

# Projet lagune du Grand Barachois : Rapport Phase 1

---





Rapport intermédiaire 2017 Ifremer :

Evolution des lagunes de Saint Pierre et Miquelon

## Fiche documentaire

<b>Numéro d'identification du rapport :</b> <b>Diffusion :</b> libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		<b>date de publication :</b> Avril 2017 <b>nombre de pages :</b> 18 <b>bibliographie :</b> <b>illustration(s) :</b> <b>langue du rapport :</b> FR
<b>Validé par :</b> P. Gouletquer Adresse électronique : Philippe.Gouletquer@ifremer.fr		
<b>Titre de l'article</b>		
Contrat n°                      Rapport intermédiaire <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif <input type="checkbox"/>		
<b>Auteur(s) principal(aux) :</b> <b>Le Moine, O. Robert, St. Geairon, P. Goragner, H. Gouletquer, P.</b>		<b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b> IFREMER/ODE/UL/LERPC IFREMER/RBE IFREMER/DS
Encadrement(s) :		
Cadre de la recherche : Dynamique de renouvellement de la lagune du Grand Barachois (Miquelon)		
Destinataire : Préfecture SPM, DTAM Saint Pierre, IFREMER/ODE/UL		Convention Etat/Ifremer Contrat de développement 2015-2018 action IV.2.1.3
<b>Résumé</b> La dynamique des masses d'eau et les flux de transit semblent favoriser un comblement et/ou des limitations de renouvellement d'eau mettant en péril la durabilité de l'environnement de cette lagune Miquelonnaise. La Préfecture de Saint Pierre et Miquelon et la DTAM, en soutien à la gestion durable de cet environnement, ont sollicité l'Ifremer pour l'évaluation des flux d'alimentation de cette lagune. Une mission sur place a été réalisée en juin 2016, pour coordonner les actions et effectuer un certain nombre de mesures préliminaires (jaugeages et bathymétrie du chenal, courantométrie horizontale). Ces données sont complétées par une acquisition continue des vitesses de courant, avec des données disponibles à ce jour du 2 juin au 15 novembre 2016. L'investissement des équipes DTAM a permis le redéploiement de l'appareil dans des conditions relativement extrêmes. Toujours opérationnel, il doit effectuer des mesures jusqu'à l'été 2017. En l'absence des levés bathymétriques suite à des problèmes techniques, les évaluations de flux et de renouvellements, qui en dépendent, ne seront réalisées que courant 2017. Ce rapport présente néanmoins les données et les premiers traitements obtenus montrant des vitesses maximales enregistrées par l'ADCP (VDOP) de 2,02m/s et 2,32m/s en flot et en jusant respectivement, en moyenne sur la colonne d'eau.		
<b>Mots-clés</b> Hydrodynamique, renouvellements, Saint Pierre et Miquelon, Lagune, Grand Barachois		
<b>Words keys</b> Hydrodynamic, renewal rates, Saint Pierre and Miquelon, Lagoon, Grand Barachois		

## Table des matières

<b>Fiche documentaire.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Contexte .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Objectifs .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Etat d'avancement des travaux .....</b>	<b>7</b>
3.1. Mission Ifremer .....	7
3.1.1. Objectifs et environnement de la mission.....	7
3.1.2. Communications.....	7
3.1.3. Acquisitions réalisées durant la mission.....	7
3.2. Résultats & discussion.....	11
3.2.1. Jaugeages.....	11
3.2.2. Résultats HDOP .....	11
3.2.3. Résultats VDOP .....	13
3.3. Conclusions et perspectives .....	15
<b>4. Annexe : résultats des jaugeages.....</b>	<b>16</b>
<b>5. Bibliographie .....</b>	<b>18</b>

## 1. Contexte

La lagune du Grand Barachois, comme l'environnement côtier de Saint Pierre et Miquelon montre un environnement préservé des impacts urbains et industriels et relativement peu impacté par les activités humaines de pêche. Sa superficie est d'un peu plus de 1000 ha. Elle est alimentée par un chenal de 80 à 130 m de large et de 500 m de long environ (fig.1). Une colonie importante de phoques s'y est développée, dont l'impact sanitaire fait aujourd'hui débat. D'autre part, la dynamique des masses d'eau et les flux transitant paraissent favoriser un comblement et/ou des limitations de renouvellement d'eau mettant ainsi en péril son auto entretien et la durabilité de cet environnement. Une étude a donc été sollicitée par la Préfecture de Saint Pierre et Miquelon et la DTAM, de façon similaire à l'étude réalisée sur le Grand Etang de Miquelon (Le Moine & al., 2015). Celle-ci doit évaluer les divers aspects de la dynamique de fonctionnement, par des mesures puis de la modélisation, en soutien à la gestion durable de cet environnement.

## 2. Objectifs

Les partenaires souhaitent une assistance dans l'acquisition de connaissances aidant à l'élaboration de modalités de gestion de cet environnement très particulier à des fins de préservation. En principe, le BRGM abordera par la suite les aspects sédimentaires et hydrosédimentaires. La demande faite à l'Ifremer concerne l'assistance à l'acquisition de connaissances sur les flux et les échanges d'eau et la caractérisation spatialisée de la dynamique de renouvellement, de façon similaire aux réalisations des LER-PC et LER-LR sur d'autres lagunes (Fiandrino, 2012) et en particulier sur le Grand Etang de Miquelon (Le Moine et al., 2014-2015). La méthode utilisée reste identique, basée sur des mesures ADCP et des jaugeages (Sloat, John V et al., 2004 ; Hening Huang, 2004)

Cela nécessite 1) des levés bathymétriques (réalisées par la DTAM), suivis par un traitement géostatistique de ces données (par Ifremer), 2) des mesures en continu de courant dans le chenal d'alimentation (DTAM), dont les résultats seront traités par l'Ifremer, 3) des campagnes de jaugeage du chenal d'entrée, à réaliser conjointement par l'Ifremer et la DTAM lors d'une mission Ifremer, et enfin, 4) l'implémentation et le traitement par Ifremer des sorties d'un modèle hydrodynamique type "lagune" (A. Fiandrino, S Coudray).

D'un point de vue scientifique, cette étude présente l'intérêt d'apporter des éléments de compréhension du comportement de l'onde de marée dans les conditions de météo et de marnage locales, en comparaison avec les résultats obtenus dans les lagunes méditerranéennes.

D'autre part, elle permettra dans un second temps au BRGM d'évaluer les aspects hydro-sédimentaires d'intérêt pour les gestionnaires.

### 3. Etat d'avancement des travaux

Les déploiements et une partie des acquisitions ont nécessité un déplacement des personnels Ifremer sur Saint Pierre et Miquelon pour leur implantation et mise en place.

#### 3.1. Mission Ifremer

##### 3.1.1. Objectifs et environnement de la mission

Elle s'est déroulée du 25 mai au 12 juin 2016. Hormis la restitution des résultats du projet « Grand Etang », précédente action du contrat de développement, il était prévu qu'elle assure :

- La mise en place d'un courantomètre profileur horizontal (HDOP) et l'acquisition de données courantométriques en travers du chenal d'alimentation du Barachois
- Le jaugeage du goulet du Barachois pour l'établissement d'une courbe de tarage permettant le calcul des débits
- Le déploiement d'un réseau de mesures « Salinité-Température, Pression »(STPS) et sa mise en acquisition
- La vérification du profileur vertical Doppler (VDOP) auparavant mis en place par les agents DTAM

La mission Ifremer a nécessité de nombreuses mises à disposition de matériel et de personnel DTAM pour être menée à bien. L'accueil, le logement et le prêt de véhicule 4X4, pour accéder aux instruments de mesure en toute autonomie a beaucoup facilité le travail et l'acquisition des données. La bonne volonté des agents DTAM, et leur engagement dans le projet ont été sans faille, permettant les jaugeages d'une part au moyen de la lasse DTAM, et la gestion du VDOP par l'équipe du baliseur et les plongeurs. Qu'ils en soient ici remerciés.

##### 3.1.2. Communications

Les travaux sur l'action IV.2.3 du contrat de développement a fait l'objet de plusieurs communications : 2 exposés, 2 interviews télévisées et 1 radiophonique.

##### 3.1.3. Acquisitions réalisées durant la mission

###### *Profileur horizontal (HDOP)*

Le profileur horizontal (HDOP) a été mis en place dès le 31 mai. Il était destiné à acquérir les

vitesse de courant sur la largeur du chenal, le long d'un transect passant au-dessus du profileur vertical. La fig.1 montre le site d'implantation. Un exemple de résultats est présenté sur la figure n°2. Cette phase de déploiement s'est déroulée sans difficulté.

Par sécurité, l'appareil a été contrôlé journalièrement avec un déchargement concomitant des données.



Figure 1 : Site d'implantation du HDOP (cercle rouge)

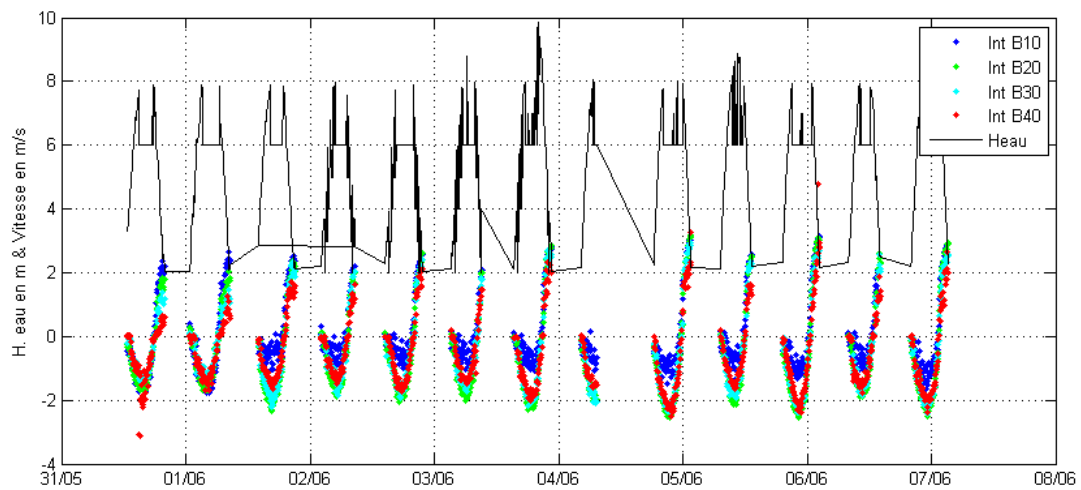


Figure 2 : Hauteur d'eau et vitesse du courant (HDOP, débits négatifs en flot)



## Jaugeages

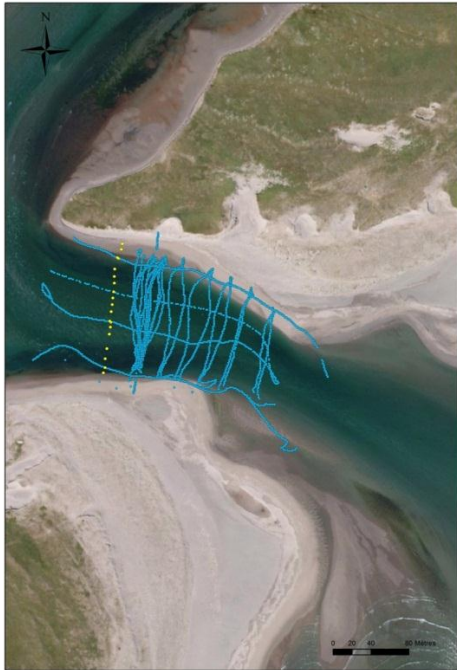


Figure 3 : Jaugeages effectués (tracé DGPS)

Les acquisitions WINRIVER (WR) sont réalisées à des fins de jaugeage hydrométrique du chenal et de calibration du signal VDOP. Elles ont été réalisées sur plusieurs jours (les 2, 3 et 6 juin) avec le concours des agents de la DTAM Miquelon (fig. 3). L'acquisition s'est faite depuis une embarcation, avec d'une part des mesures de courant sous le bateau, et d'autre part le positionnement horizontal et en altitude de celui-ci par DGPS.

Les acquisitions ont été réalisées par des coefficients de 75, 87 et 103, en flot et en jusant.

Les problèmes matériels d'acquisition DGPS ont été rapidement résolus dès la deuxième partie de la première journée de campagne.

Au total, 49 levés ont été réalisés en travers, plus 4 profils en long. Le jaugeage de calibration au-dessus du VDOP comprend une quinzaine de transects.

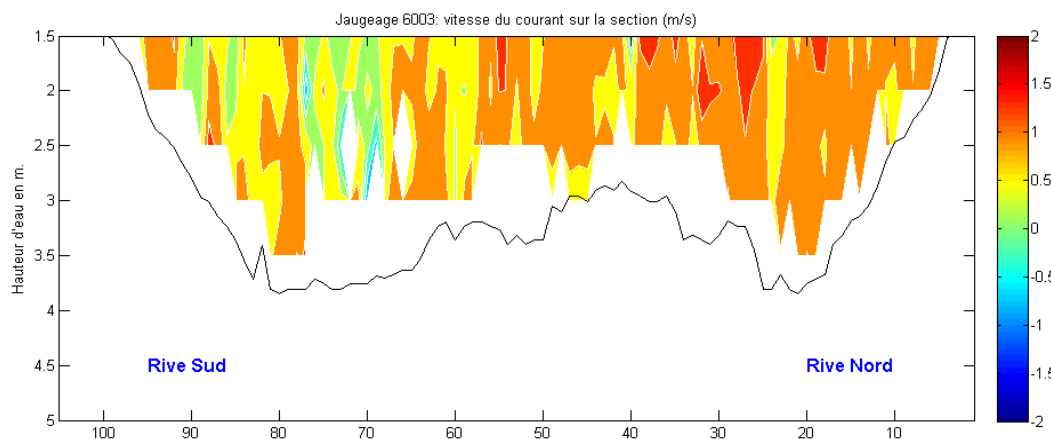


Figure 4 : Exemple de jaugeage : profil bathymétrique (noir) et aplat coloré de la vitesse du courant sur la colonne d'eau (m/s).

## Salinité / hauteur d'eau / température

Les sondes multiparamétriques destinées à la mesure de salinité, température et pression (STPS) ont été posées le 6 juin dans la lagune du Barachois (fig. 5). Elles sont amarrées sur des lests de plusieurs kilos posés sur le fond. Une bouée les signale en surface. Elles sont contrôlées régulièrement par les agents DTAM Miquelon et Ifremer, pour vérification et nettoyage. Jusqu'à l'automne, elles ne montraient pas de dégradation de leur état.

Deux autres sondes ont été mises à disposition de l'équipe de balisage, avec pour mission de les poser en mer, à l'est et à l'ouest de la lagune. Les données sont encore actuellement en cours

d'acquisition.



Figure 5 : Positionnement effectif des sondes STPS (manquent les sondes extérieures)

### *Profileur vertical (VDOP)*

Il était prévu de récupérer les données acquises par le profileur vertical (VDOP) déployé auparavant par les agents de la DTAM. Celui – ci, posé dans des conditions difficiles (fig.6) était totalement ensablé (fig. 7), et dans l'incapacité d'acquérir des données, malgré la grande qualité du travail déployé par les plongeurs dans ce site présentant une forte dynamique.

La décision a alors été prise de changer son emplacement pour le disposer dans un lieu un peu moins profond, mais estimé plus stable. Ce travail, initialement non prévu, a perturbé le service du balisage de la DTAM, qui a malgré tout mené la tâche à bien, permettant ainsi la bonne continuation du déroulement de la mission et du projet.

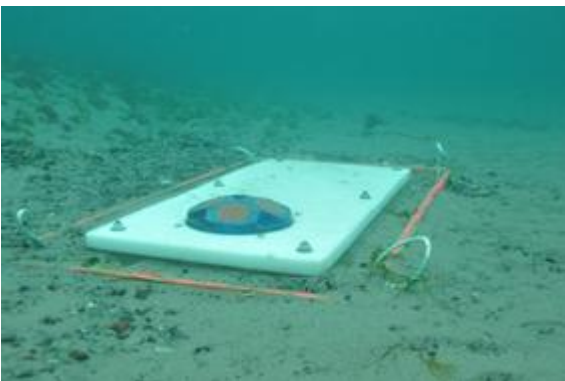


Figure 6 : VDOP lors de la pose (©DTAM)



Figure 7 : Ensablement lors de la visite de contrôle (©DTAM)

## 3.2. Résultats & discussion

### 3.2.1. Jaugeages

#### Acquisitions

Au total, 49 transects de jaugeage ont été effectués et validés lors de la mission Ifremer (annexe 1). Le logiciel Win River couplé à un profileur ADCP réalise des estimations des sections mouillées et de débits totaux sur la section (fig. 8). Les campagnes ont été réalisées dans les périodes de flot et de jusant, à des coefficients de marée de 75, 87 et 103. La section mouillée a été échantillonnée de 270 à 519 m<sup>2</sup>, pour des débits maximaux variant de 373m<sup>3</sup>/s (flot) à 385m<sup>3</sup>/s (jusant). On note en figure 8 que le sens du courant (débits en vert) ne s'inverse pas à l'étales de marée haute, mais pratiquement une heure après (courbe bleue de hauteur d'eau), de façon similaire aux évaluations au Grand Etang de Miquelon.

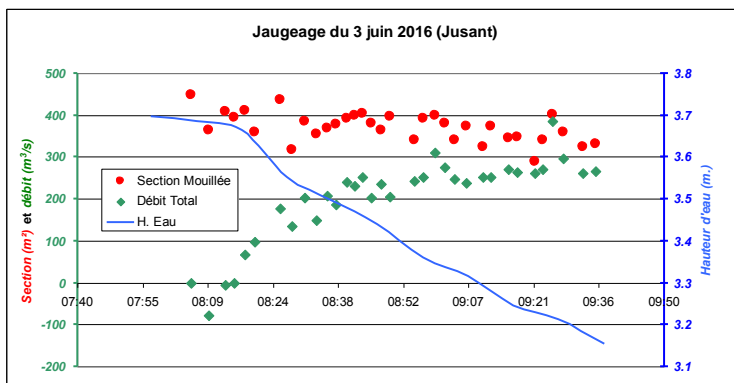


Figure 8 : Résultats du jaugeage du 3/06/2016 : Section mouillée et débits totaux (débits négatifs en flot).

Ces mesures sont d'autant plus délicates à acquérir que les courants sont forts. En effet, les turbulences engendrées par le bateau et l'intensité du courant engendrent des phénomènes de cavitation et de bulles susceptibles d'invalider les mesures. D'autre part, des fonds meubles, comme celui du goulet de la lagune du Barachois, absorbent les ondes sonores émises lors de la mesure. Par ailleurs, l'absence de réflexion sonore produit un « blanc » de données au niveau du fond (fig. 4).

### 3.2.2. Résultats HDOP

#### Acquisitions

Le sondeur horizontal HDOP a acquis des données du 31 mai au 7 juin. Il était destiné à fournir des données en continu pour conforter les données de jaugeages. Comme le courantomètre Doppler utilisé dans les jaugeages, les fonds très meubles (qui absorbent les ondes sonores) et les faibles hauteurs d'eau (l'onde sonore se disperse dans l'atmosphère) ont perturbé les mesures qui ne prennent pas toujours en compte l'intégralité de la section souhaitée. Un compromis a été choisi entre l'altitude du positionnement

et les hauteurs d'eau, afin que le faisceau sonore ne touche pas le fond trop près de la rive ; la distance échantillonnée est donc liée à la hauteur d'eau. Celle-ci est d'environ 1,30 m et nos mesures horizontales ne l'atteignent que dans le cas de pleines mers de vives eaux.

### *Vitesses moyennes instantanées*

Lors de certaines phases de la marée, une inversion du sens du courant est observée sur la largeur du chenal (fig.4) risquant de compliquer les différents traitements. Une rive étant en courant positif (vers l'océan) et l'autre négatif vers la lagune.

L'intensité moyenne mesurée sur la section sur la période d'acquisition a été de 0,92 m/s et d'un maximum de 2,99m/s en flot (négatif dans la convention utilisée) et respectivement de 1,3m/s et 4,06m/s en jusant. Ces valeurs sont élevées, expliquées par le fait qu'il s'agit de mesures de surface où les vitesses sont les plus fortes ; le frein dû au frottement sur le fond est alors minime. Toutefois il est important de noter que ces mesures ne concernent pas l'intégralité du cycle de marée, puisque la conformation du chenal et la position de l'appareil ne le permettent pas. Elles participeront cependant à augmenter la robustesse du tarage du VDOP.

### *Confrontation « données jaugeages /HDOP » : courbe de tarage*

La relation qui lie les mesures de jaugeages à celles acquises par HADCP nous donne une courbe de tarage (fig. 9). Elle est significativement robuste ( $r^2=0,924$ ) mais ne comporte que 17 données. En effet, seuls les profils de jaugeage effectués sur le même transect que les mesures HADCP ont pour l'instant été utilisés. Ceci résulte de la contrainte d'être dans les mêmes conditions de section mouillée pour les deux appareils de mesure.

Lorsque la bathymétrie complète du chenal sera réalisée, ces calculs seront refaits en tenant compte de tous les transects de jaugeage réalisés (pour mémoire,  $n=49$ ) ; après avoir réalisé un modèle de section mouillée pour chaque transect échantillonné. De ce fait, il sera possible de croiser les mesures débits /jaugeages versus débits/DOPPLER et obtenir une courbe de tarage en débits et non plus en intensité comme ici.

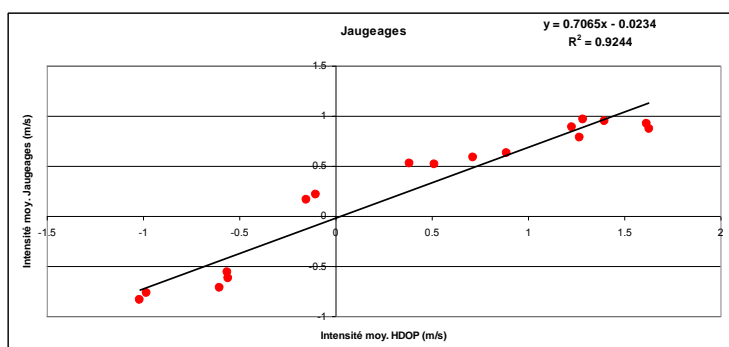


Figure 9 : Modèle linéaire entre les intensités moyennes obtenues par les jaugeages, et celles par mesure HDOP (courbe de tarage)

### 3.2.3. Résultats VDOP

#### *Acquisitions*

Comme mentionné précédemment, le premier positionnement de l'appareil n'a pas permis l'acquisition de mesures, le sable l'ayant recouvert très rapidement. La seconde période d'acquisition, initiée lors de la mission (2 juin 2016), s'est poursuivie jusqu'à mi-novembre 2016 (fig.10).

La hauteur d'eau au-dessus de l'appareil oscille entre 2,36m et 4,16m, soit un marnage maximal de 1,8m sur la période. Une tendance à l'élévation du niveau moyen est observée sur la courbe des hauteurs d'eau. Le même phénomène est observé sur les données du marégraphe de Pool's Cove au Nord de la baie de Fortune (S. Donnet/DTAM, comm.pers.), sans qu'une analyse plus précise ait été réellement effectuée finement à ce jour (corrections de hauteur d'eau due à la pression atmosphérique ou à la densité de l'eau par exemple). La température au fond du chenal a varié de 5,3°C. à 20,5°C entre le 2 juin et le 5 novembre.

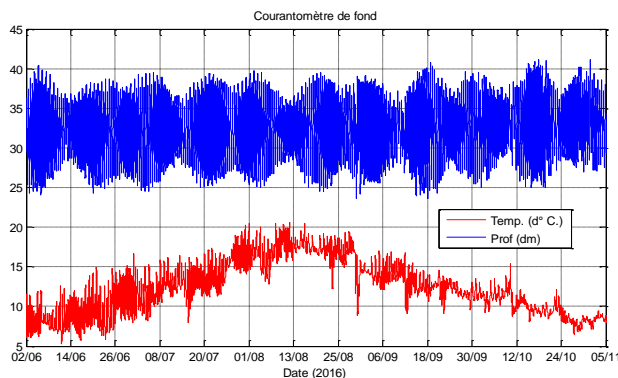


Figure 10 : Hauteur d'eau au-dessus du VDOP et température de l'eau

#### *Vitesses instantanées*

Les vitesses instantanées moyennées sur la colonne d'eau sont élevées (2,02 m/s en flot, et 2,31 m/s en jusant). Les maxima obtenus dépassent les 2m/s en flot comme en jusant (fig. 11). Elles s'accroissent au cours de la saison automnale, probablement en lien avec l'augmentation apparente de la hauteur d'eau. Les dépressions (marées « barométriques ») et tempêtes d'automne (vents forts) concourent également à expliquer cette tendance. Il convient cependant de corriger les hauteurs d'eau mesurées des valeurs de pression atmosphérique pour obtenir une hauteur réelle par rapport à la mesure du capteur pression. Ceci sera effectué sur l'ensemble de la période 2016-17, à l'aide des données météorologiques.

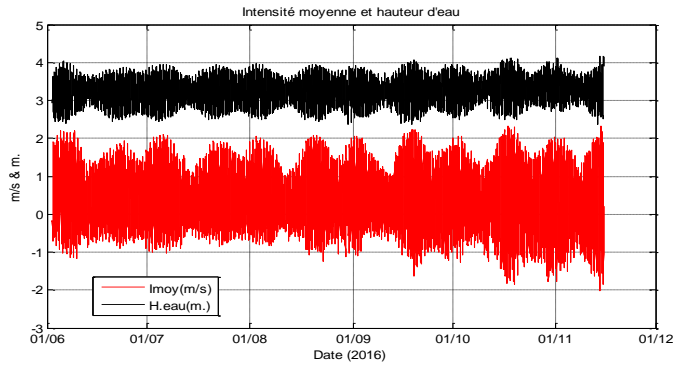


Figure 11 : Intensité moyenne sur la colonne d'eau (rouge, Jusant positif) et hauteur d'eau au cours du temps

Les données de vitesses moyennes sur l'ensemble de la période juin-novembre, ainsi que leur variabilité sur la colonne d'eau ont été évaluées (fig. 12). Plusieurs observations sont intéressantes :

- La variabilité de l'intensité sur la colonne d'eau est assez faible sur les 2 premiers mètres (autour de 1,2 m/s en moyenne de jusant et 0,6 m/s en flot avec des écarts types stables).
- A partir de 2 mètres, les vitesses augmentent en flot (\*), et diminuent en jusant (\*), les écarts types flot/jusant étant quasiment identiques.
- Les maxima absolus se trouvent lors des plus hautes mers, quand les hauteurs d'eau sont supérieures à 2,5m en flot (2,65 m/s à 2,90m) et autour de 2,40m, 2,5m en jusant (2,56m/s).

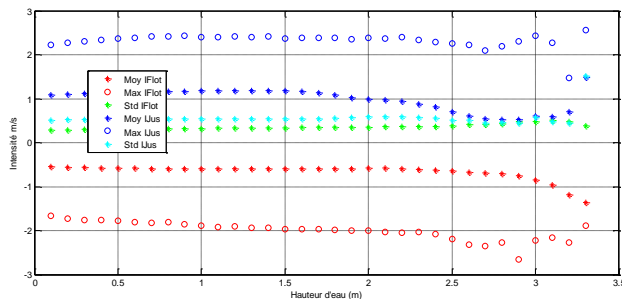


Figure 12 : Intensités des courants : moyennes, maximas, écart types en flot (rouge et vert) et jusant (bleu et cyan) au cours de la période juin Novembre 2016, en fonction de la hauteur d'eau.

### Confrontation avec les « données de jaugeages : courbe de tarage »

Nous avons également confronté les données de mesures VDOP aux données de jaugeage. Les résultats sont très proches du modèle linéaire HDOP (fig.13). La relation présente un coefficient de corrélation  $R^2$  de 0,929 expliquant donc plus de 92% de la variabilité des mesures. On note cependant que le modèle linéaire jaugeages/VDOP a tendance à surestimer les valeurs proches de zéro.



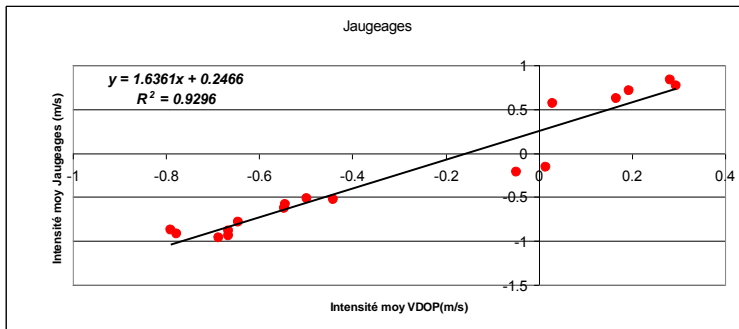


Figure 13 : Régression entre les intensités mesurées lors des jaugeages et les données VDOP (courbe de tarage)

### 3.3. Conclusions préliminaires et perspectives

Les diverses acquisitions (jaugeages, HDOP, VDOP) se sont déroulées de façon appropriée, produisant des données de qualité. Les jaugeages permettent d'établir des courbes de tarages très robustes ( $R^2 > 92\%$ ) en termes de vitesses de courants. Cela va permettre l'estimation fiable des vitesses sur l'ensemble de la section du chenal à partir de celles enregistrées en continu au niveau du VDOP. Si nécessaire, les données HDOP acquises durant la mission Ifremer viendront augmenter la robustesse de cette relation, pour une meilleure précision des résultats.

L'engagement opérationnel des agents DTAM fait que le VDOP a pu être déchargé avant l'hiver et fournir d'ores et déjà une série chronologique conséquente de données de vitesses de courants (du 2 juin au 15 juin 2017). Cette série sera prolongée jusqu'à l'été 2018 puisque l'appareil a pu être redéployé en acquisition. Nous disposerons ainsi d'une série couvrant pratiquement l'année entière. L'influence des tempêtes hivernales sur les hauteurs d'eau, vitesses de courant et débits engendrés pourra ainsi être évaluée et permettre par la suite des estimations de capacité de transport hydro sédimentaire.

Les débits estimés par jaugeage sont du même ordre de grandeur en flot et en jusant (373 vs 385 m<sup>3</sup>/s). Au vu des vitesses, cette situation semble évoluer au cours des saisons. Cependant, en l'absence de bathymétrie de précision hydrographique, il n'est pas possible d'estimer précisément les débits. Les données WR issues des jaugeages le sont d'après des mesures ADCP, moins précises en terme de bathymétrie que des mesures hydrographiques, et doivent être considérées avec précaution.

Les problèmes matériels de GPS et sondeur subis par la DTAM n'ont pas permis l'acquisition complète de la bathymétrie. Ces résultats ne sont donc qu'intermédiaires, les calculs des débits et flux nécessitant impérativement ces données.

La robustesse des modèles linéaires obtenus pour l'instant sera améliorée par des données de débits plutôt qu'en vitesse. Cependant les résultats obtenus permettent d'ores et déjà la validation des différents jeux de données acquis.

Les travaux restant à mener sur l'année 2017 concernent donc en tout premier lieu la bathymétrie, par laquelle dépendent tous les autres calculs de volumes, débits, flux, et renouvellements. Une phase de modélisation est ensuite prévue, qui impose de mettre cette bathymétrie au format de grille du modèle MARS3D de l'Ifremer avant l'implémentation spécifique du modèle « Barachois ».

L'analyse de l'influence de la météorologie sur ces différentes variables nécessitera également le traitement dans l'année à venir des données météorologiques de Miquelon produites par Météo France.

## 4. Annexe : résultats des jaugeages

date	Heure de Début	Heure de Fin	Débit Total	Largeur	Section Mouillée	Débit/Section	Vitesse Navire	Vitesse Courant	Dir Courant.
02/06/2016	13:03:16	13:07:55	-134,54	155,39	356,55	0,377	0,486	0,67	139,8
02/06/2016	13:08:04	13:10:59	-111,792	112,93	272,67	0,41	0,718	0,527	147,39
02/06/2016	13:11:27	13:13:44	124,979	126,08	301,15	0,415	0,86	0,552	132,89
02/06/2016	13:13:54	13:15:51	131,54	106,14	270,17	0,487	0,92	0,488	147,3
02/06/2016	13:16:08	13:22:07	118,225	185,99	394,76	0,299	0,44	0,434	133,85
02/06/2016	13:22:21	13:24:46	93,966	109,45	281,69	0,334	0,84	0,6	152,9
02/06/2016	13:24:57	13:27:11	93,606	131,67	316,92	0,295	0,988	0,522	134,45
02/06/2016	13:27:17	13:29:13	106,627	115,28	293,31	0,364	1,001	0,468	149,29
03/06/2016	08:05:58	08:09:33	-1,505	170,29	447,54	0,003	0,659	0,161	0,38
03/06/2016	08:09:47	08:12:05	-79,327	119,33	363,64	0,218	0,911	0,214	287,13
03/06/2016	08:13:33	08:15:18	-4,833	146,85	408,94	0,012	1,214	0,065	355,88
03/06/2016	08:15:23	08:17:05	-1,618	143,89	395,39	0,004	1,296	0,033	55,08
03/06/2016	08:17:52	08:19:53	67,544	155,71	412,09	0,164	1,093	0,164	122,18
03/06/2016	08:20:01	08:21:42	96,723	123,73	360,06	0,269	1,194	0,276	141,23
03/06/2016	08:21:50	08:25:04	34,1	38,75	84,18	0,405	0,967	0,383	145,36
03/06/2016	08:25:37	08:27:59	177,387	170,31	436,7	0,406	0,958	0,365	126,96
03/06/2016	08:28:13	08:29:51	134,823	113,36	317,61	0,424	1,197	0,439	153,53
03/06/2016	08:30:55	08:33:12	202,823	133,52	385,02	0,527	1,087	0,529	122,63
03/06/2016	08:33:31	08:35:40	148,828	125,19	355,16	0,419	0,972	0,521	120,64
03/06/2016	08:35:57	08:37:41	206,544	128,73	369,36	0,559	1,225	0,583	116,02
03/06/2016	08:37:52	08:39:33	186,374	136,2	377,86	0,493	1,325	0,631	139,86
03/06/2016	08:40:16	08:41:45	240,516	138,73	392,14	0,613	1,431	0,64	117,73
03/06/2016	08:41:57	08:43:38	231,743	156,39	400,02	0,579	1,257	0,743	143,56
03/06/2016	08:43:46	08:45:34	251,833	141,05	402,92	0,625	1,369	0,654	117,04
03/06/2016	08:45:45	08:47:35	202,026	139,02	380,82	0,53	1,16	0,647	143,45
03/06/2016	08:47:57	08:49:23	236,423	126,33	363,91	0,65	1,376	0,668	123,08
03/06/2016	08:49:45	08:51:25	204,635	142,71	396,1	0,517	1,256	0,643	141,32
03/06/2016	08:55:17	08:57:05	241,827	134,45	341,2	0,709	1,126	0,785	129,61
03/06/2016	08:57:12	08:59:07	252,434	164,85	393,32	0,642	1,079	0,946	147,35



03/06/2016	08:59:47	09:01:44	310,055	154,65	400,17	0,775	1,1	0,79	124,54
03/06/2016	09:01:50	09:03:50	275,529	158,51	379,73	0,726	1,087	0,93	142,08
03/06/2016	09:04:10	09:06:28	246,237	128,68	341,49	0,721	1,002	0,804	128,07
03/06/2016	09:06:42	09:08:39	236,781	146,34	373,9	0,633	1,016	0,877	145,45
03/06/2016	09:09:00	09:10:12	31,639	36,83	53,33	0,593	0,605	1,151	141,72
03/06/2016	09:10:21	09:11:57	251,105	125,92	325,01	0,773	1,138	0,824	127,84
03/06/2016	09:12:09	09:14:05	251,728	147,86	373,71	0,674	1,106	0,914	151,09
03/06/2016	09:16:00	09:17:39	271,736	148,32	345,79	0,786	1,135	0,87	133,33
03/06/2016	09:17:59	09:20:05	264,09	157,29	347,05	0,761	0,981	0,925	149,64
03/06/2016	09:21:46	09:23:21	260,503	116,83	288,85	0,902	1,209	1,003	135,34
03/06/2016	09:23:38	09:25:15	271,518	148,19	340,54	0,797	1,091	0,929	147,24
03/06/2016	09:25:41	09:27:55	385,508	168,22	400,97	0,961	1,037	0,867	144,31
03/06/2016	09:28:12	09:30:37	296,014	168,42	360,51	0,821	0,676	1,124	152,27
03/06/2016	09:32:30	09:34:56	261,863	143,28	324,5	0,807	0,788	0,962	137,4
03/06/2016	09:35:09	09:36:47	265,375	148,11	331,79	0,8	1,205	0,886	137,82
06/06/2016	06:46:51	06:49:17	20,673	35,51	68,81	0,3	0,854	0,561	302,92
06/06/2016	06:49:45	06:51:45	-257,56	142,1	434,52	0,593	0,978	0,564	289,36
06/06/2016	06:52:07	06:54:33	-243,502	127,8	400,19	0,608	0,976	0,621	281,62
06/06/2016	06:56:06	07:02:09	-1,394	250,36	934,4	0,001	0,926	0,882	287,33
06/06/2016	07:03:03	07:04:53	23,017	201	760,16	0,03	1,865	0,929	331,86
06/06/2016	07:08:41	07:11:10	-293,706	129,06	424,06	0,693	0,953	0,623	283,97
06/06/2016	07:11:32	07:13:43	-282,567	121,8	397,62	0,711	0,994	0,715	277,16
06/06/2016	07:25:00	07:30:34	-81,239	291,4	775,71	0,105	0,981	0,648	289,84
06/06/2016	07:31:53	07:37:20	-1,94	306,16	519,6	0,004	1,021	0,2	349,54
06/06/2016	07:39:36	07:41:26	-373,194	146,4	458,86	0,813	1,091	0,837	292,67
06/06/2016	07:42:28	07:45:30	-367,083	133,64	438,42	0,837	0,763	0,763	277

## 5. Bibliographie

Fiandrino Annie, Lagarde Franck, Le Gall Patrik, Messiaen Gregory, Chiantella Claude, Roucher Benoit, Meyer Johann (2012). **Développement d'une méthode d'estimation des débits dans les graus de lagunes. Application sur la lagune de Bages-Sigean.** Agence de l'eau, Ref. RST/LER/LR 12-02, 64p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00060/17104/>

Fiandrino Annie, Anaïs Giraud, Sandrine Robin, Christine Pinatel (2012). **Validation d'une méthode d'estimation des volumes d'eau échangés entre la mer et les lagunes, et définition d'indicateurs hydrodynamiques associés.** Rapport de contrats Agence de l'Eau et Région Languedoc-Roussillon 75p. et annexes.

Hening Huang (2004), **Index-Velocity Rating Development for rapidly Changing Flows in an Irrigation Canal Using Broadband StreamPro ADCP and ChannelMaster H-ADCP.** Rivers'04, 1<sup>st</sup> International Conference on Managing Rivers in the 21 th Century : Issues & Challenges. pp146-154.

Le Moine Olivier, Geairon Philippe, Goraguer Herle, Poitevin Pierre, Robert Stephane, Gouletquer Philippe (2014). **Dynamique de renouvellement des masses d'eaux du Grand Etang de Saint Pierre et Miquelon : rapport préliminaire.** <http://archimer.ifremer.fr/doc/00175/28581/>

Le Moine Olivier, Geairon Philippe, Robert Stephane, Coudray Sylvain, Fiandrino Annie, Goraguer Herle, Gouletquer Philippe (2016). **Hydrologie du Grand Etang de Miquelon. Estimation des flux et renouvellements.** <http://archimer.ifremer.fr/doc/00332/44325/>

Le Moine Olivier, Robert Stephane, Geairon Philippe (2016). **Projet Grand Barchois : Rapport de mission Ifremer Miquelon 2016.** <http://archimer.ifremer.fr/doc/00358/46946/>

Le Moine Olivier, Geairon Philippe (2013). **Estimation et caractérisation de la dynamique des flux dans l'estuaire de la Charente.** <http://archimer.ifremer.fr/doc/00120/23096/>

Sloat, John V., Matthew Hull. (2004) **Computing Discharge using the Velocity-Index Method.** SonTek/YSI, Inc. U.S.A.