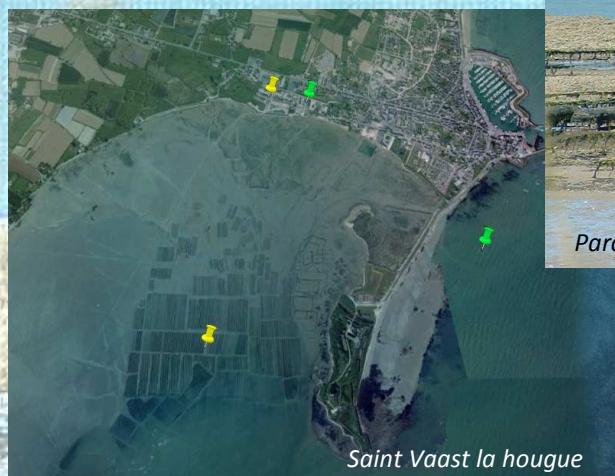


Suivi de la qualité des eaux de mer de pompage des zones conchyliologiques

Programme QUALIMEROP



Numéros d'identification du rapport : SMEL / CE– Prod / 2014 – 02

Diffusion : libre

Version du document : finale

Validé par OR-SPI-JLB

Date de publication : mars 2014

Nombre de page : 16

Bibliographie : oui

Illustrations : oui

Titre du rapport :

Suivi de la qualité des eaux de mer de pompage des zones conchyliicoles

Programme QUALIMEROP

Auteur principal :

Petinay S. & Basuya O.

Autres participants : Blin JL, T. Gauquelin, N. Laisney, V. Lefebvre

Organismes et adresses :

SMEL

Centre expérimental

ZAC de Blainville

50560 Blainville sur mer

DECISION DU COMITE SYNDICAL DU SMEL DU 27 janvier2012

Résumé :

La qualité de l'eau des pompages de quelques zones d'activités conchylicoles de la Manche est observée durant près de 2 ans. La comparaison est réalisée entre l'eau de mer prélevée au point de pompage et l'eau de mer prélevée au niveau du puisage. La qualité biologique de l'eau est basée sur le développement des larves d'oursins. Cette méthode permet d'obtenir 4 indicateurs permettant de qualifier une eau de mer. Un indice de qualité est calculé à partir de ces valeurs. La moyenne de cet indice sur les 2 ans de suivi permet de fournir une donnée compacte et de comparer les différentes eaux.

Le suivi montre une différence de qualité entre l'eau prélevée en mer et le point de puisage. L'eau de la Zac de Blainville ne permet pas un bon développement larvaire. La qualité de l'eau du nouveau pompage semble de qualité moindre au regard de Gouville sur mer et de Saint Vaast la Hougue. L'eau est de meilleure qualité au printemps et se dégrade en été. Des fluctuations importantes sont observées au niveau des points de puisage en fonction du taux d'utilisation du pompage, mais il semble qu'un bassin de stockage de grande taille permet d'améliorer légèrement la qualité.

Mots clés : larves d'oursins, bio indicateur, pompage zone d'activité

Sommaire

Introduction	4
Matériels et méthode	6
<i>Obtention des géniteurs</i>	<i>6</i>
<i>Le bio-test</i>	<i>6</i>
<i>Validité du test</i>	<i>7</i>
<i>Paramètres physico-chimiques</i>	<i>7</i>
<i>Les eaux de mer testées</i>	<i>7</i>
<i>Analyse des résultats</i>	<i>9</i>
Résultats	12
<i>Témoins</i>	<i>12</i>
<i>Les pompages</i>	<i>12</i>
Conclusion	15
Bibliographie	16

Introduction

L'utilisation des larves d'oursins comme bio-indicateurs de l'environnement est une méthode efficace et simple à mettre en œuvre dans la mesure où des oursins matures sont disponibles toute l'année. Cette technique est basée sur l'observation des taux de malformation et la mesure de la longueur des spicules d'une larve de quatre jours ayant été exposée à l'eau à tester (Pétinay *et al.*, 2009).

Afin d'avoir une évaluation plus précise de la qualité d'une eau, les résultats sont comparés avec une référence. Cette référence est une eau de mer reconstituée qui permet l'obtention de larves dont les spicules ont une longueur moyenne de l'ordre de 500µm. Ainsi, plus la mesure est éloignée de cette valeur, plus la toxicité de l'eau est accrue. Les taux de non développement, de malformations majeures et mineures des larves sont des indicateurs de toxicité supplémentaires qui peuvent être apportés. Ainsi, ces 4 indicateurs représentent trois niveaux de toxicité qu'il faut distinguer successivement en fonction de la qualité de l'eau en commençant par le non développement des larves qui correspond à une toxicité aigüe, puis les 2 taux de malformation et enfin la longueur moyenne des spicules.

Cette technique, utilisable en eau de mer peut l'être aussi en eau douce ou saumâtre après ajustement de la salinité.

Entre 2007 & 2008, un suivi a été réalisé sur les eaux de mer de la côte Ouest et la côte Est du Cotentin. Ce suivi a démontré la variabilité saisonnière de la qualité de l'eau de mer différente entre les deux secteurs. Alors, que sur les deux secteurs, la qualité de l'eau présente une petite diminution durant la période hivernale, le secteur Est présente en plus une forte baisse en été (Pétinay *et al.*, 2009).

D'autre part, des essais effectués à différents endroits du pompage de la zone d'activité Logimer au début des années 2000 avaient identifié une forte chute de qualité entre le pompage et les différents point de puisage.

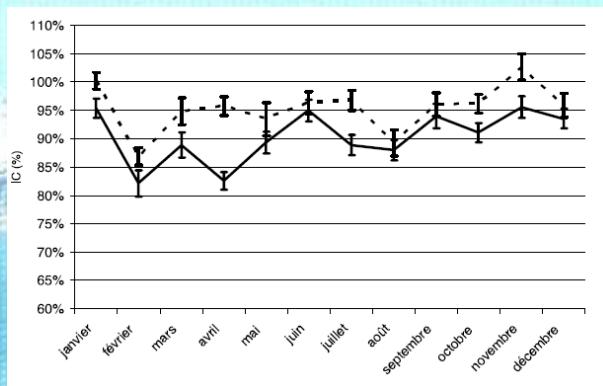


Figure 1- Evolution annuelle de l'indice de croissance des larves d'oursins (en pourcentage par rapport à l'eau de mer de référence) élevées dans de l'eau de la côte ouest du Cotentin [côte (trait plein) et large (pointillés)].

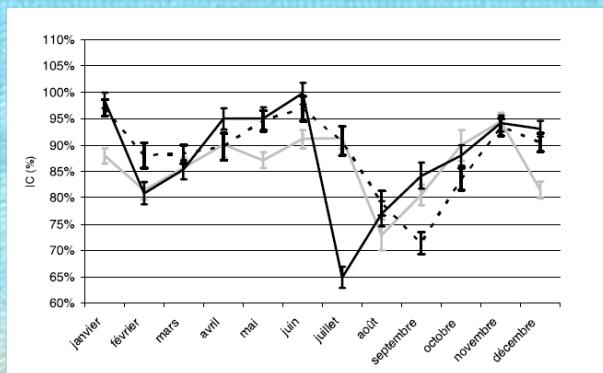


Figure 2- Evolution annuelle de l'indice de croissance des larves d'oursins (en pourcentage par rapport à l'eau de mer de référence) élevées dans de l'eau de la côte est du Cotentin [côte (trait plein) et large (pointillés) et port (gris)]

Ce suivi a pour objectif d'évaluer la qualité de l'eau des pompes dans différentes zones d'activités conchylicoles de l'ouest et de l'est du Cotentin. Une attention sera particulièrement portée à l'influence des équipements (canalisation) en faisant la distinction entre les prélèvements effectués en mer et ceux effectués au niveau du puisage.

Matériels et méthode

Obtention des géniteurs

Les oursins, *Paracentrotus lividus*, sont issus de l'élevage du centre expérimental du SMEL (Synergie Mer et Littoral) à Blainville sur Mer (France). Ils sont élevés en circuit semi-fermé, dans des structures thermorégulées à 18°C, jusqu'à atteindre une taille suffisante d'environ 40mm. Un cycle de maturation de 4 mois permet ensuite d'obtenir des animaux matures.

Le bio-test

L'émission des gamètes des oursins est déclenchée par injection de KCl à 35g/l dans la membrane périorale. La fécondation s'effectue par ajout de sperme dans l'eau de mer reconstituée contenant préalablement des ovules. Une observation microscopique des ovocytes fécondés permet d'évaluer le taux de fécondation qui doit être supérieur à 95% afin que le test soit retenu. Ensuite, cinq cents ovocytes fécondés sont disposés dans 100ml d'eau à tester.

Les échantillons sont laissés 4 jours dans une pièce à 18°C. Durant cette phase autotrophe, les larves ne sont pas alimentées, limitant ainsi les biais liés à l'apport d'éléments extérieurs. A la fin de cette période, les larves sont fixées avec 2ml de formaldéhyde.

Pour chaque échantillon testé sont évalués :

→ Le pourcentage de larves non développées (stade œuf fécondé, gastrula, blastula)

→ Les pourcentages de malformation au stade échinopluteus en séparant les larves difformes et les larves dont la forme générale est correcte mais présentant des anomalies (spicules croisés, spicules de tailles différentes, dédoublement de spicule...)

→ La longueur moyenne (\pm IC95) des spicules (20 larves mesurées)

Chaque série d'échantillons est validée par une référence (eau de mer reconstituée : EMR d'après Marin et al., 1987) effectuée en triplicat et par un test positif au cuivre (50 μ gCu/l). Une analyse de variance permet d'évaluer le niveau de significativité des différences mesurées (pour $\alpha=0,05$).

Validité du test

Le test est considéré comme étant valide si la différence entre le témoin positif et le témoin négatif est significative.

Paramètres physico-chimiques

Pour que le bio-test fonctionne correctement, le pH doit être compris entre 8,1 et 8,4 et la salinité doit être comprise entre 27,1psu et 34,7psu.



Photo 1 à 4 : Œufs non développés, malformation majeure, malformation mineure et larves normale

Les eaux de mer testées

Les eaux de mer ont été prélevées chaque mois en marée de vives eaux, de février 2012 à décembre 2013. Les points de prélèvements sont indiqués dans le tableau suivant et les figures 3 & 4:

Sites	Point de prélèvement			Point GPS	Abrév.
Blainville	Forage	smel	ZAC	49°04.530' 1°36.067'	ZAC-FOR
	Pompage	mer	ZAC (nouveau)	49°04.930' 1°37.380'	ZAC-POM
Blainville	pompage	mer	CABANOR	49°04.872' 1°36.774'	CAB-POM
	Reserve	terre	CABANOR	49°04.9' 1°36.48'	CAB-RES
Blainville	Large	mer	Les Nattes	49°03.439' 1°41.805'	NAT-LAR
Gouville	Reserve	terre	ZONE	49°06.0' 1°36.083'	ZG-RES
	Pompage	mer	ZONE	49°05.906' 1°37.753'	ZG-POM
St Vaast	Pompage	mer	Cul du loup	49°34.423' 1°16.973'	SV1-POM
	réserve	terre	Euromer	49°35.25' 1°16.87'	SV1-RES
St Vaast	Pompage	mer	face digue	49°34.72' 1°15.789'	SV2-POM
	réserve	terre	Conchymer	49°35.20' 1°16.66'	SV2-RES

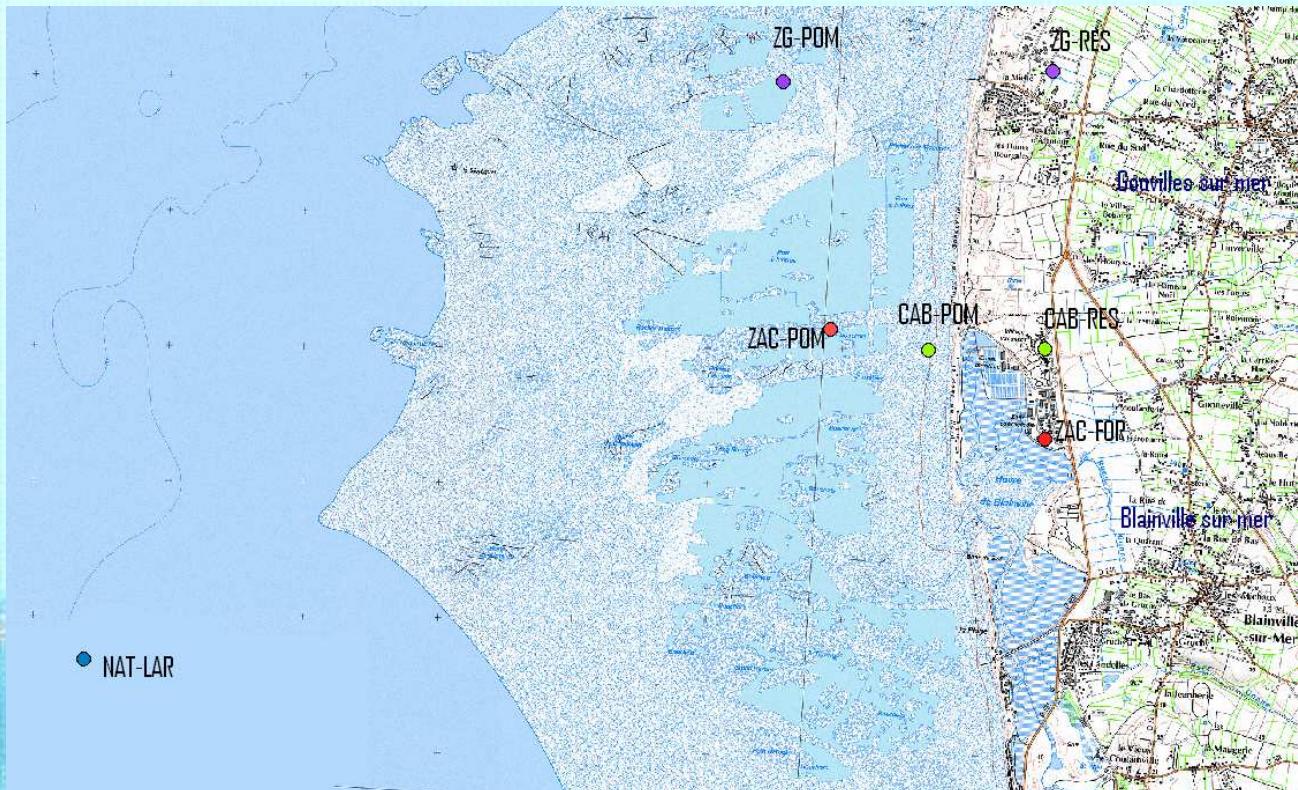


Figure 3 : Positionnement des points de prélèvement sur la façade Ouest du Cotentin

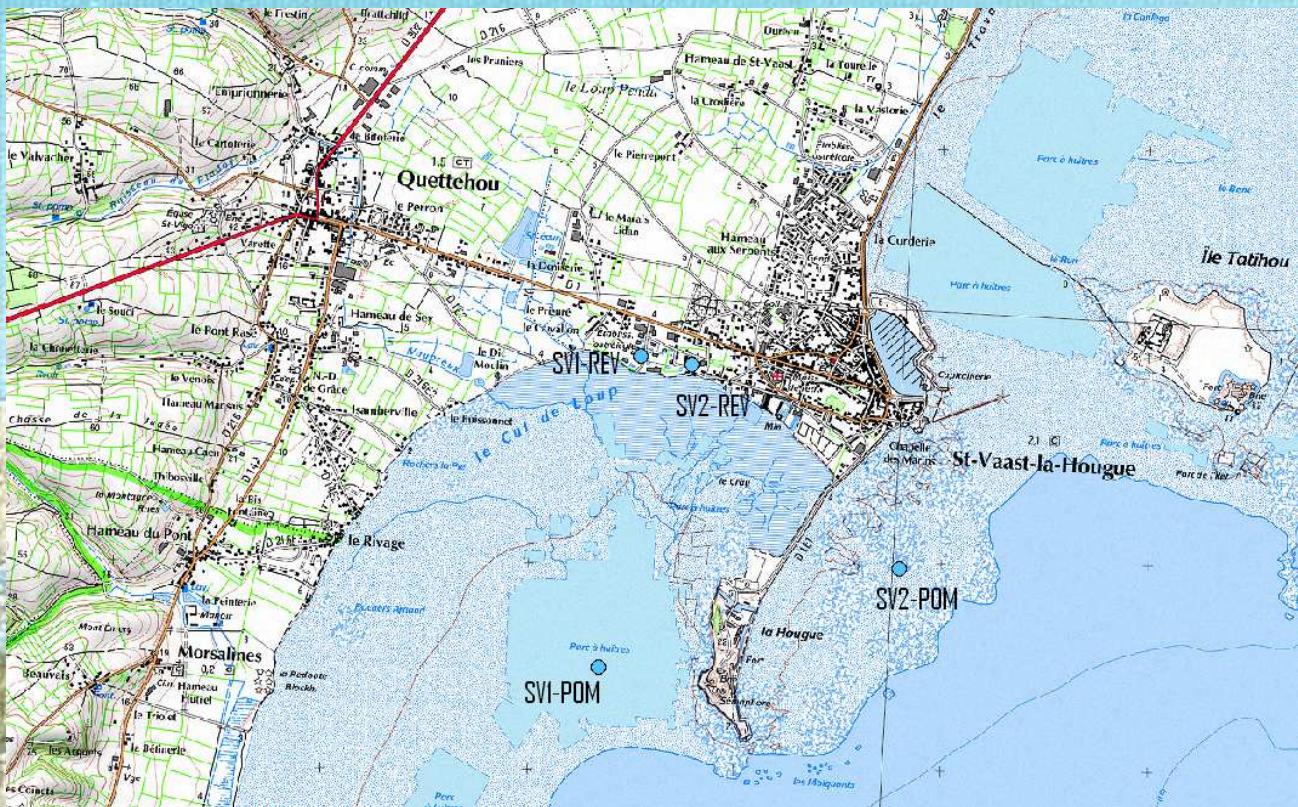


Figure 4 : Positionnement des points de prélèvement sur la façade Est du Cotentin

Analyse des résultats

La méthode de classification des eaux est basée sur le calcul d'un indicateur de qualité des eaux prenant en compte les quatre indicateurs pondérés de manière à permettre de donner plus de poids au non développement des larves (toxicité aigue) qu'aux taux de malformation ou à la longueur des spicules.

Pour chaque eau, un indice est calculé selon la méthode suivante :

- Les taux de non développement inférieurs à 5% sont jugés non significatifs et ne sont pas pris en compte
- Les quatre indicateurs sont normés à 100 pour obtenir 4 valeurs comprises entre 0 et 100 notamment en ce qui concerne la longueur des spicules normée et centrée à 500 µm. Par exemple une larve de 500 µm aura pour indicateur 0 (très bon développement) et une larve de 330 µm (mauvais développement) aura pour indicateur 100).
- La somme de ces quatre indicateurs pondérés permet d'obtenir IGP l'indice global pondéré :

$$IGP = I_{ls} + 5 \times I_{pm} + 10 \times I_{gm} + 20 \times I_{nd}$$

Avec I_{ls} = Indice de la longueur (0 à 100)

I_{pm} = Indice petite malformation (0 à 100)

I_{gm} = Indice grande malformation (0 à 100)

I_{nd} = Indice de non développement (0 à 100)

$I_{pm} + I_{gm} + I_{nd}$ (0 à 100)

Cet indice pondéré (IGP) est donc compris entre 0 et 2000 ; 0 représentant une eau permettant un excellent développement des larves et 2000 une eau qui ne permet pas le développement des larves.

A partir de cette valeur, l'indice de qualité peut être attribué :

IP	Indice de qualité	Effet biologique sur l'oursin
< 20	0	Développement conforme (470 - 530 µm)
20 – 50	1	Larves bien développées mais plus petites
50 -100	2	Larves plus petites avec quelques malformations mineures
100 – 200	3	Malformations mineures en quantités importantes
200 – 300	4	Malformations mineures & malformations majeures
300 – 400	5	Malformations majeures
400 – 500	6	Malformations majeures en quantité importante
500 – 600	7	Malformations majeures et œufs non développés
600 – 1 000	8	Quantité d'œufs non développés importante
>1000	9	Majoritairement des œufs non développés

La moyenne des indices de qualité est effectuée sur la période allant de février 2012 à décembre 2013 (23 mois).

Résultats

Témoins

Les mesures réalisées dans les témoins positifs (avec ajout de cuivre) ont toujours exprimé un développement des larves de moindre qualité que le témoin négatif (sans cuivre), ce qui permet de valider la méthode. Toutefois, le développement dans l'eau de mer reconstituée a été relativement variable. Cette variabilité peut être la résultante de 2 facteurs. Le premier provient de la qualité des conditionnements des géniteurs qui ont été réalisés partiellement dans une eau dont la qualité semble médiocre à certaines périodes. D'autre part, des interrogations se sont portées sur la qualité des produits chimiques utilisés pour la fabrication de l'eau de mer reconstituée. Néanmoins, les résultats peuvent être comparés les uns aux autres dans une même série de mesures. La technique statistique par rang où les résultats sont évalués partiellement les unes par rapport aux autres permet une bonne appréhension des résultats.

Les pompages de la ZAC de Blainville sur mer, Gouville sur mer et St Vaast la Hougue

Les indices moyens de qualité sont indiqués dans la figure 5. Plus cet indice est faible, meilleure est la qualité de l'eau. La qualité de l'eau issue du forage de la Zac de Blainville sur mer est de 3.35, très supérieure aux autres pompages. Cette eau ne permet généralement pas d'obtenir des larves viables ; le taux de malformation est très important. Cette mauvaise qualité est principalement la résultante de 2 facteurs : d'une part des dessalures importantes sont observées durant les périodes estivales avec une salinité pouvant descendre sous les 20‰ incluant donc environ 1/3 d'eau douce pouvant s'accompagner d'une pollution anthropique, et d'autre part, la longueur importante de tuyau peut entraîner une dégradation de la qualité de l'eau.

L'histogramme fait apparaître une dégradation de qualité de l'eau entre le point de pompage en mer et le point de puisage (ou bassin réserve) dans trois pompages :

Gouville sur mer et les deux pompages de Saint Vaast. La différence la plus importante est au niveau du pompage 2 de St Vaast qui semble moins utilisé avec des durées de stagnation de l'eau plus longues, le pompage de Gouville sur mer est dans la même configuration avec un pompage relativement peu utilisé par rapport à son dimensionnement.

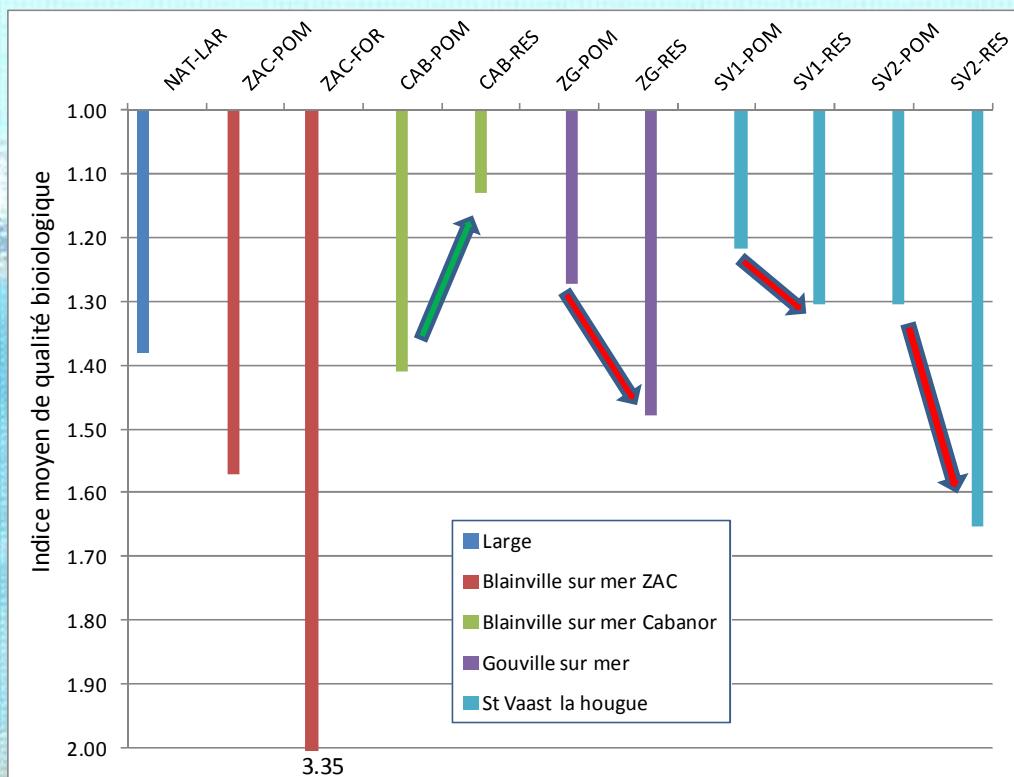


Figure 5 : Indice moyen de qualité biologique des eaux de mer, élaboré à partir du test larve d'oursins

Le pompage de la Cabanor suit une règle inverse; la qualité de l'eau dans le bassin semble légèrement supérieure à celle du point de pompage en mer. Cela est sans doute dû d'une part à la taille du bassin de stockage qui peut permettre une amélioration de la qualité de l'eau et d'autre part à la plus courte durée de stagnation dans le tuyau. Toutefois, il faut noter que la qualité de l'eau de mer au niveau du pompage de Blainville sur mer est moins bonne que celle de Gouville sur mer et Saint Vaast la Hougue. Bien que la qualité moyenne de l'eau du bassin de la Cabanor soit meilleure qu'au niveau du pompage en mer, il faut noter une grande hétérogénéité entre les prélèvements où ponctuellement la qualité de l'eau se dégrade de façon importante (juin 2012, août 2012, février 2013, décembre 2013); le système d'alimentation double entre le pompage en mer et le remplissage par le havre pourrait en être la cause. En effet, lors du remplissage du bassin par cette

seconde option, l'eau dessalée du havre pénètre en grande quantité dans le bassin de stockage. Ceci est particulièrement visible en février 2013 où la salinité dans l'eau du pompage est de 33.5‰ alors qu'elle n'est que de 30.7‰ dans le bassin.

Le futur pompage de la ZAC de Blainville sur mer

Les observations réalisées sur l'eau prélevée au niveau du nouveau pompage de la ZAC montrent une eau de plus faible qualité. Le panache de la sortie du havre de Blainville sur mer, porté par le courant dominant sud-nord plaque une partie de l'eau issue du havre près de la côte.

On notera que la qualité de l'eau prélevée aux Nattes à environ 3 milles de la côte peut être également ponctuellement de qualité moindre (mars 2013, novembre 2013).

Evolution saisonnière de la qualité de l'eau pompée

En réalisant une moyenne mensuelle de l'ensemble des pompages (fig. 6), il s'avère que la qualité de l'eau est meilleure au printemps et se dégrade en été. Ce constat avait déjà été fait lors du suivi des eaux en 2008 (Pétinay *et al.*, 2009), en particulier sur la côte Est du Cotentin.

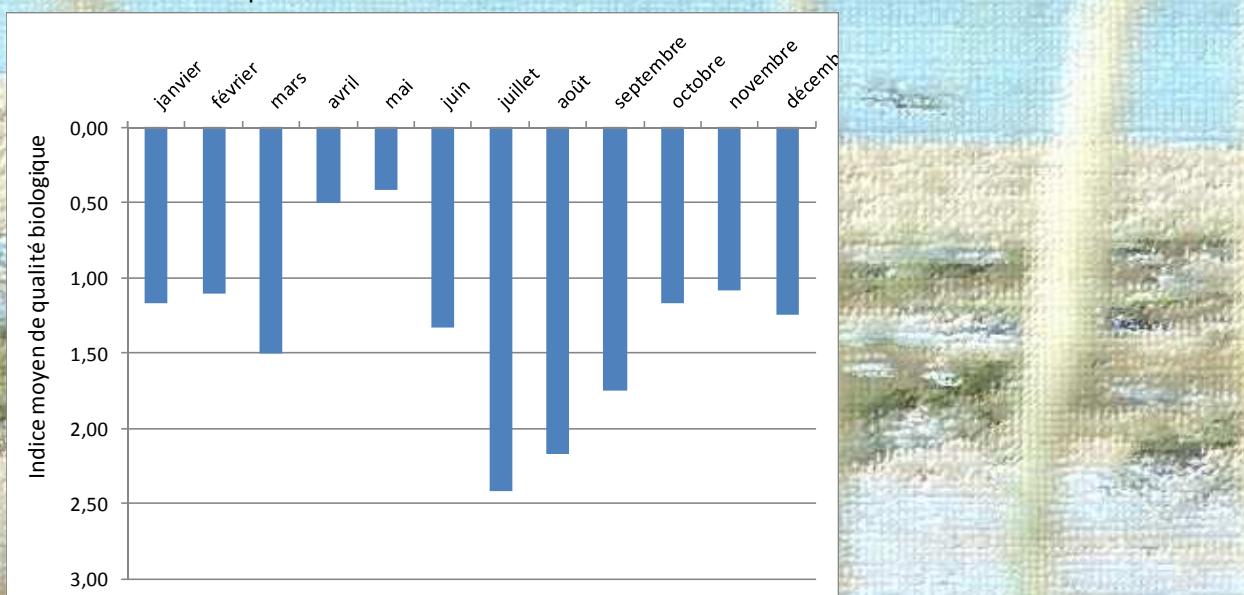


Figure 6 : Indice moyen de qualité biologique des eaux de mer élaboré à partir du test larve d'oursins

Conclusion

Les difficultés techniques (qualité de l'eau de mer de référence, qualité de maturation des géniteurs) apparues dans ce suivi ne permettent pas d'avoir une vision aussi fine que les résultats obtenus en 2008. L'incidence porte principalement sur la difficulté d'inter-comparer les résultats mensuels autrement que par une moyenne globale. Toutefois, la comparaison dans une même série reste correcte. Bien que la perte d'information soit importante, l'analyse effectuée partiellement via la technique par rang permet d'obtenir une vision globale des différents pompages. Voici les principales conclusions :

1- La circulation de l'eau dans les réseaux d'adduction entraîne une baisse de qualité de l'eau, d'autant plus grande que la longueur du tuyau et que les temps de résidence sont importants

- De ce fait, la qualité de l'eau au point de puisage peut être très variable en fonction du régime d'utilisation du pompage.

2- L'eau de forage de la Zac de Blainville sur mer est généralement d'une qualité ne permettant pas un bon développement des larves d'oursins

3- La qualité de l'eau prélevée au niveau du futur pompage de la Zac de Blainville sur mer engendre généralement une mauvaise croissance des larves. Le grand volume du bassin de stockage pourrait permettre d'améliorer cette qualité comme le montre le bassin de Cabanor.

4- La qualité de l'eau est globalement meilleure au printemps au niveau des points de prélèvement.

Bibliographie

Pétinay S, Chataigner C, Basuya O, 2009. Standardisation du développement larvaire de l'oursin, *Paracentrotus lividus*, pour l'évaluation de la qualité d'une eau de mer. C. R. Biologies 332 : 1104-1114



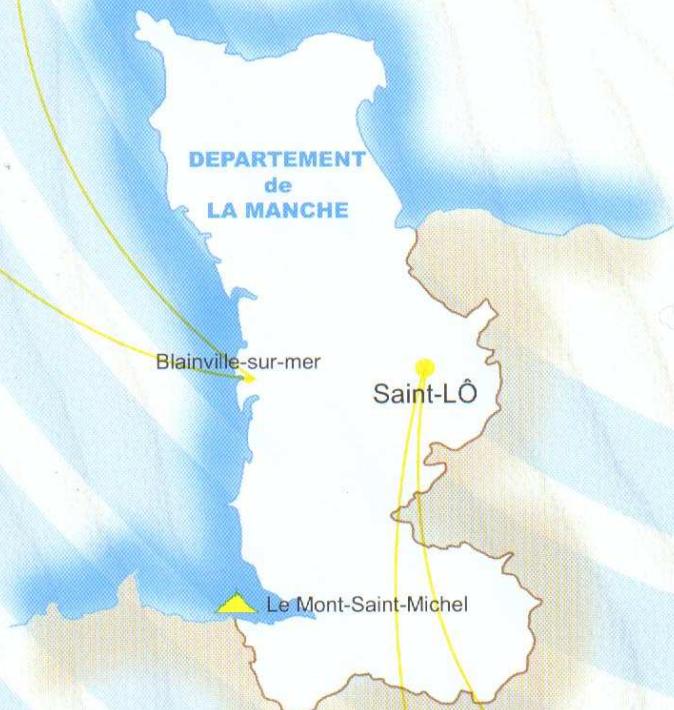
Centre Expérimental :
Zone Conchylicole
Parcelle n°45

50 560 Blainville sur mer

Tél : 02 33 76 57 70

Fax : 02 33 76 57 79

e-mail : contact@smel.fr



Siège Social :
Maison du Département
50 008 Saint-Lô Cedex
Tél : 02 33 05 96 50
Fax : 02 33 05 95 86
e-mail : contact@smel.fr