

COPIE

SOUS-PREFECTURE DE BAYEUX

14402 BAYEUX Cedex

Port-en-Bessin,
Le 14 avril 2009

VRéf : Votre courrier du 25/02/2009.

N/Réf : LERN/PB/09.044

Objet : Demande d'avis sur une gestion différente des portes à flots de la Vire en période estivale.

Affaire suivie par M. Michel ROPERT,
Laboratoire Environnement Ressources de Normandie

**Institut français de Recherche
pour l'Exploitation de la Mer**

Établissement public à caractère
industriel et commercial

Station de Port en Bessin
Avenue du Général de Gaulle,
B.P. 32
14520 Port en Bessin
France
SIRET 330 715 368 00305

téléphone 33 (0)2 31 51 56 00
télécopie 33 (0)2 31 51 56 01
<http://www.ifremer.fr>

Siège social
155, rue Jean-Jacques Rousseau,
92138 Issy-les-Moulineaux cedex
France
R.C. , antenne B 330 715 368
APE / 219 Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368

téléphone 33 (0)1 46 48 21 00
télécopie 33 (0)1 46 48 22 96
<http://www.ifremer.fr>

Monsieur le Sous-Préfet,

A la suite d'une demande émanant de la Section Régionale Conchylicole dans le cadre de la gestion des phénomènes de mortalités estivales, vous sollicitez notre avis concernant une éventuelle expérimentation visant à maintenir ouvertes les portes à flots de la Vire situées en amont de son exutoire en Baie des Veys entre avril et septembre pour des coefficients inférieurs à 70.

Après avoir rappelé quelques résultats fondamentaux issus du programme MOREST et leurs apports à la connaissance du fonctionnement de l'écosystème de la Baie des Veys, nous précisons le contexte de la demande formulée par la SRC et proposerons quelques pistes de suivi d'une telle expérimentation, en regard des outils actuellement disponibles.

Programme MOREST :

Entre 2000 et 2005, le projet MOREST a contribué à améliorer les connaissances relatives aux processus multifactoriels impliqués dans les phénomènes de mortalités estivales ostréicoles. Il a également permis d'identifier un certain nombre de facteurs de risques, parmi lesquels, les apports d'eau douce occupent une place importante, en particulier dans des écosystèmes estuariens comme celui de la Baie des Veys¹.

Au-delà du caractère plurifactoriel, la dimension environnementale constitue un des facteurs les plus déterminants dans l'apparition et le développement des phénomènes de mortalités ostréicoles. Cette relation est en outre complexifiée par le fait qu'une même composante environnementale peut à la fois constituer un facteur de fragilisation durant les mois précédents l'été, mais peut également constituer un facteur direct de mortalité en pleine période estivale alors que le risque est maximisé. C'est le cas des conditions hydro-climatiques et des apports d'eau douce en particulier. En période hivernale et printanière, ces apports, s'ils sont en excès, sont susceptibles de fragiliser les cheptels en élevage sans pour autant induire de mortalités directes l'été suivant. En période estivale, ces mêmes apports peuvent être à l'origine de stress capables d'induire des mortalités sur des cheptels affaiblis (tel a été le cas, par exemple, au cours de la crise de mortalités de l'été 2007).

¹ Samain, J.F., H. McCombie, (2007). Mortalités estivales de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Défi MOREST. Ed. Ifremer/Quae, 332 p.

Les dessalures en Baie des Veys :

L'influence des apports d'eau douce s'illustre, sur la zone conchylicole de la Baie des Veys, par des variations de la salinité dont la dynamique, l'amplitude et la fréquence constituent une signature tout à fait caractéristique de cet écosystème. Les enregistrements haute-fréquence de la salinité de l'eau de mer (toutes les 10 minutes) réalisés au sein des parcs conchylicoles par notre laboratoire depuis 1996, mettent en évidence cette particularité au travers de l'apparition de "dessalures" brutales et fugaces, survenant toujours en début de flot (cf *Figure 1*). Ces variations soudaines s'expliquent par la formation de "lentilles d'eau" plus ou moins saumâtre, formées à basse mer en aval des parcs ostréicoles, qui sont rabattues sur les zones d'élevage par la marée montante. Si la fréquence d'apparition de ces phénomènes est à mettre en relation avec les conditions hydroclimatiques des jours précédents (pluviométrie sur le bassin versant), leur intensité (amplitude de variation de la salinité) est à mettre en relation avec l'hydrodynamisme local. Il a en effet été démontré que le mélange des eaux, dans la baie, se faisait sous la dépendance conjointe des coefficients de marée, des courants et des conditions particulières de vents dominants de secteurs nord à ouest².

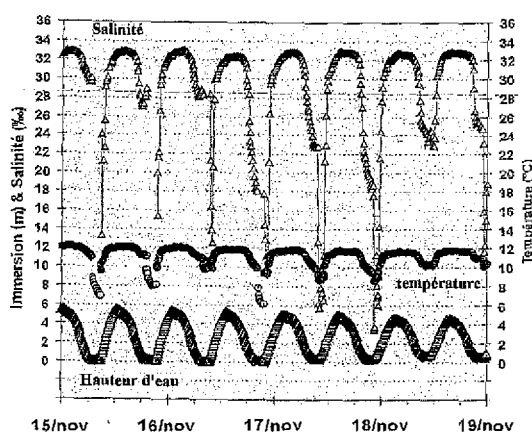


Figure 1 : Illustration, sur quelques jours, des dessalures (courbe jaune) observées en début de flot (courbe de marée en gris).
Fréquence de mesure : 10 minutes.

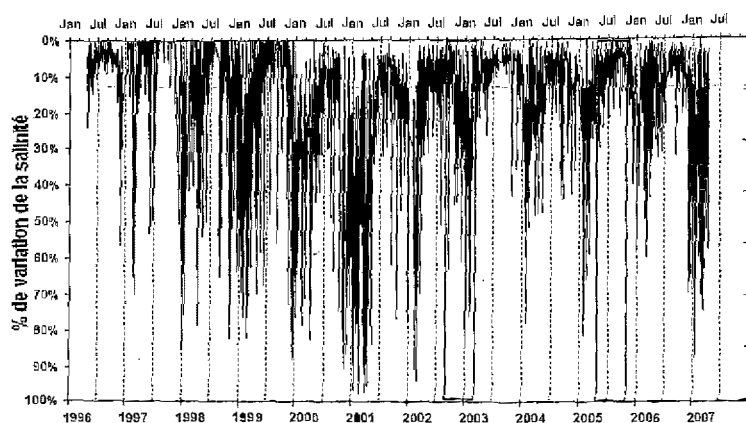


Figure 2 : Synthèse pluri-annuelle des variations de salinité observées à chaque cycle de marée entre 1996 et 2007 en Baie des Veys. (Bleu : exemple de période hivernale ; rouge : exemple de période estivale)

Comme l'illustre la *Figure 2* la fréquence d'apparition de ces dessalures ainsi que l'amplitude de variation de la salinité s'inscrivent dans une double dynamique temporelle. Une première dimension saisonnière permet de distinguer, chaque année, les périodes hivernales comme les plus propices à l'apparition des dessalures. Une seconde dimension apparaît à l'échelle pluriannuelle, caractérisant des années dominées par de fortes dessalures (2001 par exemple) et des années pauvres (2004 et 2005 par exemple).

² Ropert, M., J. Kopp, (2000). Etude des mortalités ostréicoles de l'hiver 1998/1999 en Baie des Veys: Caractérisation et analyse temporelle des dessalures observées sur les parcs conchylicoles de la Baie des Veys depuis 1996. IFREMER, Port-en-Bessin, DRV/RA/RST/2000-10. pp. 53.

Relation entre les apports d'eau douce et les mortalités

Comme il a déjà été signalé précédemment, les conditions hydro-climatiques des mois précédents la période estivale constituent un des premiers facteurs de risque. Cette relation, clairement établie en Baie des Veys, est à l'origine de la mise en œuvre, depuis 2007, d'un système d'alerte reposant sur un modèle d'évaluation de risque. Cet outil met en relation les niveaux de variation de la salinité (indicateur de dilution) intégrés sur la période comprise entre les mois de septembre de l'année N à avril de l'année N+1 et les niveaux de mortalités observés sur le terrain au cours de l'été suivant (N+1).

Le décalage de plusieurs mois entre la période d'observation des dessalures (de septembre à avril) et l'expression des mortalités (à partir du mois d'août suivant), écarte l'hypothèse d'un lien direct de cause à effet entre les dessalures hivernales et les mortalités estivales.

Cette relation est indirecte. Les dessalures hivernales, témoignant d'une forte activité de lessivage sur le bassin versant, conduisent à un enrichissement du milieu littoral en nutriments puis en phytoplancton. Ces conditions particulières vont se traduire, sur le plan physiologique, par une stimulation du cycle de maturation de l'huître et, par voie de conséquence, une fragilisation précoce de l'animal.

Les événements observés, en Baie des Veys, au cours de l'été 2007, témoignent de l'autre schéma d'influence de ces mêmes conditions hydroclimatiques, non plus en tant que facteur de risque, mais comme facteur déclencheur aggravant l'impact d'un processus déjà initié.

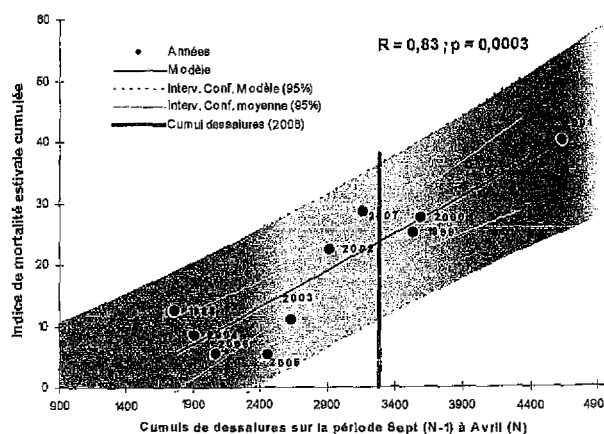


Figure 3 : Identification du niveau d'influence des dessalures en Avril 2008 (ligne rouge) par rapport au même indicateur les années antérieures, en regard des niveaux de mortalités estivales observés en Baie des Veys au cours de l'été suivant.

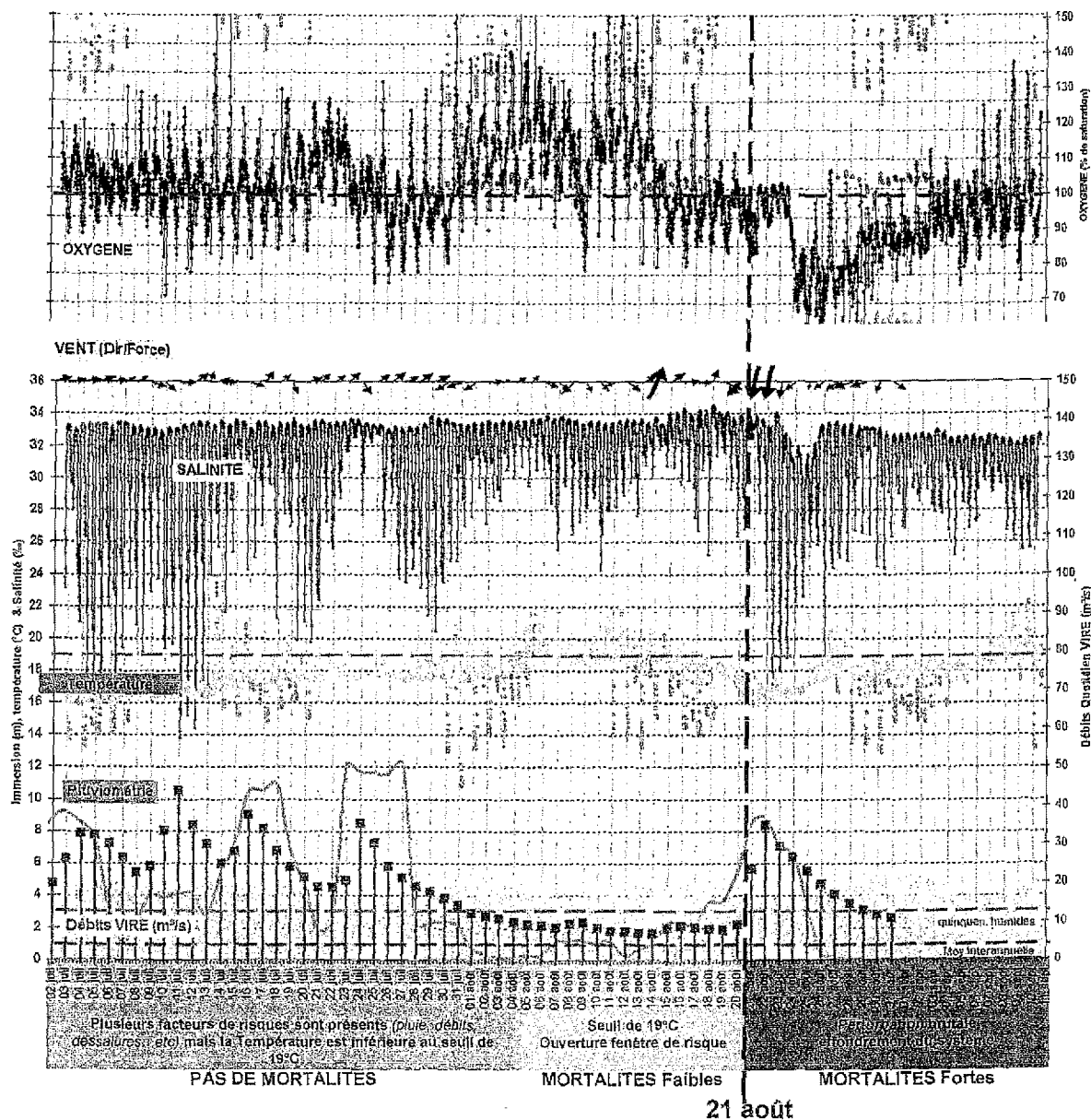


Figure 4 : Enregistrements haute fréquence (10 minutes) réalisés au cours de l'été 2007 illustrant l'enchaînement des processus qui ont accompagné les mortalités ostréicoles en baie des Veys.

La Figure 4 illustre comment, à partir du 21 août 2007, la conjonction de conditions hydroclimatiques antagonistes (coup de vent de Nord-Est associé à des apports d'eau douce importants) se traduit, dans le milieu, par un déséquilibre soudain de nombreux paramètres hydrologiques. Ces variations apparaissent comme autant de sources potentielles de stress pour des animaux déjà fragilisés à une période où le risque est identifié comme maximum (température des masses d'eau ayant atteint 19°C, cheptels en fin de gamétogenèse).

Les Portes à flots en Baie des Veys :

Pour des écosystèmes estuariens du type de celui de la Baie des Veys, les apports d'eau douce constituent le premier facteur d'influence. Ils conditionnent la dynamique écologique de

l'écosystème au travers de gradients perceptibles dans l'ensemble des compartiments qui le constituent (physiques et biologiques).

La Baie des Veys constitue un cas particulier du fait de la présence de "portes à flots" situées en amont *immédiat* des exutoires. Ces installations, dont le fonctionnement est purement passif, permettent, sur tous les cours d'eau débouchant dans la baie, la fermeture simultanée de lourdes portes lors de la remontée de l'onde de marée (durant les premières heures du flot). L'intérêt initial de ces aménagements est de protéger les zones agricoles situées en amont de l'influence négative que pourrait avoir l'intrusion d'eau salée à l'intérieur des terres. Du point de vue de l'écosystème marin, ces installations ont deux effets. D'une part, elles limitent la zone dite "estuarienne" à l'aval des portes à flots, en réduisant le volume oscillant représenté par les cours d'eaux en amont des portes. D'autre part, elles constituent une véritable barrière physique empêchant les mélanges et les dilutions entre les masses d'eau marine qui remontent de l'aval au flot, et les masses d'eau douce en provenance de l'amont.

S'il relève du bon sens de considérer que ces aménagements constituent un élément de forçage important pour la dynamique de fonctionnement de l'écosystème estuarien de la Baie des Veys, il faut également admettre que l'absence de données antérieures à leur mise en place empêche toute quantification objective de leur influence réelle actuelle.

Contexte de la demande formulée par la SRC

Si aujourd'hui le lien entre la dynamique spatiale et temporelle des variations de salinité (dessalures) et les processus d'apparition ou d'amplification des mortalités est bien établi, il faut conserver à l'esprit que les facteurs de risque ainsi que les facteurs de déclenchement de ces épisodes sont avant tout d'origine multifactorielle. La demande émanant aujourd'hui de la filière professionnelle ne doit donc pas être interprétée comme une volonté de "s'affranchir des phénomènes de mortalités", mais, plus modestement, comme le souhait d'essayer d'agir sur l'un des facteurs identifié avec l'hypothèse de parvenir à limiter les mortalités.

Dans un contexte similaire à celui de l'été 2007, le caractère répétitif des dessalures brutales observées au cours des semaines qui précèdent le déclenchement de l'épisode de mortalité, constitue, pour les cheptels de la baie, une source de pression supplémentaire à laquelle les animaux vont devoir répondre. Ces réponses passent, entre autre, par un effort accru de régulation de l'équilibre physiologique, susceptible de contribuer à solliciter encore un peu plus des animaux déjà fragilisés. Toute réduction de l'amplitude des chocs liés aux dessalures va se traduire naturellement par une diminution de ces sollicitations. Ce n'est que sous cet angle que peut être intégrée la demande émanant de la filière visant à modifier le régime d'ouverture des portes à flots de la Vire. L'objectif affiché s'inscrit en effet dans une volonté d'essayer, par une augmentation du volume oscillant, de favoriser les mélanges eau douce/eau de mer et de réduire ainsi l'amplitude de variation de la salinité sur les parcs d'élevage. Sur un plan purement théorique, la démarche est cohérente. Sur un plan pratique, abstraction faite des contraintes de mise en œuvre, il est nécessaire de souligner les difficultés à en évaluer quantitativement les effets.

Moyens actuellement disponibles sur le terrain

Depuis le début des années 2000, le LERN dispose sur le terrain de différents outils de suivis biologiques et hydrologiques. Le réseau de suivi de la dynamique spatiale et temporelle des mortalités (Réseau SUMO) permet, chaque année, d'apporter des informations relatives à l'apparition et au suivi spatialisé des mortalités estivales au travers de 6 stations ateliers réparties sur la zone conchylicole. Sur le plan environnemental, c'est au moyen de sondes

multiparamétriques automatisées que les enregistrements haute-fréquence sont réalisés. Ces dernières années, le déploiement du système expérimental MAREL ESTRAN est venu renforcer les moyens disponibles (suivi quotidien haute-fréquence de 7 paramètres hydrologiques de base sous contrôle qualité). Ce système reste toutefois encore aujourd'hui au stade expérimental et le maintien sur site d'au moins deux sondes d'ancienne génération (NKE) viennent garantir, tout au long de l'année, l'acquisition des données relatives aux dessalures dans le cadre des travaux de développement de l'outil d'évaluation de risque.

Ces sondes automatisées sont actuellement disposées en 1 point (point n° 3 du réseau SUMO) localisé dans la partie centrale de la zone de production. Dans le cadre d'un suivi spécifique associé à une démarche expérimentale telle que souhaitée par la SRC, le point actuellement suivi pourrait être encadré par deux autres points situés en aval et en amont du point actuel. Le LERN dispose en effet au sein de son parc de sondes, d'une quantité suffisante pour permettre d'élargir son suivi au moins sur une partie de l'année.

Limites dans l'évaluation des bénéfices attendus par une approche strictement expérimentale :

Le projet s'inscrit dans un objectif de réduction de l'impact des mortalités estivales observées sur les cheptels en élevage au sein de l'écosystème de la Baie des Veys. Si théoriquement, on peut s'attendre à une réduction des pressions environnementales, il est peu réaliste, en l'état actuel des connaissances de pouvoir en quantifier les bénéfices en terme de "*pourcentage de mortalité évité par le maintien des portes à flots ouvertes lors des coefficients inférieurs à 70*".

Il convient donc d'être prudent vis-à-vis des résultats à attendre d'un suivi strictement expérimental ciblé autour de la problématique d'ouverture des portes à flots. Ces limites sont à mettre directement en relation avec la forte variabilité spatiale des paramètres suivis (mortalité et salinité). En effet, pour une même période donnée, les mortalités sont susceptibles de présenter des écarts importants (en 2007, les constats ont montré sur des cheptels équivalents des pertes comprises entre 10 et 70 % selon les secteurs évalués). De même, pour le paramètre salinité, sur de très petites échelles de temps (quelques heures) les facteurs de dilutions sont susceptibles de décupler (variant de 3 ‰ à 33‰).

Cette limite est par ailleurs augmentée par le nombre et la complexité des facteurs impliqués dans la dynamique d'apparition des phénomènes de dessalures furtives (coefficient de marée, pluviométrie, force et direction des vents) qui empêchent toute comparaison avec des conditions similaires antérieures intégrant un fonctionnement normal des portes à flots.

Possibilités offertes par la modélisation.

Parmi les outils actuellement développés par l'Ifremer, un modèle couplé physique-biologie, dont l'emprise couvre toute la Baie des Veys, a récemment été mis en place³. Ce travail, initié dans le cadre du programme MOREST, avait pour objectif d'apporter des éléments sur la réponse écophysiologique des huîtres à la variabilité spatio-temporelle des facteurs environnementaux. Le modèle développé offre des perspectives intéressantes dans le cadre de la question qui nous est soumise aujourd'hui. En effet, différentes simulations montrent qu'il reproduit relativement bien les dessalures furtives observées sur les parcs en période estivale. Cependant les limites actuelles du modèle sont fixées à l'aval des portes à flot, ce qui ne permet pas de pouvoir simuler directement une modification de leur régime d'ouverture et de fermeture. Une telle approche

³ GRANGERE Karine, 2009. Réponse écophysiologique de l'Huître creuse *Crassostrea gigas* à la variabilité spatio-temporelle des facteurs environnementaux. Etude par modélisation écologique. Thèse de doctorat de l'Université de Caen, 280p. (en cours de reprographie).

nécessiterait des développements importants que nous ne sommes pas en mesure de réaliser à court terme.

Cependant, il est prévu que l'exploitation et le développement de ce modèle soit poursuivi dans le cadre du projet OGIVE (un projet de recherche post-doctoral devrait démarrer sur ce sujet lors du dernier trimestre 2009 pour une durée de 18 mois). La base physique du modèle devant être mise à jour, il pourrait être envisagé, dans ce cadre, d'étudier la possibilité d'intégrer la problématique soulevée par les portes à flots.

Conclusion :

S'il n'est raisonnablement pas envisageable de pouvoir directement quantifier l'effet du maintien des portes à flots ouvertes en terme de survie des cheptels, la question de l'impact d'une telle mesure sur la dynamique des dessalures (en tant que facteur de risque et de stress identifié) peut être posée.

Les premiers éléments d'informations, portés à la connaissance du Comité Interdépartemental du 05 mars 2009, montrent que la mise en perspective des bénéfices attendus d'une démarche expérimentale en regard de l'effort nécessaire à sa mise en œuvre (coût, investissement, durée) doit être prise en compte.

En l'état actuel de nos connaissances et en regard des moyens dont dispose notre laboratoire sur le terrain, il est exclu de pouvoir évaluer de manière quantitative l'effet direct d'une modification du régime de fonctionnement des portes à flots sur la survie des cheptels. Au mieux pourrait-il être espéré pouvoir, d'un point de vue purement relatif, percevoir un changement dans la dynamique des dessalures associé à la période de maintien des portes à flots ouvertes. Cette perspective relève toutefois aujourd'hui de l'hypothèse.

En revanche, l'émergence récente de nouveaux outils reposant sur la modélisation offre des perspectives nouvelles. Le projet OGIVE, porté par notre laboratoire, en partenariat étroit avec les services de la DDAM 14 et la SRC, a pour objectif de pouvoir contribuer à apporter des réponses en termes de gestion des écosystèmes conchylicoles. A ce titre, la demande actuelle formulée par la filière conchylicole pourrait y être prise en compte. La mise en œuvre et l'exploitation du nouveau modèle hydrodynamique relatif à la Baie des Veys peut également constituer un élément de réponse à la demande qui vous est faite. Cependant ce travail doit se faire dans le cadre d'un contrat Post-doctoral (en attente de cofinancement) qui ne débutera que fin 2009. Nous pouvons vous proposer, à plus longue échéance (premier trimestre 2010) d'étudier la possibilité de prise en compte du fonctionnement des portes à flots et d'identifier plus finement les facteurs environnementaux les plus déterminants dans l'apparition des phénomènes de dessalures observés sur les parcs. Cette première démarche pourrait être un préalable à toute initiative expérimentale *in situ*.

Espérant vous avoir apporté des éléments clairs et pertinents dans le cadre de la requête qui vous est soumise, nous vous prions de recevoir, Monsieur le Sous-Préfet, l'assurance de nos salutations les plus respectueuses.

Chef de la Station