sur 15,6 heures d'observation, aucun phoque n'a été vu sur le site des Quatre Salines (Figure 35). La part de la durée d'observation pendant laquelle un ou des phoques ont fréquenté ce secteur est faible en février et mars avec des valeurs respectives de 31% et 10%. Entre avril et septembre, des phoques sont présents plus de 75% du temps d'observation, avec un pic à 99,6% en août. Puis le rapport diminue en octobre et novembre avec des valeurs autour de 50%.

Figure 35 : durées relatives des activités principales par rapport à la durée d'observation d'au moins un individu. A gauche par mois, à droite d'octobre à avril et de mai à septembre.



7.1.2 *Variations saisonnières*

Rappelons que l'activité principale du groupe est celle qui est pratiquée par la majorité des individus observés. Dès qu'au moins un individu est observé, une activité principale est décrite. Pour chaque activité principale, la durée est exprimée en pourcentage de la durée totale des activités principales, c'est-à-dire de la durée d'observation d'au moins un phoque (Figure 36). Lorsque l'activité principale est définie pour un laps de temps donné, les autres activités qui ont lieu, impliquant une minorité d'individus sont considérées comme activités secondaires. Le nombre de fois où elles sont pratiquées est noté, elles sont exprimées en occurrences par heure d'observation d'au moins un phoque (Figure 37).

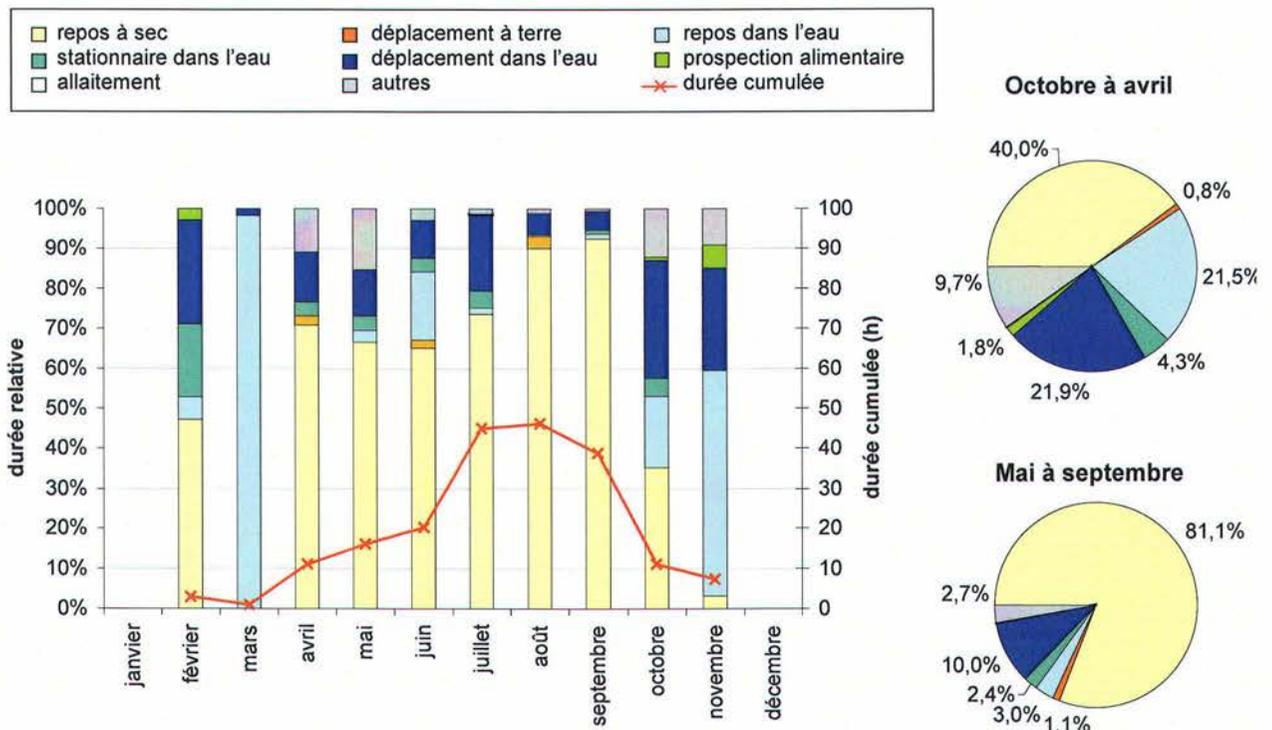
- Activités principales

En décembre et janvier, aucun phoque n'a été observé sur le site des Quatre Salines, il n'y a donc pas de résultat (Figure 36). La durée cumulée d'observation d'au moins un phoque est faible d'octobre à avril avec des valeurs comprises entre 0 et 11 heures. En mars elle n'a été que de 58 minutes pour 4 sessions. A partir de mai, les phoques sont plus nombreux et présents plus longtemps et le nombre de sorties sur le terrain est supérieur, avec des durées dépassant 16 heures. Le pic d'observation a lieu entre juillet et septembre, les durées cumulées sont alors de 39 à 46 heures.

Le repos à sec est l'activité principale prédominante entre avril et septembre avec plus de 65% du temps consacré. Cette durée dépasse 90% en août et septembre. Les activités dans l'eau : repos, position stationnaire et déplacement occupent une part comprise entre 6% (août) et 30% (juin).

D'octobre à février, le repos à sec ne représente plus que de 3% (novembre) à 14% (février) de la durée des activités principales. Le repos est effectué plus souvent dans l'eau, cette activité représente jusqu'à 56% du temps. D'une manière générale, les activités aquatiques occupent une part de 50% (février) à 82% (novembre). Lors des sessions d'observation du mois de mars, l'activité principale a été à 98% le repos dans l'eau. Mais ce résultat est à relativiser au regard du nombre d'heures d'observation particulièrement faible.

Figure 36 : durées relatives moyennes des activités principales par rapport à la durée d'observation d'au moins un individu. A gauche par mois, à droite d'octobre à avril et de mai à septembre.



- Activités secondaires

Très peu ou pas d'activités secondaires ont été observées en novembre, février et mars (Figure 37). Cela s'explique par un effectif très réduit (au maximum 2 individus). En effet, l'activité pratiquée par un seul individu est par définition enregistrée comme activité principale. Les activités se diversifient d'avril à octobre, période où le nombre de phoques est plus important, avec un pic de mai à août.

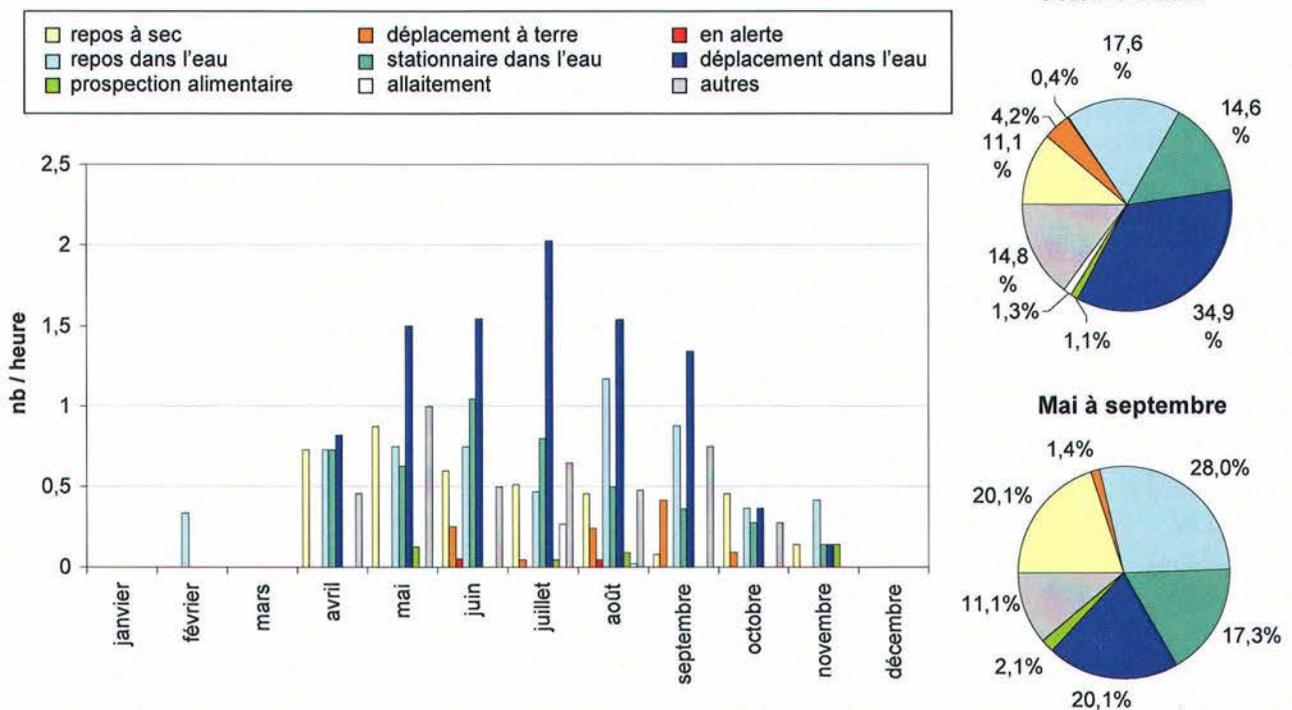
Les activités secondaires sont **surtout des activités aquatiques : déplacement, repos, stationnaire et prospection alimentaire**, avec en moyenne 2 occurrences par heure. Le nombre d'observation de l'activité « repos à sec » comme activité secondaire est faible de mai à septembre : 11,1% des occurrences, période pendant laquelle cette activité est le plus souvent activité principale, comme vu précédemment. D'octobre à avril, **le repos à sec** concerne 20,1% des occurrences, ce qui correspond à des activités principales essentiellement aquatiques.

La catégorie « autres activités », qui regroupe principalement des **interactions sociales**, compte en moyenne 11,1% des occurrences mensuelles d'octobre à avril et 14,8% de mai à septembre.

Les observations de phoques en **prospection alimentaire** (chasse ou alimentation) sont rares, car il faut pour cela qu'ils mangent leur proie en surface, c'est parfois le cas pour les grosses proies, mais l'essentiel du nourrissage se fait sous l'eau (Boulva & McLaren, 1980). Ainsi, la moyenne des occurrences mensuelles est de 2,2% pour cette activité.

Des allaitements ont été observés en juillet et août et représentent en moyenne pour ces deux mois 3,1% des occurrences.

Figure 37 : occurrences des activités secondaires par heure d'observation d'au moins un phoque. A gauche par mois, à droite en pourcentage d'octobre à avril et de mai à septembre.



- Analyse statistique

Afin de caractériser d'éventuelles variations saisonnières du budget d'activité des phoques, les durées relatives des activités principales ont été testées. Pour cela, les activités ont été regroupées selon si elles ont lieu :

[A] sur reposoirs : repos à sec, déplacement à terre, allaitement.

[B] dans l'eau : repos, position stationnaire, déplacement et prospection alimentaire.

Pour chaque catégorie, les durées relatives mensuelles de ces activités (représentées sur la Figure 36) ont été séparées en deux périodes : « octobre à avril » et « mai à septembre », $k=2$, $n_1=n_2=5$.

On obtient [A] $F=9,78$ et [B] $F=8,20$ avec $F_{crit}=5,32$ (ANOVA-1 facteur). Les deux « saisons » sont statistiquement différentes.

De mai à septembre, les durées relatives moyennes des **activités sur reposoirs** sont **significativement supérieures** à celles d'octobre à avril. Les durées relatives des **activités dans l'eau** sont **quant à elle significativement inférieures** (Figure 36).

7.1.3 Influence de la hauteur d'eau

Le protocole de terrain prévoit un suivi du site des Quatre Salines entre une heure avant l'étalement (PM-1) et 2 heures après (PM+2). Toutefois, quelques sorties ont débuté plus tôt et/ou terminé plus tard. Cela explique que les tranches horaires « inférieur à PM-1 » et « supérieur à PM+2 » comptent quelques observations. Ces données ne sont néanmoins pas incluses dans l'analyse statistique.

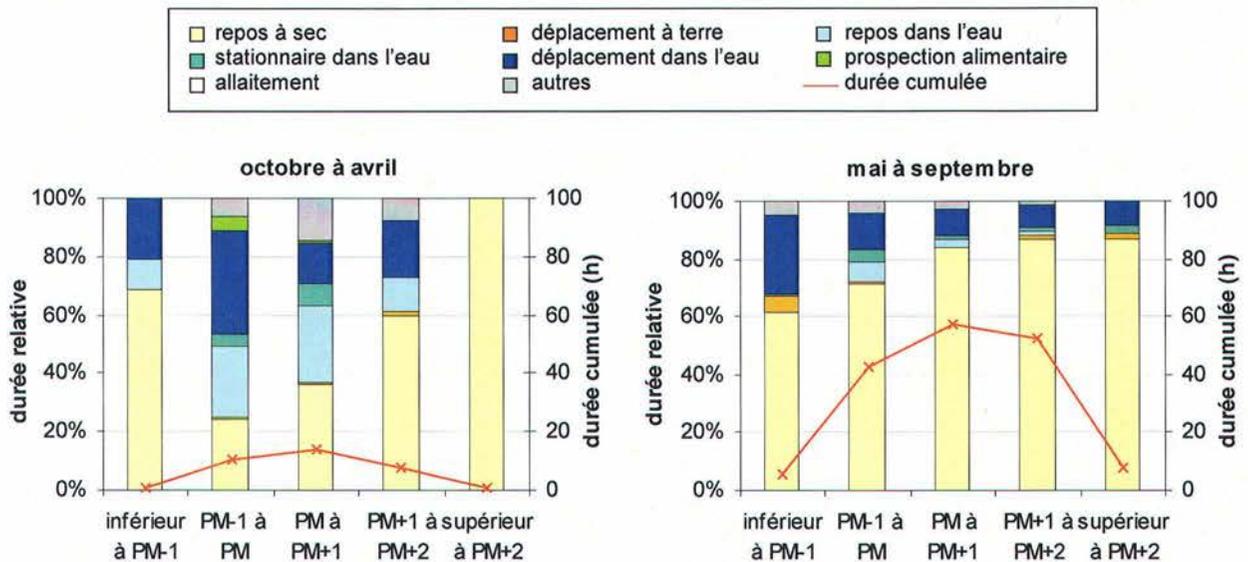
- *Activités principales*

D'octobre à avril, il y a eu 32 sessions de terrain. Les phoques sont peu nombreux à fréquenter le site des Quatre Salines, la durée cumulée des observations d'au moins un individu est donc faible : de 28 minutes à 14 heures (Figure 38). De mai à septembre, sur 63 sorties, la durée d'observation augmente : selon la tranche horaire elle est de 6 à 57 heures.

D'octobre à avril, plus d'une heure avant l'étalement de pleine mer, la durée relative moyenne des activités aquatiques est de 31%. Entre une heure avant et l'étalement, elle est de 65% puis diminue pour les tranches horaires suivantes, 42%, 33% puis 0% avec tous les phoques observés au repos à sec. Les deux créneaux horaires inférieur et supérieur regroupent peu d'observations, rendant les résultats difficiles à généraliser. Toutefois, de PM-1 à PM+2, **la part des activités aquatiques diminue**, en particulier le repos dans l'eau **au profit de l'activité « repos à sec »**. Notons que la prospection alimentaire est observée autour de l'étalement.

Cette tendance se retrouve de mai à septembre, de plus d'une heure avant l'étalement à plus de deux heures après. En effet, le repos à sec représente de 61% en début de session, à plus de 66% après une heure de jusant. C'est particulièrement la **durée relative des déplacements dans l'eau** qui diminue au cours de la marée, passant de 27%, à moins de 10% après l'étalement.

Figure 38 : durée relative moyenne des activités principales par tranche horaire (PM = heure de l'étalement de pleine mer).

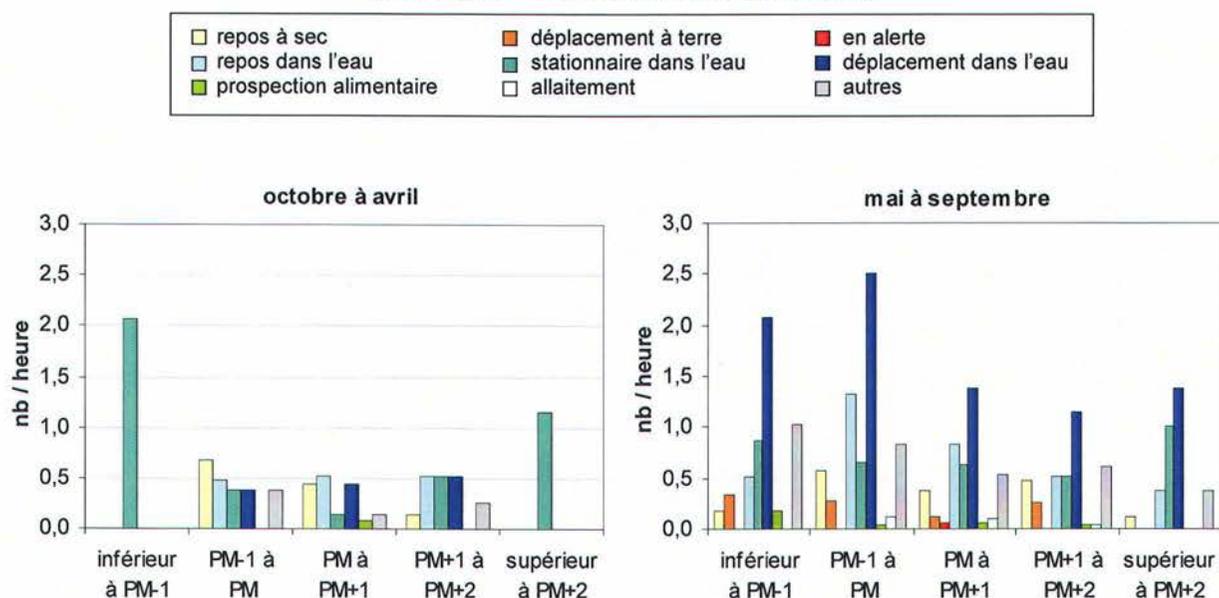


- Activités secondaires

Plus d'une heure avant l'étalement, le nombre d'occurrences par heure est de 2,1 pour la période d'octobre à avril, et ne concerne qu'une activité : « position stationnaire dans l'eau ». Pour la tranche horaire « PM-1 à PM », la **fréquence totale des occurrences observées par heure est de 2,3 puis diminue** à 1,7 puis 2,0 et 1,1. Il s'agit de repos à sec et dans l'eau de déplacements, repos et position stationnaire.

De mai à septembre les activités secondaires sont plus diversifiées et plus fréquentes pour toutes les tranches horaires. Pour le premier intervalle de temps, 7 activités représentent un total de 5,2 occurrences par heure. Là encore, une **augmentation des occurrences est observée avant l'étalement** : de 6,3 par heure à 4,1, puis 3,6 et enfin 3,3. L'activité secondaire qui apparaît le plus souvent est le **déplacement dans l'eau, particulièrement juste avant l'étalement de pleine mer** avec 20% des occurrences de cette tranche horaire. Les autres activités aquatiques sont régulièrement observées. Les activités de la catégorie « autres » sont pratiquées le plus souvent avant l'étalement et leur fréquence diminue avec la marée, passant de 1,0 à 0,4 occurrence par heure. Des **allaitements ont eu lieu entre une heure avant et deux heures après l'étalement** à une fréquence de 0,12 à 0,10 puis 0,04 occurrence par heure pour ces intervalles horaires. La **prospection alimentaire est plus fréquemment observée en début de session** (plus d'une heure avant l'étalement) avec 0,17 observations par heure, la fréquence des occurrences diminue ensuite autour de 0,05 par heure.

Figure 39 : occurrences des activités secondaires par heure d'observation d'au moins un phoque par tranche horaire (PM = heure de l'étalement de pleine mer).



- Analyse statistique

Afin de caractériser d'éventuelles variations du budget d'activité des phoques en fonction de la hauteur d'eau, les durées relatives des activités principales ont été testées pour les intervalles de temps : « PM-1 à PM », « PM à PM+1 » et « PM+1 à PM+2 » pour les périodes d'octobre à avril [A] et de mai à septembre [B] (Figure 38) ; dans les deux cas $k=3$, $n_1=n_2=n_3=7$.

On obtient [A] $H_c=0,47$ et [B] $H_c=0,57$ avec $\chi^2_{crit}=5,99$ (Test de Kruskal-Wallis). Les trois intervalles sont équivalents.

Les durées relatives moyennes des **activités principales ne sont pas significativement différentes selon la hauteur d'eau.**

7.1.4 Discussion

Le comportement des phoques autour de la pleine mer est illustré par les résultats que nous avons obtenus sur le site témoin des Quatre Salines. Des variations dans le budget d'activité ont été mises en évidence selon la saison, ce qui est parfaitement **cohérent avec le cycle biologique du veau-marin.**

D'octobre à avril, **les activités qui ont lieu dans l'eau** totalisent la moitié du temps des activités observées. Cette époque de l'année correspond à une période de **forte mobilité** pour les phoques : déplacements dans et/ou à l'extérieur de la baie, prospection alimentaire (même si peu de captures ont été observées). **Le repos s'effectue souvent dans l'eau**, les animaux dorment sous l'eau et remontent à la surface régulièrement pour respirer. Ils peuvent rester immergés une vingtaine de minutes (Sylvestre, 1998). Les reposoirs terrestres de pleine mer sont peu fréquemment et brièvement utilisés. Les reposoirs de basse mer sont utilisés par un plus grand nombre de phoques (chapitre 4.2.4), le repos à sec, qui reste indispensable aux animaux, semble se faire principalement à ce moment de la marée.

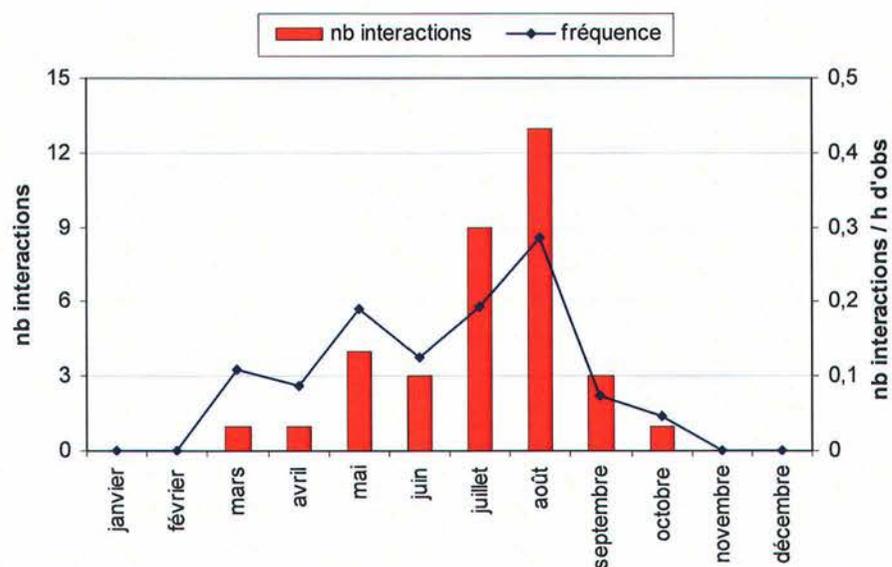
De mai à septembre, le repos à sec prend une place prépondérante dans le budget d'activité des phoques. Avec une fréquentation accrue du site témoin de pleine mer en durée et en nombre d'individus, les activités secondaires sont plus nombreuses et variées qu'en hiver. En parallèle à l'activité principale « repos à sec », celles-ci concernent des activités aquatiques et particulièrement les déplacements. Cela correspond le plus souvent à des trajets de courte durée, lors de l'arrivée des animaux sur le site, ou entre deux repositoires avec les variations du niveau d'eau au cours de la marée. A cette période, les veaux-marins doivent constituer des réserves d'énergie pour accomplir les fonctions de reproduction et de mue. Le milieu aérien présente à ce moment de l'année une température supérieure à celle de l'eau, et est propice à une activité moindre. Lors de certaines sessions d'observation estivales, des groupes ont été observés pendant plus de trois heures sur le même repositoire, immobiles et probablement endormis.

Qu'elle que soit la saison, au moment de la pleine mer, le comportement des phoques ne varie pas en fonction de la hauteur d'eau.

7.2 Interactions avec les activités humaines

Les interactions entre phoques et activités humaines sont caractérisées lors du suivi comportemental à pleine mer sur le site des Quatre Salines et à basse mer dans et autour de la nouvelle zone mytilicole. La fréquence mensuelle d'interaction par heure d'observation est calculée. Ces résultats sont présentés sur la Figure 40. Sur l'ensemble du suivi comportemental, 35 interactions ont été observées. Aucune n'a été observée en janvier, février et novembre. Hormis ces mois, la fréquence d'observation d'une interaction varie selon le mois entre 0,05 (octobre) et 0,28 (août).

Figure 40 : nombre d'interactions observées par mois et fréquence par heure d'observation, à pleine mer et à basse mer.



7.2.1 Activités sources d'interactions

Les

Figure 41 et Figure 42 présentent les activités responsables d'interaction lors des embarquements à basse mer et lors des sorties à pleine mer, ainsi que la proportion du nombre d'unités observées ayant engendré une interaction. Rappelons les différentes catégories d'interaction :

- (+2) approche de l'élément anthropique et mise à sec
- (+1) approche dans l'eau
- (Faible) changement de posture
- (-1) mise en alerte
- (-2) déplacement à terre
- (-3) mise à l'eau / fuite

7.2.1.a Interactions à pleine mer

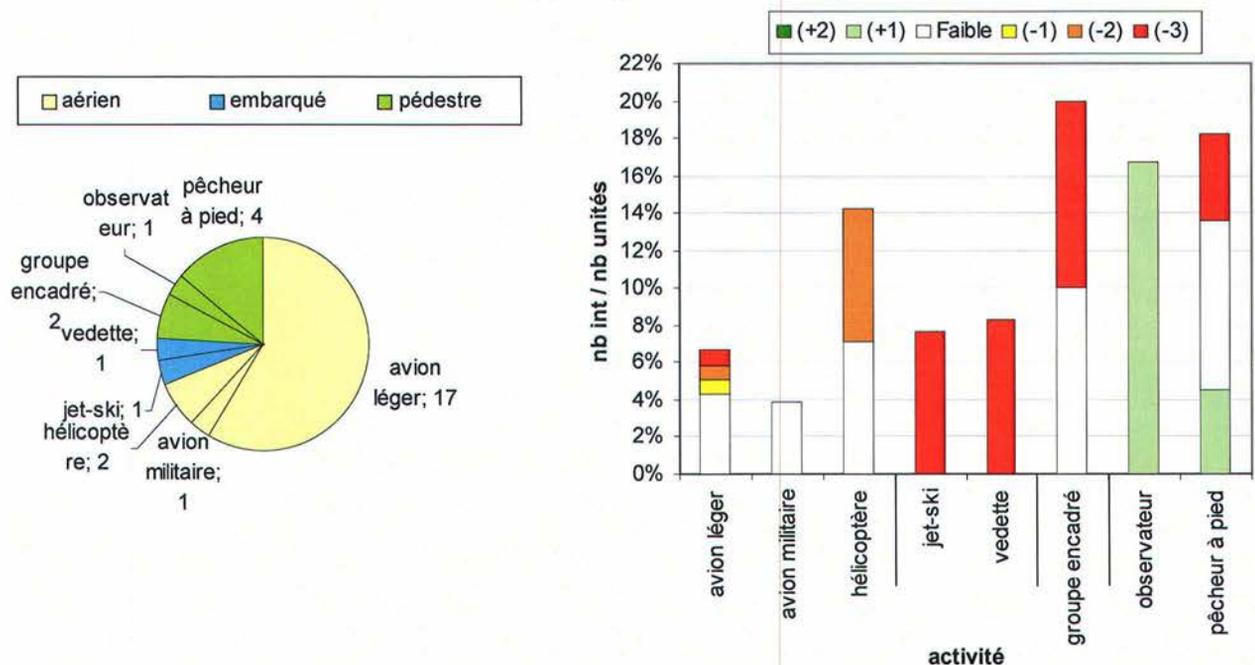
En 95 sessions d'observation à pleine mer, **29 interactions** entre phoques et activités humaines ont été relevées (

Figure 43).

Les interactions observées sont surtout le fait de l'activité aérienne avec un total de 20 perturbations. En particulier, les avions légers de tourisme en comptent 17 dont la majorité était de catégorie (Faible). Au total, 6,64% des engins observés à pleine mer ont déclenché une réaction chez les phoques présents. Les hélicoptères et avions militaires sont moins fréquents au-dessus du secteur. La fréquence d'interaction causée par ces activités est respectivement de 3,85% et 14,29%.

Les activités pédestres sont quant à elles responsables de 7 interactions. Ces usagers étant peu nombreux sur le site des Quatre Saline, la part d'entre eux ayant déclenché une interaction est élevée. Deux interactions sont dues à la présence d'un groupe de promeneurs accompagnés d'un guide, soit 20% des groupes, l'une était de faible ampleur, et la seconde de catégorie (-3). Un seul observateur qui représente 16,67% de cette activité a provoqué une approche d'un groupe de phoques (catégorie +2). Enfin, 18,18% des pêcheurs à pied sont responsable de quatre interactions. Deux de catégorie (Faible), une de catégorie (+1) et une mise à l'eau (-3).

Figure 41 : interactions observées lors du suivi à pleine mer : à gauche, origine des interactions ; à droite, part des unités observées ayant engendré interaction par catégorie.



Un test de χ^2 est appliqué aux fréquences d'interactions pour chaque catégorie d'activité (aérien, embarqué, pédestre). **La part des interactions déclenchées par les activités pédestres est significativement supérieure** à celles des autres catégories ($\chi^2=5,47$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$).

7.2.1.b Interactions à basse mer

En 78 embarquements à basse mer, **six interactions** entre phoques et activités humaines ont été observées (Figure 42) et

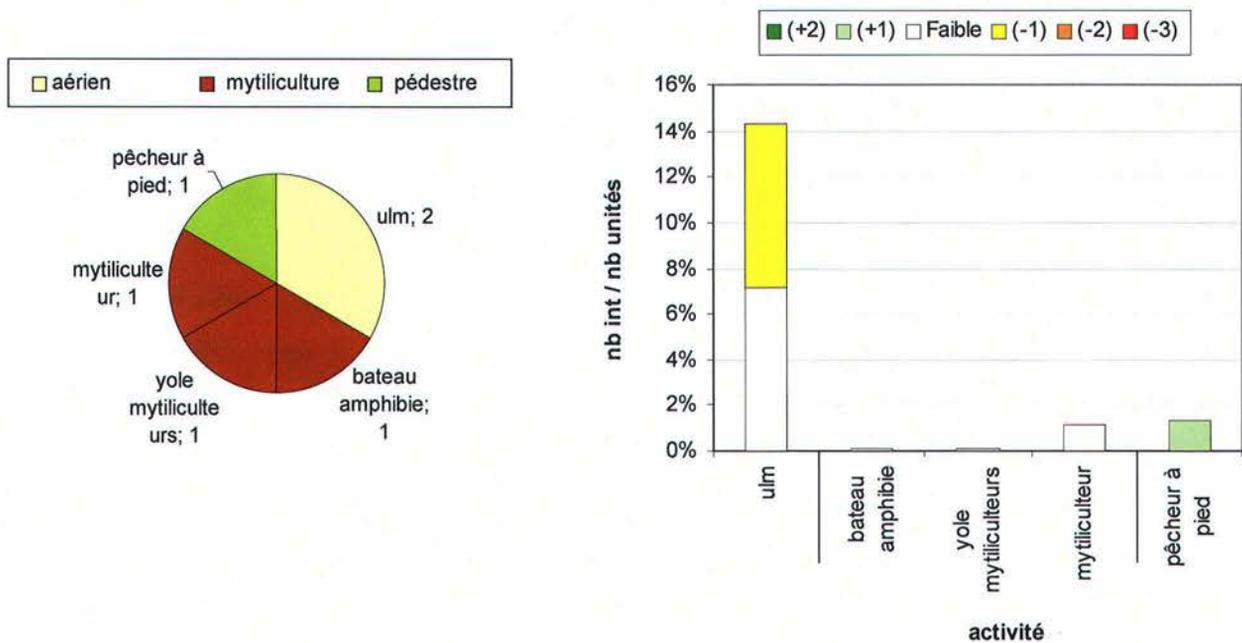
Figure 43).

L'activité mytilicole est responsable de trois d'entre elles, de catégorie (Faible). Au regard du nombre d'embarcations mytilicoles ou de mytiliculteurs à pied sur le secteur, la fréquence d'observation d'une interaction causée par cette activité est très faible avec 0,07% et 0,11% pour les bateaux et yoles et de 1,14% pour les mytiliculteurs débarqués.

A deux reprises, des phoques sur reposoirs visibles depuis la mer ont réagi au passage d'un ULM. L'une des deux a engendré une réaction faible, la seconde une interaction de type (-1). Compte tenu du nombre d'ULM observé, 14,3% des engins observés à marée basse dans ce secteur ont déclenché une interaction.

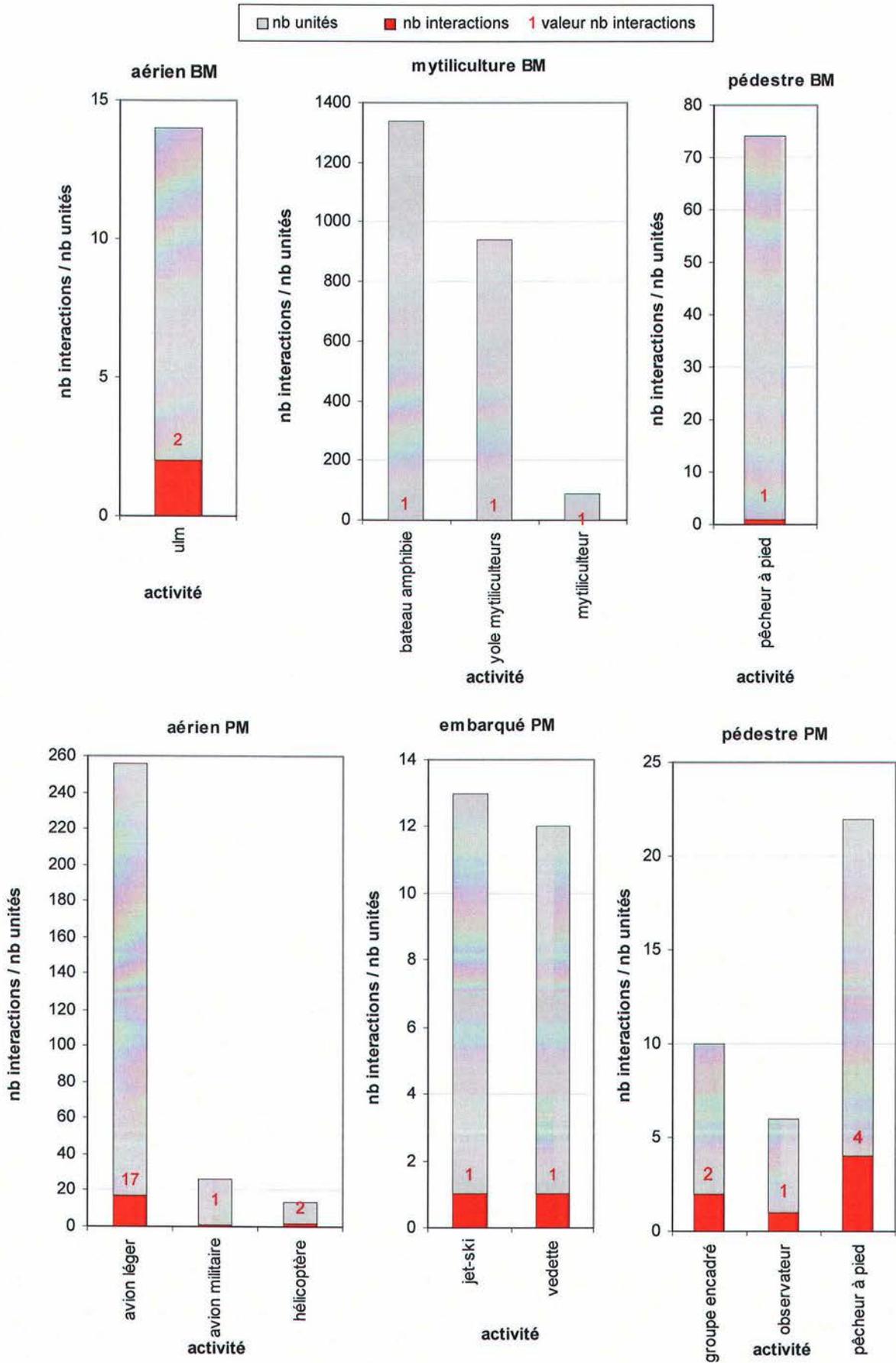
La dernière interaction est le fait d'un pêcheur à pied et est de type (+1), ce qui représente une fréquence de 1,35%.

Figure 42 : interactions observées lors du suivi à basse mer : à gauche, origine des interactions ; à droite, part des unités observées ayant engendré interaction par catégorie.



Un test de χ^2 est appliqué aux fréquences d'interactions pour chaque catégorie activité, puis par activité. La part des interactions déclenchées par les ULM est significativement supérieure à celles des autres activités ($\chi^2=113,07$ pour $\chi^2_{crit}=3,84$).

Figure 43 : Pour chaque catégorie d'activité, nombre relatif d'unités ayant engendré une interaction lors du suivi comportemental à basse mer et à pleine mer (indiqués BM et PM).



7.2.2 Interactions dues à la présence de l'observateur

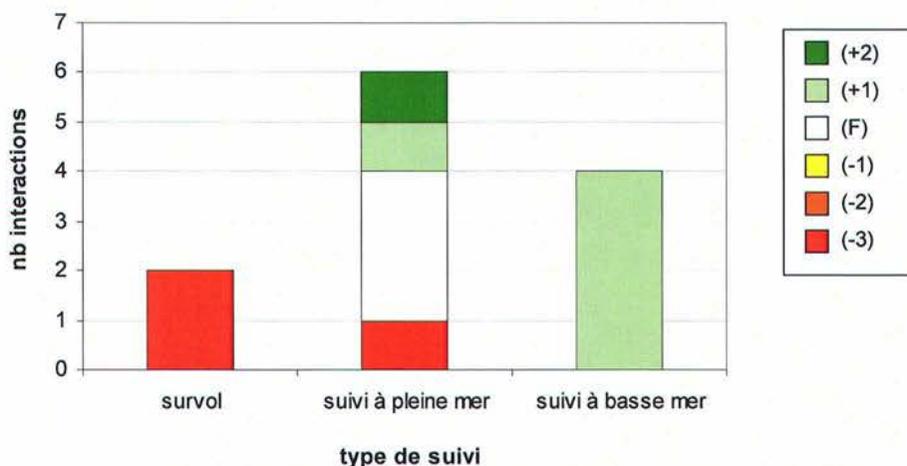
Lors de ses sorties en baie, l'observateur relève les interactions dont il s'estime responsable. Sur les 211 sessions d'observation, **12 interactions lui incombent**. Cela a été le cas deux fois lors des survols, à quatre reprises lors du suivi embarqué à basse mer et à six reprises pour le suivi à pleine mer sur le site des Quatre Salines (Figure 44).

Lors du suivi quantitatif, le passage de l'observateur en ULM, bien qu'à une altitude d'au moins 150 mètres a déclenché deux mises à l'eau. Ces observations démontrent que **l'altitude réglementaire de survol de la baie n'exclut pas toute perturbation** pour les phoques au repos.

Lors du suivi comportemental embarqué, dont le parcours se fait loin des reposoirs, les interactions concernent des animaux en déplacement dans l'eau dans ou autour de la nouvelle zone mytilicole. A chaque fois, elles ont été positives, **l'animal se rapprochant du bateau de l'observateur par curiosité**.

Lors du suivi comportemental sur le site des Quatre Salines, l'observateur maintient une distance supérieure ou égale à 500 mètres des phoques sur reposoirs. Mais il est arrivé que des phoques se rapprochent de l'observateur dans l'eau (catégorie +1) et ayant détecté une présence humaine, sortent même de l'eau pour l'observer (mise à sec, catégorie +2). Ainsi, **deux interactions se sont révélées positives**. Pour trois interactions, l'observateur a été repéré et le ou les phoques concernés ont **changé de posture** pour regarder dans sa direction (catégorie Faible). La dernière interaction est négative, il s'agit de la **mise à l'eau** d'un groupe de phoques qui s'était installé sur un reposoir, à environ 400 mètres de l'observateur, après l'arrivée de celui-ci. Les animaux ont ensuite détecté sa présence et ont fui.

Figure 44 : interactions dues à la présence de l'observateur



Si on met en relation le nombre d'interactions causées par l'observateur avec la durée cumulée d'observation, on obtient une fréquence d'interaction très faible :

- Lors des survols, la fréquence est de 0,101 interaction par heure de suivi.
- Lors des embarquements à basse mer, elle est de 0,015.
- A pleine mer, elle est de 0,022.



Phoque approchant de l'embarcation de l'observateur (interaction +1).

phoques de se déplacer vers l'amont.

Ainsi, la deuxième année, l'observateur a déclenché **seulement trois interactions** : l'une lors d'un embarquement à basse mer et les deux autres pendant les survols.

Nous signalions dans le rapport intermédiaire de l'étude publié en octobre 2005, la volonté de l'observateur d'augmenter de prudence afin d'éviter ces perturbations au cours de l'étude. En particulier, l'attention devait porter sur la détermination des repaires pouvant être utilisés en fonction de la hauteur d'eau prévue au moment de la pleine mer. Rappelons en effet que le suivi débute une heure avant l'étape de marée haute, le niveau d'eau continuant donc de monter et de remplir les chenaux une heure après l'arrivée de l'observateur, permettant aux

7.2.3 Impact sur le comportement des phoques

Lors de chaque interaction, le comportement des phoques est étudié pour les intervalles de temps suivants :

- les 15 minutes précédant l'interaction
- pendant toute la durée de l'interaction
- les 15 minutes suivant l'interaction
- de 15 à 30 minutes après l'interaction

La durée moyenne des activités principales qui ont été relevées est calculée. Pour quelques interactions, des données manquaient pour certains intervalles de temps. Ces résultats ont été écartés de l'analyse ci-dessous. Ainsi, sur les 44 interactions relevées, 35 sont prises en compte (Figure 45).

L'analyse statistique porte sur les activités principales « repos à sec » et « déplacement dans l'eau ». Ce sont donc les durées moyennes consacrées à ces deux activités par la majorité des individus qui sont étudiées.

- « repos à sec »

Pour chaque catégorie d'interaction, les intervalles de temps sont comparés : $k=4$.

Les interactions de catégorie (-3) et (Faible) présentent des différences significatives selon l'intervalle de temps, avec respectivement $Hc=7,82$ et $Hc=22,91$ pour $\chi^2_{crit}=7,81$ (test de Kruskal-Wallis).

Pour les interactions (-3), la durée moyenne consacrée par la majorité du groupe de phoques au repos à sec diminue fortement pendant l'interaction passant de 91% pour les 15 minutes avant à 17%. Ensuite, cette part augmente progressivement jusqu'à 65% pour le troisième intervalle, puis atteint 78% de la période de 15 à 30 minutes après la fin de l'interaction.

Pour les interactions (Faible), le repos à sec représente l'activité principale pendant 93% du premier intervalle de 15 minutes, puis diminue à 83% pendant l'interaction. Cette part continue légèrement à

diminuer ensuite avec une valeur moyenne de 80%. Entre 15 et 30 minutes après l'interaction, elle remonte à 89%.

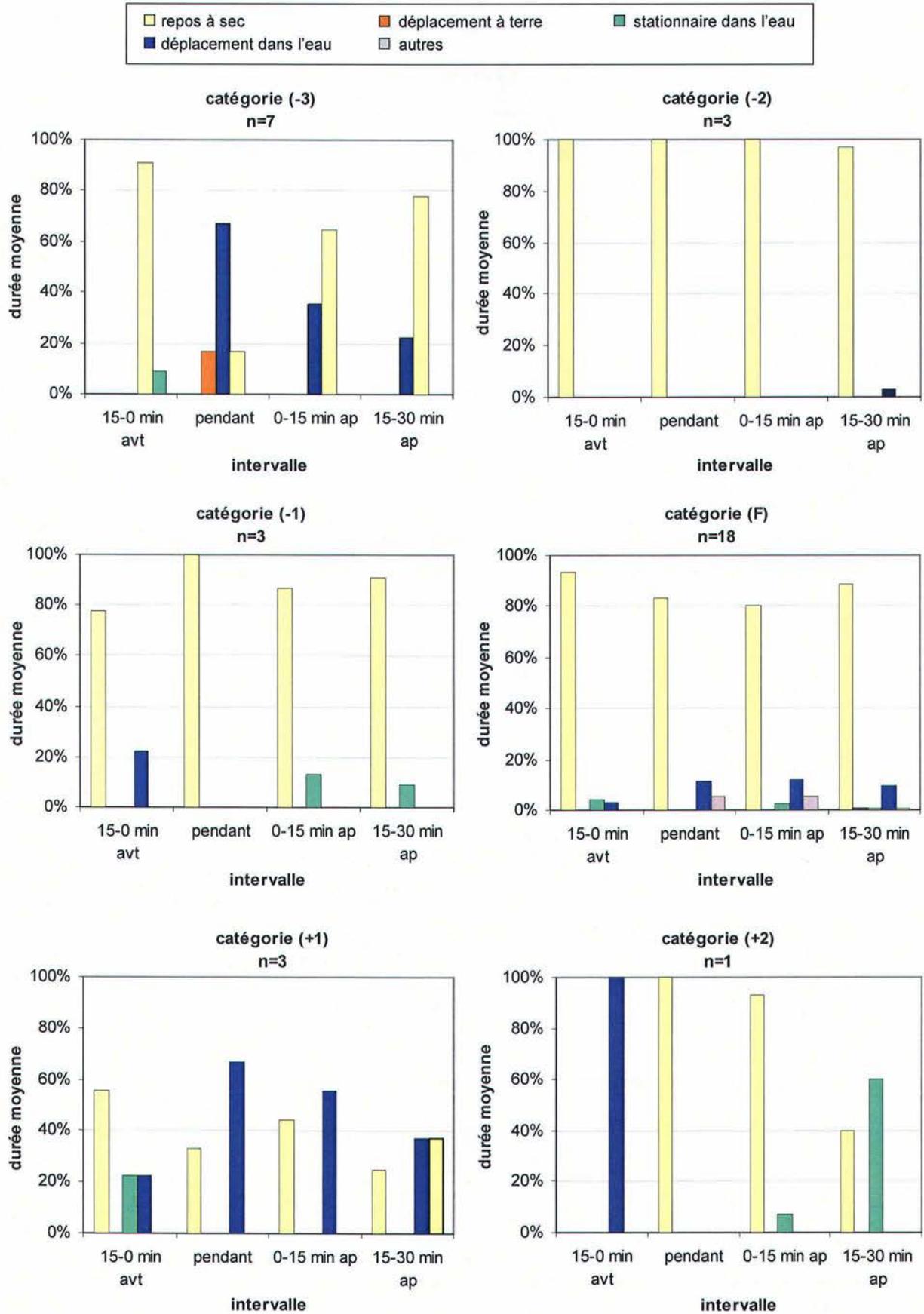
- « déplacement dans l'eau »

Le même test est réalisé pour le déplacement dans l'eau : $k=4$.

Les interactions de catégorie (-3) présentent des différences significatives selon l'intervalle de temps, avec $H_c=7,82$ pour $\chi^2_{crit}=7,81$ (test de *Kruskal-Wallis*).

Alors que le déplacement dans l'eau n'a jamais été l'activité principale pendant les 15 minutes précédant une interaction, pendant la durée de l'interaction, cette activité devient majoritaire et représente en moyenne 67% du temps. Après l'interaction, la part moyenne du déplacement dans l'eau diminue à 35% et jusqu'à 22% pour le dernier intervalle.

Figure 45 : pour chaque catégorie d'interaction, répartition des activités principales en part moyenne de chaque intervalle : de 15 à 0 minutes avant, pendant, de 0 à 15 minutes après et de 15 à 30 minutes après interaction.



7.2.4 Discussion

Les interactions sont plus fréquentes de mai à août, ce qui correspond à la période où les phoques utilisent beaucoup les reposoirs terrestres, et à une utilisation accrue de la baie par les activités récréatives. C'est également la période la plus critique pour les phoques : des perturbations répétées du repos à sec nuisent à la constitution de réserves énergétiques nécessaires à la saison de reproduction et de mue. De plus, des mises à l'eau de femelles suitées peuvent avoir de lourdes conséquences sur le succès de la reproduction. Non seulement elles réduisent le temps consacré à l'allaitement et au repos, mais les jeunes ne suivant pas toujours leur mère, ils peuvent se dénutrir rapidement. Les dérangements liés aux activités humaines, notamment récréatives, sont effectivement mis en cause dans l'augmentation de la mortalité précoce des jeunes (Allen *et al.*, 1984)

Bien qu'il existe un gradient de la présence humaine de la terre vers la mer, avec une pression forte à basse mer aux alentours de la nouvelle zone mytilicole, les interactions sont peu nombreuses et peu intenses en mer. C'est lors du repos à terre que les phoques sont les plus vulnérables. Dans l'eau, les individus sont plutôt solitaires. À l'échelle de la colonie, la perturbation d'un seul animal n'a pas le même impact que le dérangement d'un groupe de phoques à sec. En mer la fuite est plus aisée et certains

FICHE n°3 : Comportement des phoques et interactions

Comportement des phoques à pleine mer

- Il y a de fortes variations saisonnières dans les budgets d'activité des phoques avec une prédominance des activités sur reposoirs de mai à septembre et des activités aquatiques d'octobre à avril.

Interactions à basse mer

- Les interactions sont peu nombreuses et peu intenses.
- L'activité mytilicole est responsable de certaines interactions, mais très rarement compte tenu de la présence de la profession.
- La proportion d'ULM observés ayant déclenché une interaction est significative.

Interactions à pleine mer

- Les interactions sont plus nombreuses et plus fortes.
- Les activités aériennes sont responsables de la majorité d'entre elles.
- La proportion des activités pédestres observées ayant déclenché une interaction est significative.

Impact sur le comportement des phoques

- En cas de mise à l'eau d'un ou plusieurs phoques, la majorité des individus présents passent moins de temps sur les reposoirs pendant et après la perturbation et se déplacent plus dans l'eau.
- Le comportement des phoques ne redevient pas équivalent à ce qu'il était avant l'interaction dans les 30 minutes qui suivent.

8 Participation des usagers

8.1 Mytiliculteurs

Parmi les fiches d'observation remises **aux mytiliculteurs**, 25 ont été restituées. Celles-ci sont datées du 4 avril 2004 au 5 octobre 2006. A chaque fois, un à neuf phoques ont été vus dans les bouchots de la nouvelle zone mytilicole. Les comportements qui ont été observés sont :

Comportement groupe	Compte
non renseigné	1
déplacement dans l'eau	14
repos dans l'eau	2
stationnaire dans l'eau	8

Tableau 12 : comportements des phoques observés par les mytiliculteurs.

Une seule interaction de catégorie (+1) a été rapportée, un phoque s'étant approché à une dizaine de mètres du bateau mytilicole. Les autres fiches ne font état d'aucun changement de comportement en présence des mytiliculteurs.

8.2 Autres usagers

Des usagers fréquentant la baie ont rempli 10 fiches, du 30 juillet 2004 au 22 juin 2006. 4 font état d'une interaction faible (changement de posture), dont 3 sont dues à la présence de l'utilisateur lui-même et une au survol à basse altitude de la zone par deux ULM.

8.3 Guides de la Maison de la Baie

Enfin, au cours de ses balades pédestres, le **personnel de la Maison de la Baie** du Vivier-sur-Mer a également rempli 46 fiches entre le 30 juillet 2004 et le 1^{er} octobre 2006. Celles-ci ont permis d'apporter des informations complémentaires sur l'utilisation de l'espace par les phoques mais aussi de décrire des interactions avec des activités humaines. Par souci de transparence, mais également pour remettre en cause ses activités et les améliorer à l'avenir, ces fiches font également état des interactions causées par la présence des groupes provenant de la Maison de la Baie du Vivier-sur-Mer (Figure 46).

Ces fiches décrivent 25 interactions entre des activités humaines et des phoques. 17 sont dues à la présence du **groupe de promeneurs de la Maison de la Baie**.



Hélicoptère de la sécurité civile

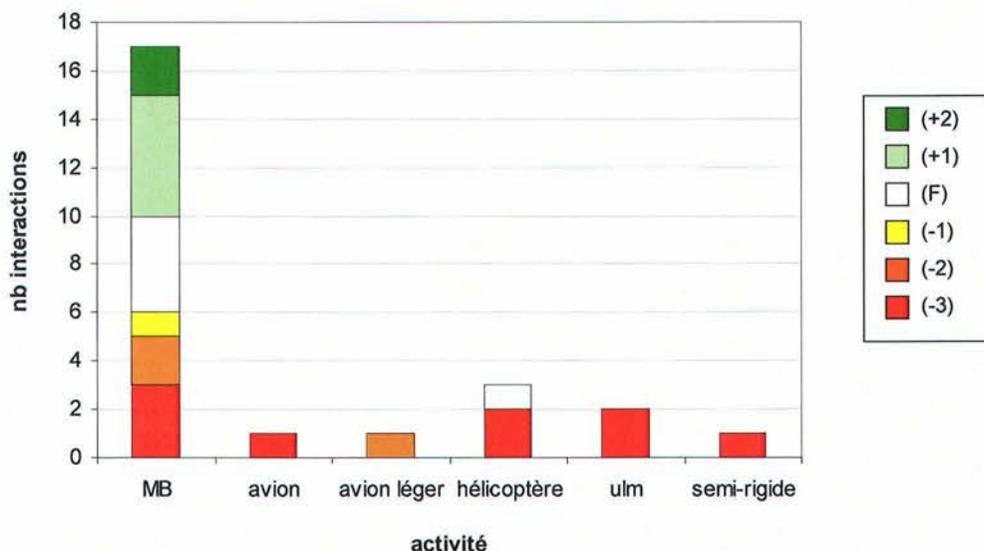
Parmi celles-là, 7 sont positives (phoques s'approchant du groupe par curiosité : catégorie +1) et 4 sont faibles (phoques changeant de posture ou arrêtant leur déplacement en apercevant le groupe). Les 6 dernières ont été négatives, dont 3 ont provoqué la mise à l'eau d'un ou plusieurs phoques (catégorie -3). Pour minimiser ces interactions, l'équipe de la Maison de la Baie a pris compte la localisation des reposoirs et l'utilisation de l'espace par les phoques qui sont mieux connues grâce à l'étude. Ainsi entre septembre 2005 et octobre 2006, seulement 4 interactions liées aux activités

pédestres de la Maison de la Baie ont eu lieu : 1 de catégorie (+2), 2 de catégorie (+1) et 1 de catégorie (-3).

En ce qui concerne les autres activités mises en cause, il apparaît que **l'activité aérienne a été responsable de 8 interactions**. En plus de deux interactions faibles, une fuite à terre (catégorie -2) et cinq mises à l'eau (catégorie -3) ont été déclenchées par des engins aériens. Ces observations confirment la possibilité de dérangement liée à une activité aérienne intense dans la baie, en particulier par des ULM. Les hélicoptères en jeu sont ceux de la sécurité civile qui patrouillent en baie pour prévenir les noyades, il semble nécessaire d'informer ce service des zones fréquentées par les phoques afin d'éviter des vols à basse altitude lorsque cela n'est pas indispensable.

Enfin la dernière interaction a été observée sur le secteur des Quatre Salines, très fréquenté par les phoques à pleine mer. Il s'agit d'une mise à l'eau a été causée par le **passage d'un pneumatique semi-rigide en pêche dans le Couesnon**, le long des bancs de sable utilisés par les phoques.

Figure 46 : interactions observées par les guides de la Maison de la Baie ; MB : groupe provenant de la Maison de la Baie.

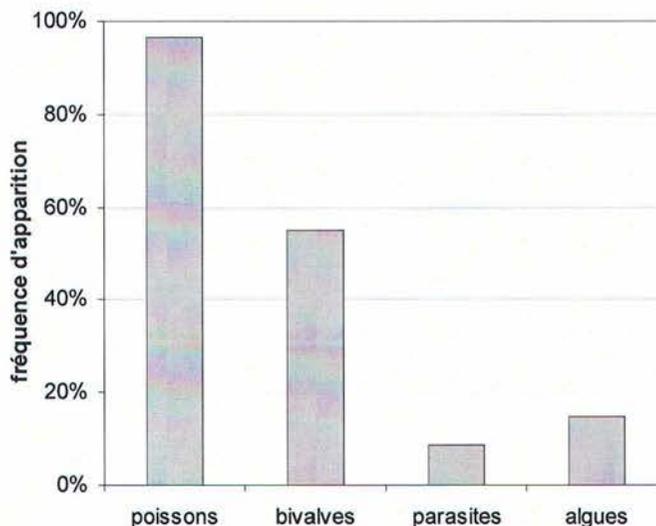


9 Régime alimentaire

Entre juillet 2004 et septembre 2005, 28 fèces (2255 grammes) ont été collectées sur les repositoires de pleine mer du site des Quatre Salines. L'analyse de ces échantillons a été réalisée par le Laboratoire d'Etude des Mammifères Marins d'Océanopolis à Brest.

Des restes de proies ont été retrouvés dans chaque fèces, notamment des restes de poissons. Les fréquences d'apparition des différents groupes retrouvés ont été calculées (Figure 47).

Figure 47 : fréquence d'apparition des différents groupes retrouvés dans les fèces



Des restes de poissons ont été retrouvés dans 96% des fèces analysées. Des restes de bivalves ont également été observés dans 55% des échantillons. Il s'agit très probablement de proies secondaires,

c'est-à-dire des débris de bivalves digérés par les poissons, eux-mêmes consommés par les phoques. Enfin, peu de parasites et de restes d'algues ont été retrouvés (moins de 15%).

Sur 28 échantillons, beaucoup de restes de poissons (arêtes, écailles, yeux...) ont été retrouvés. Seulement cinq contenaient des otolithes de la famille des Mullidae. Leur état usé n'a pas toujours permis la détermination spécifique. Seule une espèce correspondant à un individu a pu être identifiée : il s'agit du mullet porc *Mugil capito* (Madjar, 2005).

En raison du manque de données, aucun modèle mathématique n'a pu être appliqué pour connaître en détails la place du phoque dans la chaîne alimentaire. Mais il apparaît que **les poissons représentent le principal type de proies** consommé par le phoque en baie du Mont Saint-Michel.

Discu

Parasites

On estime qu'un phoque veau-marin peut absorber selon sa taille de 1 à 3 kg de nourriture par jour. En captivité la quantité de poisson ingurgitée correspond à 4 à 5% du poids corporel (Boulva & McLaren, 1980).

Références bibliographiques

- ALTMANN, J., 1974. Observational study of behavior : sampling methods. *Behaviour*, 49. 227-267.
- ALLEN, S. G., AINLEY D. G., PAGE, G. W. & RIBIC, C. A., 1984. The effect of disturbance on harbor seal haul out patterns at Bolinas Lagoon, California. *Fishery Bulletin* : vol. 82, no. 3. 493-500.
- BEKKBY, T. & BJØRGE, A., 2000. Diving behaviour of harbour seal *Phoca vitulina* pups from nursing to independent feeding. *Journal of Sea Research*, 44. 267-275.
- BONNER, W. N. & WITTHAMES, S. R., 1974. Dispersal of Common seals (*Phoca vitulina*), tagged in the Wash, East Anglia. *Journal of Zoology, London*, 174. 528-530.
- BONESS, D. J., BOWEN, D., IVERSON, S. J. & OFTEDAL, O. T., 1992. Influence of storms and maternal size on mother-pup separations and fostering in the harbour seal, *Phoca vitulina*. *Canadian Journal of Zoology*, 70. 1640-1644.
- BOULVA, J. & MCLAREN, I. A., 1980. Biology of the common seals, *Phoca vitulina*, in Eastern Canada. . *Bulletin of Fisheries Research Board, Canada*. 1-28.
- CASSINI, M. H., 2001. Behavioural responses of South American fur seals to approach by tourists – a brief report. *Applied Animal Behaviour Science*, 71. 341-346.
- CWSS, 2003. Management of North Sea Harbour and Grey Seal Populations. Proceeding of the International Symposium at EcoMare, Texel, The Netherlands, November 29-30, 2002. Wadden Sea Ecosystem n° 17. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- DE LA TORRE, S., SNOWDON, C. T. & BEJARANO, M., 2000. Effects of human activities on wild pygmy marmosets in Ecuadorian Amazonia. *Biological Conservation*, 94. 153-163.
- DI TRANI, C. M. P., 1995. Observations éthologiques sur la reproduction du Phoque veau-marin (*Phoca vitulina* L.) en Baie de Somme. *Arvicola* : Tome VII, n°2. 13-14.
- DI TRANI, C. M. P., 1995. Naissance de deux phoques veaux-marins (*Phoca vitulina* L.) en Baie de Somme, Picardie – France. *Arvicola* : Tome VII, n°2. 14-15.
- DUCHESNE, M., COTE, S. D. & BARRETTE, C., 2000. Responses of woodland caribou to winter ecotourism in the Charlevoix Biosphere Reserve, Canada. *Biological Conservation*, 96. 311-317.
- ELDER, J.-F., 2006. Le phoque veau-marin (*Phoca vitulina*, Linné, 1758) [Pinnipedia, Phocidae] en baie des Veys (Manche, France). *Bulletin de la Société Linéenne de Normandie*, 119. 113-120.
- GROUPE MAMMALOGIQUE NORMAND, 2000. Enrichissement des données concernant les mammifères marins : les phoques veaux-marins. Projet de « Rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel », études en environnement – Volume 7. 61 pp.
- HÄRKÖNEN, T. J., 1987. Seasonal and regional variations in the feeding habits of the harbour seal, *Phoca vitulina*, in the Skagerrak and the Kattegat. *Journal of Zoology (London)* - 213. 535-543.
- HÄRKÖNEN, T. & HARDING, K. C., 2001. Spatial structure of harbour seal populations and the implications thereof. *Canadian Journal of Zoology*, 79. 2115-2127.
- HORYNIECKI, V., 2006. L'impact du kite-surf sur la végétation des lagunes languedociennes, Parc Naturel Régional de la Narbonnaise. Groupe de travail inter-réseau Réserves Naturelles de France, Fédération des

- Parcs Naturels Régionaux, Parcs Nationaux de France, Conservatoire du Littoral, Office National des Forêts et Ministère Jeunesse et Sports, p 39-46.
- KOVACS, K. M. & INNES, S., 1990. The Impact of tourism on Harp Seals (*Phoca Groenlandica*) in the Gulf of St. Lawrence, Canada. *Applied Animal Behaviour Science*, 26. 15-26.
- LELLI, B. & HARRIS, D. E., 2001. Human disturbances affect harbor seal haul-out behaviour : Can the law protect these seals from boaters? *Macalester Environmental Review*. 1-16.
- LEMON, M., LYNCH, T. P., CATO, D. H. & HARCOURT, R. G., 2006. Response of travelling bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) to experimental approaches by a powerboat in Jervis Bay, New South Wales, Australia. *Biological Conservation*, 127. 363-372.
- MADJAR, C., 2005. Etude des relations trophiques du phoque gris (*Halichoerus grypus*) de l'archipel de Molène et du phoque veau marin (*Phoca vitulina*) de la baie du Mont-Saint-Michel. Rapport de Master aMIV spécialité professionnelle oMIV. Université Claude Bernard – Lyon 1. 35 pp.
- NORDSTROM, C. A., 2002. Haul-out selection by pacific harbour seals (*Phoca vitulina richardii*) : isolation and perceived predation risk. *Marine Mammal Science*, 18 (1). 194-205.
- REIJNDERS, P. J. H., 1986. Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. *Nature* : vol. 324. 456-457.
- PICARDIE NATURE, 2005. Suivi et protection de la colonie de phoques de la Baie de Somme. Bilan d'activités 2004. 67 pp.
- RENOUF, D., GABORKO, L., GALWAY, G. & FINLAYSON, R., 1981. The effect of disturbance on the daily movements of harbour seals and grey seals between the sea and their hauling grounds at Miquelon. *Applied Animal Ethology*, 7. 373-379.
- RIDOUX, V., 1997. Les veaux-marins en baie du Mont Saint-Michel. *Penn ar Bed : Mammifères marins en Bretagne*. 88-93.
- RIDOUX, V., LIRET, C., CRETON, P. & HASSANI, S., 2000. Etudes et conservation des mammifères marins de Bretagne. *Les cahiers naturalistes de Bretagne, Région Bretagne*. 144 pp.
- ROBINEAU, D., 2004. Phoques de France. *Faune de France 88*. Fédération Française des Sociétés de sciences Naturelles. 67-82.
- SCHERRER, B., 1984. *Biostatistique*. Gaëtan Morin ed. 853 pp.
- SEPNB, 1983. Le phoque gris en France : Exigences de l'espèce et sites favorables à la reproduction. Ministère de l'Environnement, Muséum National d'Histoire Naturelle. 144 pp.
- SULLIVAN, R. M., 1980. Seasonal occurrence and haul-out use in pinnipeds along Humboldt County, California. *Journal of Mammalogy* : vol. 61, n°4. 754-760.
- SYLVESTRE, J.-P., 1998. *Guide des Mammifères Marins du Canada*. Ed. Broquet. 212-216.
- TERHUNE, J. M. & BRILLANT, S. W., 1996. Harbour seal vigilance decreases over time since haul out. *Animal Behaviour*, 51. 757-763.

THOMPSON, P. M., 1989. Seasonal changes in the distribution and composition of common seal (*Phoca vitulina*) haul-out groups. *Journal of Zoology*, London, 217. 281-294.

THOMPSON, P. M. & HARWOOD, J., 1990. Methods for estimating the population size of common seals, *Phoca vitulina*. *Journal of applied Ecology*, 27. 924-938.

THOMPSON, P. M., KOVACS, K. M. & MCCONNELL, B. J., 1994. Natal dispersal of harbour seals (*Phoca vitulina*) from breeding sites in Orkney, Scotland.

TRIPLET, P., 2004. Note sur le jet-ski en Baie de Somme et sur l'ensemble de la Côte Picarde. Association Picardie Nature. 11 pp.

THOMPSON, P. M., TOLLIT, D. J., WOOD, D., CORPE, H. M., HAMMOND, P. S. & MACKAY, A., 1997. Estimating harbour seal abundance and status in an estuarine habitat in north-east Scotland. *Journal of Applied Ecology*, 34. 43-52.

UNIVERSITE DE RENNES – UMR 6553 Laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés, 1999.

Projet de « Rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel », études en environnement – Volume 4a. 96 pp.

WANDREY, R., 1999. Guide des mammifères marins du monde. Ed Delachaux et Niestlé. 237-239.

REMERCIEMENTS

A l'équipe du Laboratoire d'Etude des Mammifères Marins d'Océanopolis à Brest pour son soutien technique et scientifique et pour sa constante sympathie.

A Patrick Le Mao, du Laboratoire IFREMER de Saint-Malo pour ses conseils.

A Daniel Gerla, du Laboratoire IFREMER de Saint-Malo pour le travail de cartographie.

Aux membres du Comité de Suivi de l'étude, notamment à ceux qui ont collaboré aux sessions de terrain : Annick Araujo, Véronique Bourgeois, Guy Bouvier, Sylvie Gautier, Lionel Houlier, Françoise Le Ber et Marie-Ange Lilien de l'association Bretagne Vivante, Gaël Evrard et David Tannoux de la Fédération Départementale des Chasseurs d'Ille-et-Vilaine, ainsi qu'à Thierry Robin du Conseil Général d'Ille-et-Vilaine.

Aux membres du personnel de la Maison de la Baie qui ont également participé au suivi, Yannick Daniel, Jean-Michel Lair, Laurette Legault, Manuel Lesacher et Nathalie Mallier. A Ronan Bourdais, stagiaire à la Maison de la Baie pour son aide pendant l'été 2004.

Aux mytiliculteurs pour les embarquements vers le « Super-Est » : Dimitri Barataud, André Busson et Stéphane Hesry. Aux pilotes de l'association Al Lark pour les embarquements depuis Cancale : Yohann Avice et Gaël Gautier. Enfin, aux pilotes ULM et avion pour les survols : Didier Hulin, Gérard Nourry et Yves Turquetil.

ANNEXES

ANNEXE I : CADASTRE CONCHYLICOLE (SOURCE : DDAM)

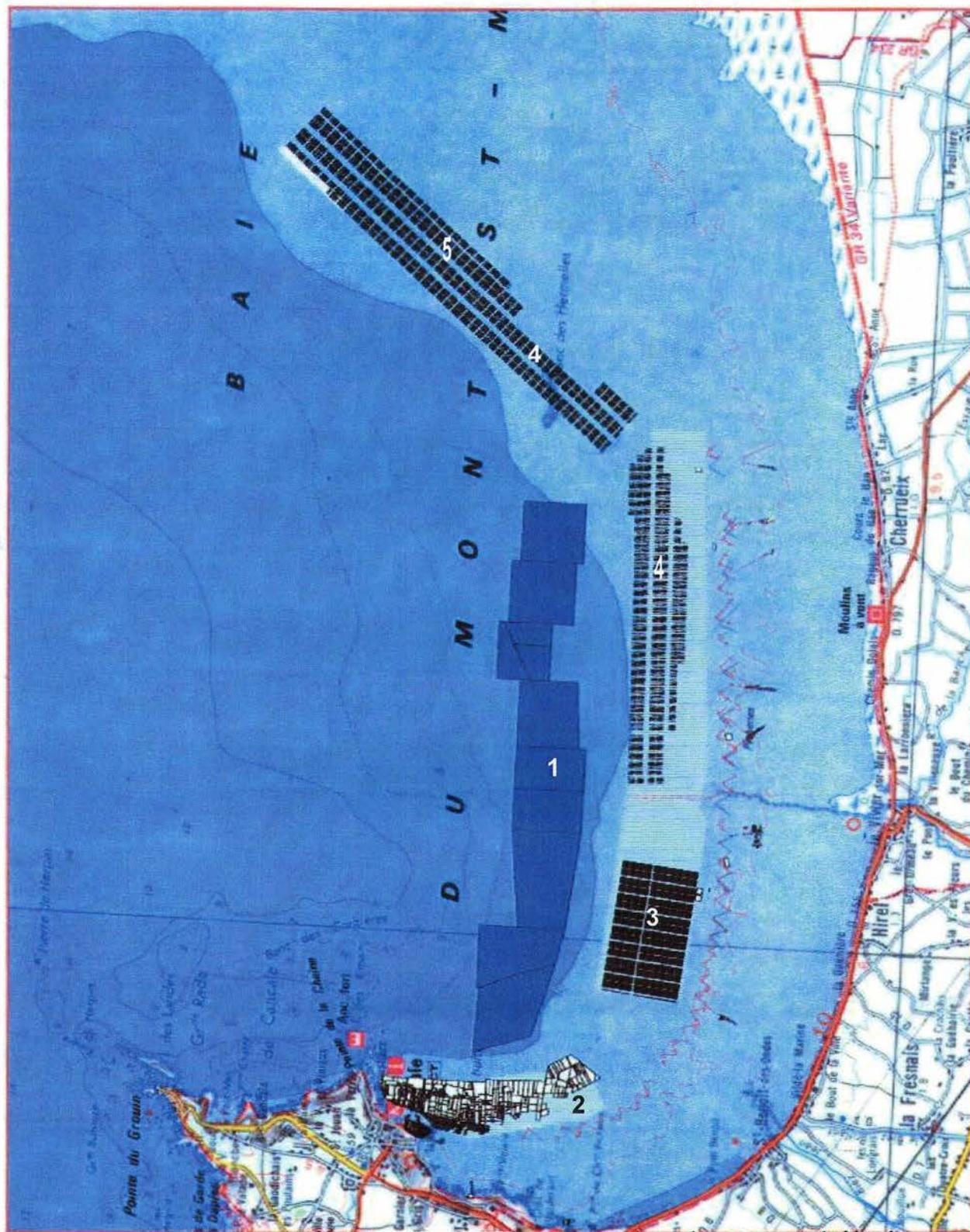
ANNEXE II : FICHES D'OBSERVATION

- Fiche de description des conditions d'observation
- Fiche de description du comportement des phoques
- Fiche de description des interactions activités humaines / phoques
- Fiche d'observation remise aux mytiliculteurs (recto et verso)
- Notice remise avec la fiche d'observation aux mytiliculteurs et aux usagers
- Recto de la fiche d'observation remise aux usagers et au personnel de la Maison de la Baie
- Verso de la fiche d'observation remise aux usagers et au personnel de la Maison de la Baie

ANNEXE III : TESTS STATISTIQUES

ANNEXE IV : INDEX DES ACTIVITES HUMAINES

ANNEXE I : CADASTRE CONCHYLICOLE (SOURCE : DDAM)



Ministère de l'Équipement des Transports du Logement et de la Mer



Direction Départementale des Affaires Maritimes d'Ille-et-Vilaine

Service des Affaires Économiques
Bureau Cultures Marines

- 1 : zone ostréicole (huîtres plates)
- 2 : zone ostréicole (huîtres creuses)
- 3 : nouvelle zone ostréicole / ancienne zone mytilicole
- 4 : zone mytilicole
- 5 : nouvelle zone mytilicole

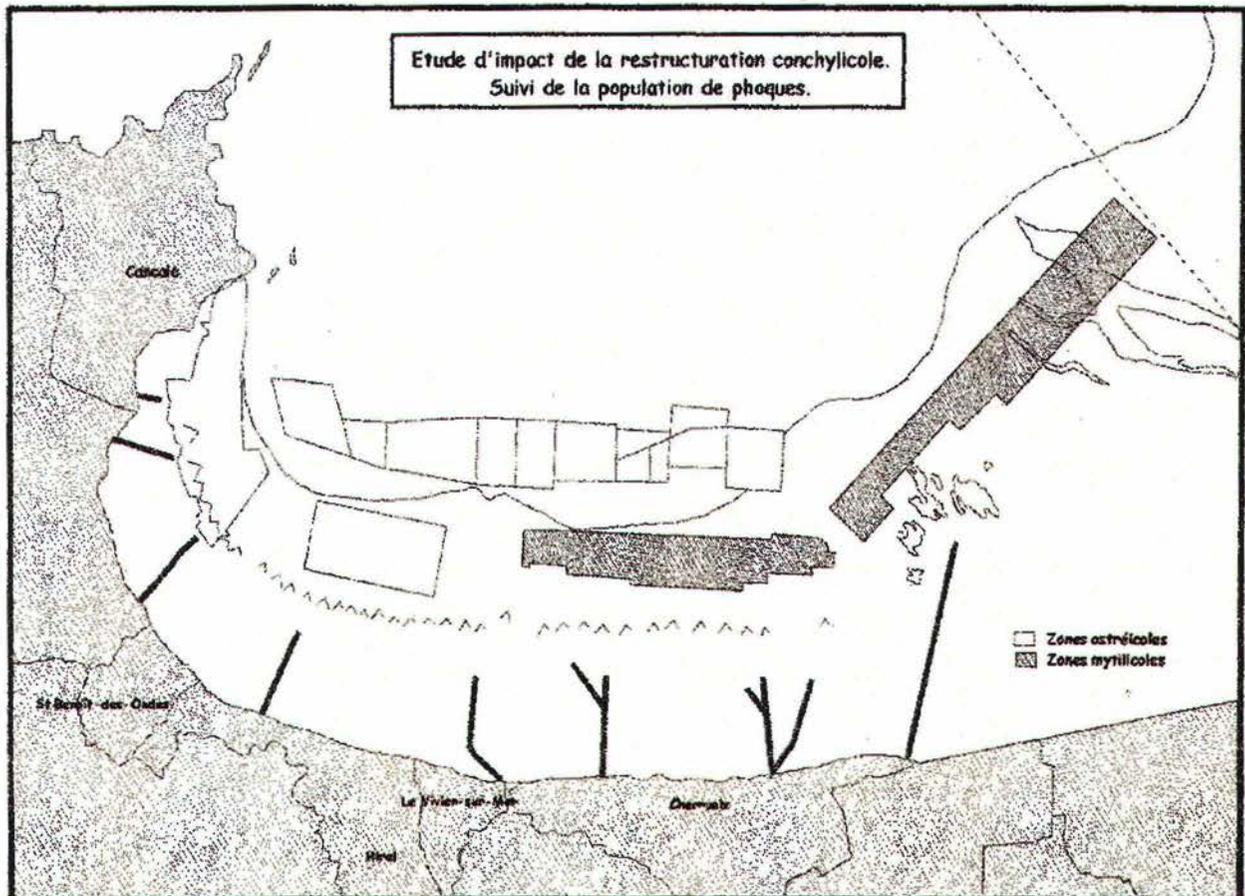
ANNEXE II : FICHES D'OBSERVATION

Fiche de description des conditions d'observation

Conditions d'observations	
<u>Date</u> / /	
<u>Observateurs</u>	
<u>Type de suivi</u>	<input type="checkbox"/> suivi PM <input type="checkbox"/> suivi BM mytiliculteurs (yole/bateau)
	<input type="checkbox"/> comptage ulm <input type="checkbox"/> suivi BM zodiac
<u>Temps d'observation</u>	Heure arrivée : Heure départ : Durée (min) :
<u>Observation phoques</u>	Heure de début : Heure de fin : <input type="checkbox"/> Perdu(s) de vue
	<input type="checkbox"/> Fin volontaire de l'obs
<u>Météo</u>	
Etat du ciel :	Etat de la mer :
Direction du vent :	Force du vent (Beaufort) :
Visibilité :	T° ext :
<u>Marée</u>	
Heure de l'étale (St Malo) PM/BM :	
Coefficient :	Hauteur d'eau max/min :

Fiche d'observation remise aux mytiliculteurs (recto et verso)

 Maison de la baie du Mont Saint-Michel <i>Le Vivier-sur-Mer</i>				
ETUDE D'IMPACT DE LA RESTRUCTURATION CONCHYLICOLE - SUIVI DE LA POPULATION DE PHOQUES				
Nom de l'observateur : Date de la sortie :		Conditions de marée Coefficient : Hauteur : Heure (PM - BM) :		
Conditions Météorologiques Etat du Ciel : <input type="checkbox"/> Ensoleillé <input type="checkbox"/> Nuageux <input type="checkbox"/> Nuages + éclaircies <input type="checkbox"/> Orageux <input type="checkbox"/> Pluvieux <input type="checkbox"/> Brouillard Vent : Force (Beaufort) : Orientation : Température : °C Visibilité : <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Très mauvaise				
N° de l'obs.	Heure (+ durée)	Espèce (VM pour veau-marin et G pour phoque gris)	Nombre	Observations (comportements, déplacements, distance minimale d'observation)





Maison de la baie du Mont Saint-Michel
Le Vivier-sur-mer



NOTE D'UTILISATION DE LA FICHE D'OBSERVATION

Utiliser une fiche par sortie. Pour chaque sortie, préciser, *si possible*, les conditions météorologiques et de marée.

Localiser l'observation par un numéro sur la carte. Si le phoque est dans les bouchots, indiquer en quelle ligne. Reporter le numéro dans le tableau en précisant :

- l'heure d'observation,
- l'espèce observée (phoque veau-marin ou phoque gris),
- Le nombre d'individus observés,
- Les observations constatées (par exemple : « alimentation (poisson dans la gueule) », « individu au repos », « tentative de morsure entre deux individus », « fuite », « mise à l'eau », « dérangement par avion, promeneurs, bateau etc. ».)

Comment différencier un phoque gris d'un phoque veau-marin ?

LE PHOQUE GRIS



- **Museau allongé**
- **Petits yeux noirs**
- Corps allongé
- De 1 à 2,5 mètres
- 250 kg pour le mâle adulte

LE PHOQUE VEAU-MARIN



- **Museau court, « petite tête de chat »**
- **Gros yeux noirs ronds**
- Corps arrondi
- De 1 à 1,7 mètres
- 105 kg pour le mâle adulte

La taille et la couleur de la robe ne permettent pas toujours de différencier un phoque gris d'un phoque veau-marin. **Regardez plutôt la forme de la tête et la taille des yeux.**

Les phoques adultes se nourrissent de céphalopodes et de poissons (mulets etc.). Les jeunes se nourrissent de crevettes et de petits crustacés.

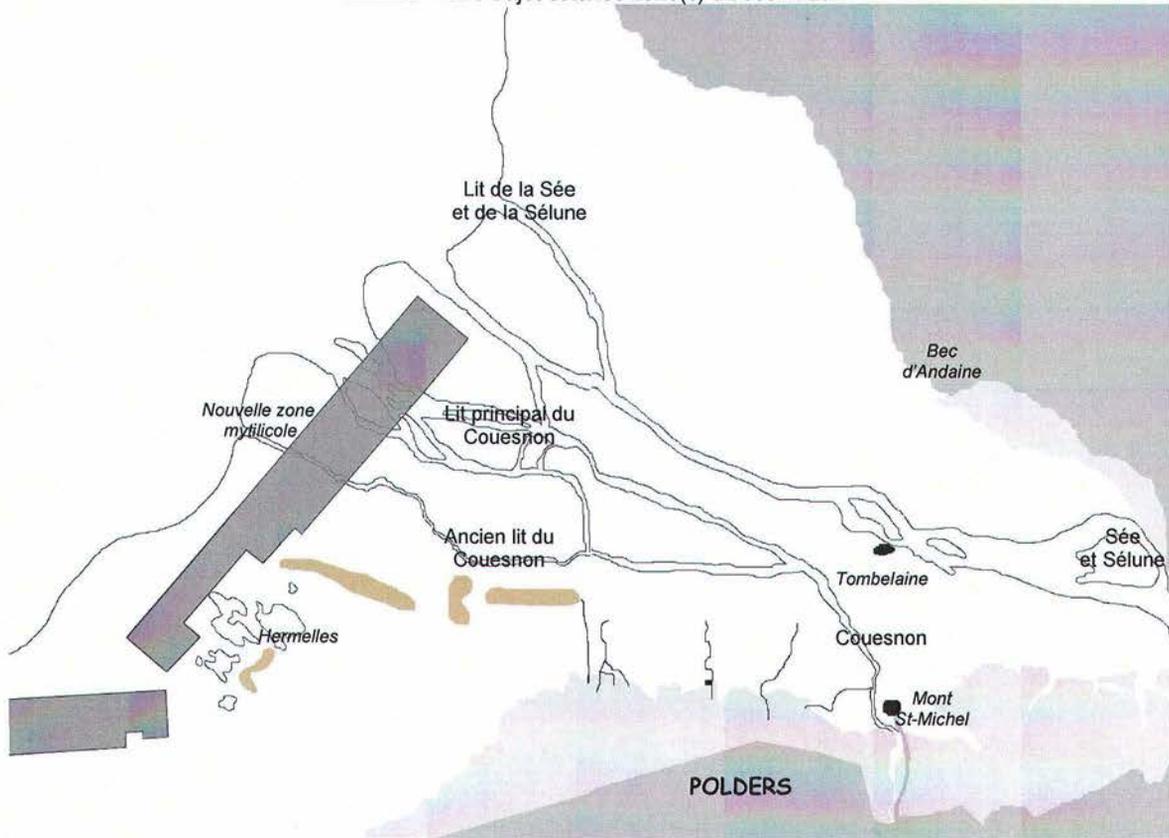
MERCI POUR VOTRE COLLABORATION !

Recto de la fiche d'observation remise aux usagers et au personnel de la Maison de la Baie

 Maison de la Baie du Mont Saint-Michel LE VIVIER SUR MER T : 02.99.48.84.38 / F : 02.99.48.84.67					
Impacts des usages et de la restructuration conchylicole sur la colonie de phoques de la Baie du Mont Saint-Michel					
Date de l'observation : Nom de l'observateur : Nb de personnes dans le groupe :		<u>Conditions de marée</u> Coefficient : Hauteur d'eau : Heure (PM - BM) :			
<u>Conditions Météorologiques</u> Etat du Ciel : <input type="checkbox"/> Ensoleillé <input type="checkbox"/> Nuageux <input type="checkbox"/> Nuages + éclaircies <input type="checkbox"/> Orageux <input type="checkbox"/> Pluvieux <input type="checkbox"/> Brouillard Etat de la Mer : <input type="checkbox"/> Calme <input type="checkbox"/> Agitée <input type="checkbox"/> Très agitée <input type="checkbox"/> Forte Visibilité : <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Très mauvaise Vent : Force (Beaufort) : Orientation : Température : °C					
Heure (+ durée d'obs)	N° du groupe	Nb et espèce (VM = veau-marin / G = phoque gris)	Activité des phoques / comportement (repos à terre, déplacements, alimentation...)	Activités humaines sur zone	
				Description (type, nb personnes ou d'engins, bruit, mouvement, distance des phoques)	Interaction avec les phoques (dérangement, fuite, curiosité)

CARTE DE LA BAIE

Localisez votre trajet et la/les zone(s) d'observation



SCHEMA

Représentez la zone d'observation et indiquez l'emplacement des groupes de phoques et des activités humaines présents ainsi que leurs déplacements. Si possible précisez les distances entre les différents éléments et par rapport à vous.

A large empty rectangular box provided for the user to draw a schematic representation of the observation zone, including the locations of whale groups and human activities, and to indicate their movements and distances.

ANNEXE III : TESTS STATISTIQUES

Pour tous les tests, l'erreur de 1^{ère} espèce α est fixée à 5%

* Normalité des données : test d'Agostino

n = nombre d'échantillons

i = n° de l'échantillon, l'ensemble étant classé par ordre croissant

x_i = valeur du $i^{\text{ème}}$ échantillon

pour des effectifs (n) > 10 :

$$D_{\text{calc}} = \frac{T}{\sqrt{n^3 \cdot SC}}$$

$$\text{Avec } T = \sum_{i=1}^n \left(i - \frac{n+1}{2} \right) \cdot x_i \quad \text{et} \quad SC = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n}$$

Si $D_{\text{crit sup}} \geq D_{\text{calc}} \geq D_{\text{crit inf}}$, l'hypothèse H_0 est acceptée, les données suivent la loi Normale.

D_{crit} se lit dans la table de D'Agostino tel que $D_{\alpha, n}$.

* Homogénéité des variances (homoscédasticité) : test de Bartlett.

k = nombre de groupes

n_i = nombre d'échantillons du groupe k

N = nombre total d'échantillons

sp^2 = variance pondérée des variances si^2 des k échantillons

degré de liberté = $k-1$

$$B = \ln sp^2 \cdot \sum_{i=1}^k (n_i - 1) - \sum_{i=1}^k [(n_i - 1) \cdot \ln si^2]$$

et

$$C = 1 + \frac{1}{3 \cdot (k-1)} \cdot \left[\sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k (n_i - 1)} \right]$$

$$\text{avec } sp^2 = \frac{\sum_{i=1}^k [(n_i - 1) \cdot si^2]}{N - k} \quad \text{et} \quad si^2 = \frac{1}{n_i - 1} \cdot \left[\sum_{i=1}^k x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^k x_i \right)^2}{n_i} \right]$$

$Bc = \frac{B}{C}$ suit une distribution de chi carré. Si $Bc \leq \chi_{\alpha, k-1}^2$, l'hypothèse H_0 est acceptée, les variances sont homogènes.

*** Analyse de variances : ANOVA-1 facteur**

Conditions d'application des tests paramétriques :

- échantillons indépendants
- données obtenues aléatoirement
- variances homogènes
- données suivant la loi Normale (variances indépendantes des moyennes)

→ Hypothèse H_0 = les moyennes sont égales entre les groupes.

Source	SC	degré de liberté (ddl)	$CM = \frac{SC}{ddl}$	Fcalc
Total	$\sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 \right) - \frac{\left(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2}{N}$	$N - 1$	$CMT = \frac{SCT}{N - 1}$	$\frac{CMG}{CME}$
Groupes	$\sum_{j=1}^k \left[\frac{\left(\sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2}{n_j} \right] - \frac{\left(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2}{N}$	$k - 1$	$CMG = \frac{SCG}{k - 1}$	
Erreur	$SCT - SCG$	$N - k$	$CME = \frac{SCE}{N - k}$	

Si $F_{calc} \leq F_{crit}$, H_0 acceptée, les moyennes des groupes sont égales. F_{crit} se lit dans la table de Fisher-Snedecor tel que $F_{\alpha, k-1, N-k}$

*** ANOVA non paramétrique à 1 facteur : test de Kruskal-Wallis (comparaison de k échantillons indépendants)**

Conditions d'application des tests non paramétriques

- populations non normales
- hétéroscédasticité
- petits échantillons $n \leq 20$
- peu de groupes $5 \geq k \geq 2$
- effectifs inégaux

→ Hypothèse H_0 = les moyennes des groupes sont égales

Les données sont ordonnées de façon croissante selon leur rang dans chaque groupe.

R_i = la somme des rangs du groupe i

m = nombre de groupes de rangs appariés

t_j = nombre de rangs égaux pour la valeur j donnée

$$H_{calc} = \frac{12}{N \cdot (N + 1)} \cdot \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3 \cdot (N + 1)$$

Quand plusieurs données sont égales, elles occupent le même rang et une correction de la valeur de H_{calc} s'impose :

$$H_{corr} = \frac{H_{calc}}{C} \quad \text{avec} \quad C = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m (t_j^3 - t_j)}{N - N^3}$$

Si $H_{calc} \leq H_{crit}$ H_0 est acceptée, les moyennes sont égales. Pour $n_j \geq 5$, H suit une distribution de chi carré : $\chi^2_{crit} = \chi^2_{\alpha, k-1}$.

* **Comparaison de k échantillons indépendants : Test du χ^2**

Conditions d'application :

- échantillons indépendants
- données obtenues aléatoirement
- éléments classés en catégories

→ Hypothèse H_0 = les k échantillons constituent un groupe homogène.

f_{ij} = fréquence observée de la case située dans la ligne i et la colonne j

f_{thij} = fréquence théorique de la case ij

k = nombre de groupes (colonnes)

r = nombre de catégories (lignes)

$$\chi^2_{calc} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(f_{ij} - f_{thij})^2}{f_{thij}}$$

$$\text{avec } f_{thij} = \frac{\sum_{i=1}^r f_{ij} \cdot \sum_{j=1}^k f_{ij}}{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k f_{ij}}$$

Si $\chi^2_{calc} \leq \chi^2_{crit}$, avec $\chi^2_{crit} = \chi^2_{\alpha, (k-1)(r-1)}$, H_0 est acceptée, les fréquences observées suivent le modèle théorique : les k échantillons constituent un groupe homogène.

* **Test de signification du coefficient de corrélation r de Pearson**

→ Hypothèse H_0 = les variables x et y sont indépendantes.

(D'où H_1 pour un test unilatéral : le coefficient de corrélation entre x et y est positif ou négatif)

R = coefficient de corrélation

n = nombre d'échantillons

$$t = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}}$$

t obéit à une loi de Student à $n-2$ degrés de liberté. La valeur de t_{crit} se lit dans la table de Student pour les tests unilatéraux.

ANNEXE III : INDEX DES ACTIVITES HUMAINES

Toutes les activités humaines sur zone qui sont vues ou entendues par l'observateur sont comptabilisées, ce qui explique que des activités bruyantes mais éloignées soient prises en compte (exemple : avion de ligne, coups de feu liés à la chasse...). Seule l'activité principale, la plus susceptible d'entrer en interaction avec les phoques est prise en compte.

Catégorie	Activité	Description	Code couleur
aérienne	avion léger	Petit avion de tourisme	
aérienne	avion militaire		
aérienne	avion	Avion dont la nature n'est pas déterminée (pour cause d'altitude élevée ou de mauvaise visibilité)	
aérienne	avion de ligne		
aérienne	ULM		
aérienne	paramoteur	Parapente motorisé	
aérienne	hélicoptère		
autre	tir (chasse)	Bruit des coups de feu liés à la chasse	
autre	coups de canon (macreuses)	Bruit des canons à blanc présents dans la zone mytilicole pour effaroucher les macreuses	
embarquée	bateau amphibie	Bateau mytilicole à déplacement lent (jusqu'à 9 nœuds)	
embarquée	pneumatique semi-rigide		
embarquée	vedette	Petit bateau de plaisance	
embarquée	yole mytiliculteurs	Bateau mytilicole léger à déplacement rapide (jusqu'à 35 nœuds)	
embarquée	chalutier		
embarquée	jet-ski	Embarcation nautique incluant jet-skis et scooters des mers	
embarquée	kite-surf	????????	
pédestre	promeneur		
pédestre	observateur	Promeneur muni de matériel optique et marquant des arrêts longs et fréquents	
pédestre	groupe encadré	Promeneurs accompagnés d'un guide	
pédestre	mytiliculteur		
pédestre	pêcheur à pied		
pédestre	ramasseur de salicorne		
terrestre motorisée	tracteur		
terrestre motorisée	quad		



ULM



Observateurs



Pneumatique semi-rigide



Véhicule sur la vasière