

Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

Laboratoire Environnement et Ressources de Concarneau
Laboratoire Environnement et Ressources Morbihan - Pays de
Loire

Jean-Yves Piriou
Édouard Bédier

RST.LER/CC/07.08

ifremer

Suivi environnemental de l'estuaire de l'Aber Wrac'h

**dans le cadre des travaux
d'extension du port de Landéda**

(Finistère-Nord / France)

Deux premières années d'études
juillet 2005 – septembre 2007



Novembre 2007

Type de rapport : RST (R apports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : LER/FBN//CC/07.08	date de publication : novembre 2007 nombre de pages : 47 p.+annexes bibliographie : oui illustration(s) : oui
Diffusion : Validé par : Claude Le Bec	langue du rapport : Français
Titre et sous-titre du rapport : Suivi environnemental de l'estuaire de l'Aber Wrac'h dans le cadre des travaux d'extension du port de Landéda Deux premières années d'études / juillet 2005 – septembre 2007	
Auteurs principaux : nom, prénom PIRIOU Jean Yves BEDIER Edouard	Organisme/station /département /laboratoire Ifremer / LER / FBN - Brest Ifremer / LER / MPL - La Trinité sur mer
Collaborateurs : nom, prénom ANNEZO Jean Pierre BOULBEN Sylviane CLAUDE Serge	Organisme / station / laboratoire Ifremer / LER / FBN - Brest Ifremer / LER / FBN - Concarneau Ifremer / LER / MPL - La Trinité sur mer
Organisme commanditaire : Brest Métropole Aménagement 13 Place Napoléon 3 CS 23821 29238 Brest cédex 3 Maître d'ouvrage délégué de la CCPA	
Titre du contrat : marché d'études Opération 9003 – PORT DE L'ABER WRAC'H N°05.582 du 5 sept 2005	
Organisme réalisateur : nom, adresse <i>Ifremer Centre de Brest, B.P. 70, 29 280 Plouzané</i> Responsable scientifique : <i>Jean Yves PIRIOU - IFREMER / LER / FBN</i>	
Cadre de la recherche : Thème 2 : Surveillance, usage et mise en valeur des zones côtières. Programme PGB03 : Surveillance et évaluation de l'état des eaux littorales.	
Projet PJB0301 : coordination et animation du programme. Action B030103A1 : Suivi Aber Wrac'h	

RESUME :

Dans le cadre des travaux d'extension du port de Landéda, un suivi environnemental de l'estuaire de l'Aber Wrac'h a été commandé par Brest Métropole Aménagement (BMA), maître d'ouvrage délégué de ces travaux.

L'objectif de ces études est de suivre l'impact éventuel des travaux portuaires sur le milieu marin proche. Ce suivi, mené entre juillet 2005 et septembre 2007, donne les résultats suivants :

- Les deux périodes de travaux de terrassement portuaire n'ont pas eu d'impact négatif mesuré sur l'ostréiculture locale. En effet les différents suivis sur les huîtres concernant les paramètres E. coli, TBT, HAP, métaux lourds ainsi que les analyses biométriques et de mortalité, n'ont pas montré de valeurs anormales liées à ces travaux.
- Les analyses réalisées en septembre 2005, donc avant le début des travaux, ont révélé une contamination préexistante des huîtres et de la faune sauvage par le tributylétain (TBT), élément très nocif pour les animaux marins. Ces valeurs de TBT dans les huîtres ont régulièrement et fortement régressé pendant la période d'étude, de juillet 2005 à avril 2007. Il est vraisemblable que ceci soit dû à un changement de comportement des propriétaires de bateaux.
- Par contre les valeurs de mercure et de plomb ont légèrement augmenté tout en restant largement en dessous des seuils réglementaires.
- Hormis les niveaux de mortalité constatés à Paluden, site le plus éloigné du port, et le plus amont de l'aber, les données biométriques observées sur l'ensemble des lots d'huîtres suivis entre octobre 2005 et septembre 2007 témoignent d'une évolution normale des cheptels.

Mots-clés : huîtres, *Echerichia coli*, TBT, HAP, métaux lourds, biométrie, mortalité, croissance.

Commentaire :

Ce document doit être cité de la manière suivante :

Référence générale

PIRIOU J.Y., BEDIER E., 2007. Suivi environnemental de l'estuaire de l'Aber-Wrac'h dans le cadre des travaux d'extension du port de Landéda ; deux premières années d'études juillet 2005 –septembre 2007. Rapp. Ifremer RST.LER/FBN/CC/07.08, novembre 2007, 47 p. et annexes

Sommaire

PAGE

FICHE DOCUMENTAIRE	1
SOMMAIRE	3
1. OBJET DE L'ETUDE	4
2. SITUATION GEOGRAPHIQUE	5
3. SUIVI D'<i>Echerichia coli</i> DANS LES HUÎTRES	6
4. SUIVI DES HAP DANS LES HUÎTRES	8
5. SUIVI DES COMPOSES ORGANO-ETAIN DANS LES HUÎTRES	11
6. SUIVI DES METAUX LOURDS DANS LES HUÎTRES	13
7. ESTIMATION DES MORTALITES ET CROISSANCES	16
8. SUIVI BIOMETRIQUE DES HUÎTRES	29
9. CONTRÔLE DES MATIERES EN SUSPENSION DANS L'EAU	43
10. CONCLUSION	44
11. BIBLIOGRAPHIE	45
12. LISTE DES FIGURES	47
13.	
ANNEXES : Résultats des analyses	48

1. OBJET DE L'ETUDE

Cette étude, financée par la CCPA via le BMA (maître d'ouvrage délégué), consiste à réaliser avant, pendant et après la période des travaux d'extension du port de l'Aber Wrac'h :

- Un suivi de la qualité des huîtres (ou suivi ostréicole).
- Un contrôle des matières en suspension dans l'eau marine pendant chacune des deux phases de travaux (par voie terrestre puis par voie marine).
- La recherche de tributylétain chez une espèce bioindicatrice permettant la mise en évidence d'un éventuel impact sur la faune sauvage (indice imposex).

Le suivi ostréicole se fait sur :

- a) Différents paramètres d'analyses internes de la chair des huîtres, à savoir,
 - la bactériologie (le germe témoin de contamination fécale *Echerichia coli*) ;
 - les métaux lourds (cadmium, mercure et plomb) ;
 - les 16 formes d'hydrocarbures polyaromatiques (HAP) ;
 - le Tributylétain (TBT) et ses 2 formes décomposées (DBT et MBT).
- b) Des éléments externes ou généraux, comme
 - le taux de mortalité ;
 - la croissance pondérale ;
 - la biométrie.

Les prélèvements d'huîtres sont effectués par les laboratoires Ifremer de Concarneau et de La Trinité-sur-mer.

Les analyses sont réalisées par :

- Les laboratoires Ifremer de Concarneau (*E. coli*) et La Trinité-sur-Mer (mortalités, croissance, et biométrie).

Et, en sous-traitance de l'Ifremer, par :

- Le laboratoire IDHESA de Brest (métaux lourds, HAP, et TBT).
- Le bureau d'études In Vivo-Environnement de La Forêt-Fouesnant (contrôle ponctuel des matières en suspension dans l'eau de l'estuaire pendant les travaux)

L'objectif global de ces études est d'identifier et quantifier un éventuel impact des travaux du port sur la qualité des huîtres et des eaux de l'estuaire de l'Aber Wrac'h. Les travaux portuaires ont eu lieu en plusieurs périodes :

Voie terrestre : mi-octobre à mi-décembre 2005 puis 7 novembre à 15 décembre 2006 ;

Voies terrestre et nautique : 4 janvier 2007 à 15 avril 2007.

2. SITUATION GEOGRAPHIQUE DES POINTS DU SUIVI OSTREICOLE

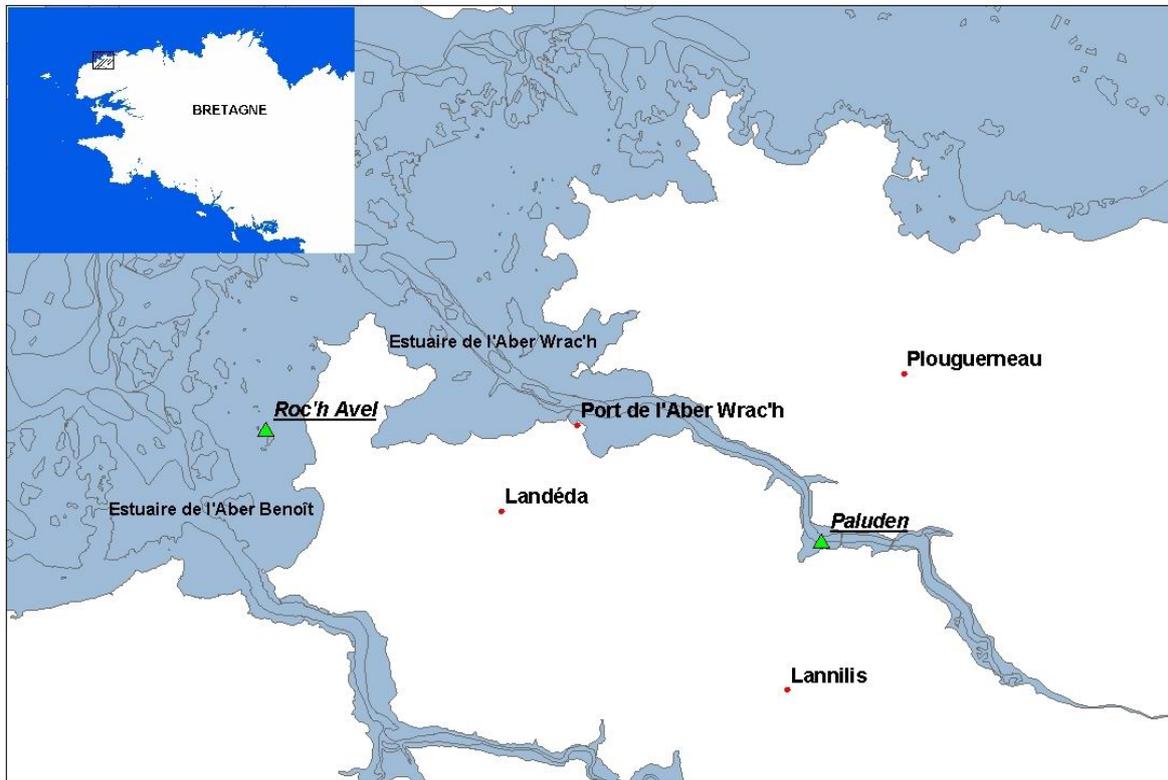


Figure 1a : situation de l'Aber Wrac'h et des deux points de référence

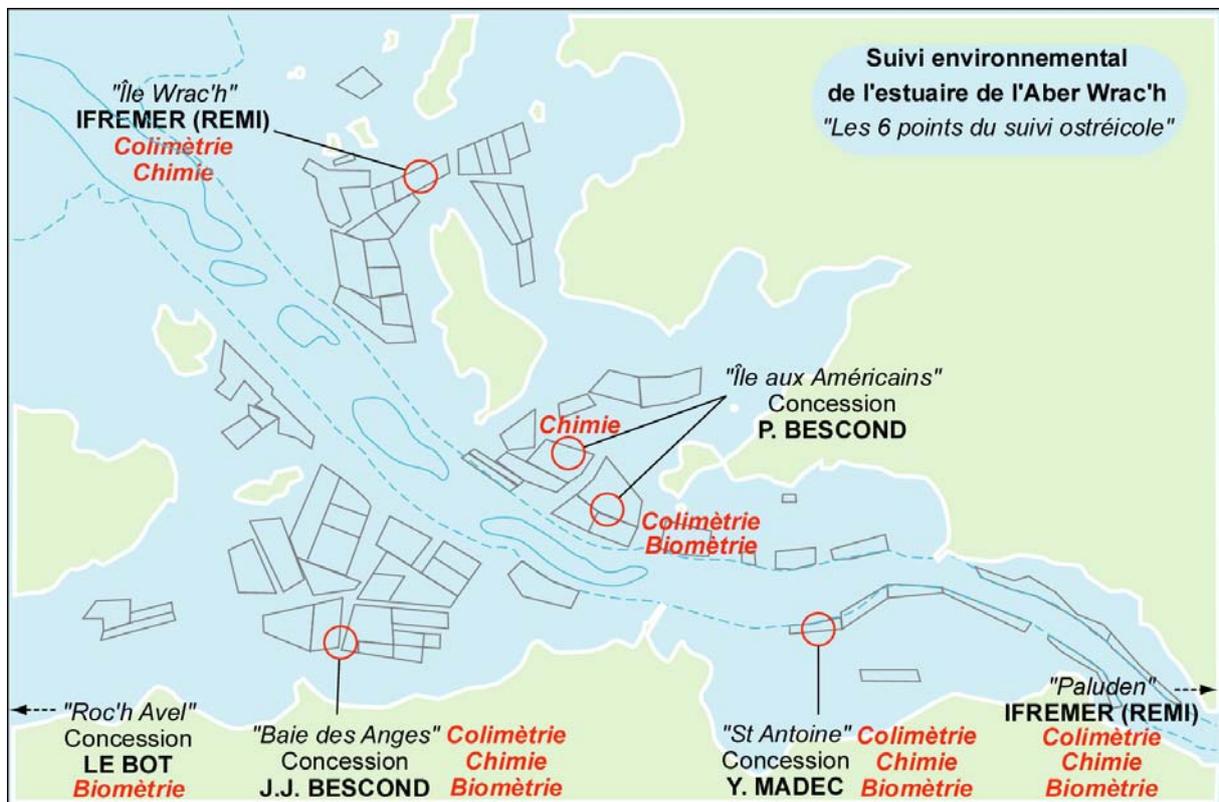


Figure 1 B : carte des points de suivi ostréicole dans l'estuaire de l'Aber Wrac'h

3. SUIVI D'*ECHERICHIA COLI* (*E. COLI*) DANS LES HUITRES

Le contrôle se fait en général tous les mois aux 5 points sélectionnés dans l'estuaire.

Deux points sont des points officiels du réseau national REMI : Le point dénommé *Paluden* est suivi mensuellement ; le point dénommé *île Wrac'h* est un point de contrôle bimensuel.

Les 3 autres points ont été installés spécifiquement pour l'étude en concertation et avec l'aide des ostréiculteurs.

Les prélèvements et les analyses sont réalisés par le laboratoire environnement ressources de Concarneau.

3.1. Résultats des analyses bactériologiques dans les huîtres aux 5 points « colimétrie » de l'Aber Wrac'h

Dates/ points	Paluden	Saint Antoine	Ile aux Américains	Baie des Anges	Ile Wrac'h
19 sept.2005	1 700	100	260	inf. 100	150
19 oct.2005	1 400	150	670	inf. 100	380
15 nov.2005	190	1 100	inf. 100	330	170
5 déc.2005	230	inf. 100	230	150	inf. 100
4 janv.2006	4 900	270	250	inf. 100	140
4 fév.2006	1 100	980	inf. 100	inf. 100	inf. 100
16 mars 06	inf. 100	inf. 100	inf. 100	inf. 100	inf. 100
11 juil.2006	3 200	1 700	1 900	2 400	6 100
11 sept. 2007	290	100	100	100	100
9 oct. 2007	3500	420	100	130	360
6 nov. 2007	330	100	290	340	2400
5 déc. 2007	3400	1200	2600	680	360
23 janv. 2007	2300	490	18	110	230
20 fév. 2007	2600	45	460	490	1100
20 mars 2007	3000	45	20	78	
17 avril 2007	4300	78	110	310	1800
15 mai 2007	2200	170	220	330	1700
14 juin 2007	2700	130	20	18	1900
27 sept. 2007	4100	130	1300	230	790

Tableau 1 : *E. coli* (nombre par 100 grammes de chair et liquide intervalvaire)

Evolution de la contamination en *E.coli* dans les huîtres
à chaque point de suivi de l'Aber Wrac'h
entre sept 2005 et sept 2007

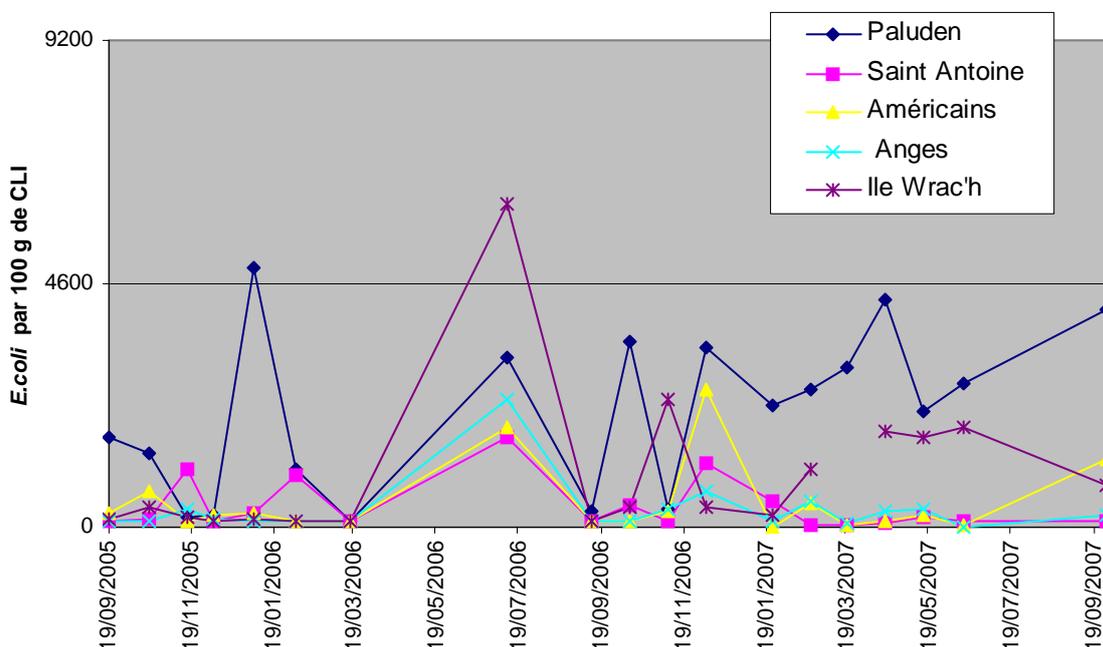


Figure 2 : résultats des concentrations en *E.coli* dans chaque échantillon d'huîtres (*E.coli*/100 g CLI)

3.2. Commentaires

Ces analyses effectuées pendant 2 ans sur les 5 points de l'estuaire de l'Aber Wrac'h ne permettent pas à elles seules de classer les 2 zones conchylicoles de cet Aber. En effet, le classement qualitatif des zones conchylicoles ne peut se faire que sur des séries minimales de 24 analyses par point durant 3 ans.

Cependant, les valeurs limites entre les classes sont des références pour situer les niveaux de contamination des huîtres (d'après Le règlement CE n°1666-2006 du 6 novembre 2006).

Classe A	100 % inf. à 230 <i>E. coli</i>
Classe B	Plus de 90 % inf. à 4 600 <i>E. coli</i> et moins de 10% supérieurs à 4 600 <i>E. coli</i>
Classe C	Pas en A ou B avec 100 % inf. à 46 000 <i>E. coli</i>

Environ la moitié des valeurs sont inférieures ou égales à 230 *E. coli* par 100 g de chair et liquide intervalvaire (CLI). D'un autre côté, seules deux valeurs dépassent 4600 *E. coli*, l'une à Paluden en janvier 2006 et l'autre à l'Ile Wrac'h en juillet 2006.

En comparaison des autres secteurs conchylicoles du Nord-Finistère, et en dehors du point amont de Paluden (non impactable par le port de Landéda), l'estuaire aval de l'Aber Wrac'h est globalement de bonne qualité bactériologique entre septembre 2005 et septembre 2007 (valeur de B assez proche de A). Seul le point Ile Wrac'h possède une tendance à la dégradation à partir de mi-2006.

Les concentrations en *E. coli* dans les huîtres de l'estuaire de l'Aber Wrac'h n'ont pas d'évolution marquée entre septembre 2005 et septembre 2007 sauf au niveau des points Paluden et Ile Wrac'h où la fin de l'année voit une augmentation des contaminations qui se prolongent après les travaux portuaires. Le point Paluden est

en dehors de la zone impactée par le port de Landéda. Au point Ile Wrac'h il n'y a pas de corrélation évidente entre les périodes de contamination accentuée et les travaux portuaires.

Les fortes augmentations analysées, d'une part au point Paluden le 4 janvier 2006, et d'autre part les 11 juillet et 5 décembre 2006 sur tous les points, sont vraisemblablement dues à des apports des bassins versants..

4. SUIVI DES HAP DANS LES HUITRES

Les prélèvements d'huîtres ont été effectués aux 5 points du suivi ostréicole

- une première fois le 19 septembre 2005 avant les travaux portuaires,
- une seconde fois le 31 décembre 2005 après l'arrêt des premiers travaux,
- et enfin le 11 juillet 2006.

Les analyses complètes ont été réalisées au Pôle analytique des eaux, laboratoire agréé situé à Plouzané.

	Paluden			Saint Antoine			Américains Bilou			Baie des Anges			Ile Wrac'h		
	19-sept 2005	31-déc 2005	11-juil 2006	19-sept	31-déc	11-juil	19-sept	31-déc	11-juil	19-sept	31-déc	11-juil	19-sept	31-déc	11-juil
fluoranthène	28	48	28	12	23	15	15	35	11	10	20	8	10	28	11
Benzo(b) fluoranthène	23	20	22	11	10	11	10	12	8	8	8	5	6	7	5
Benzo(k) fluoranthène	11	8	10	10	4	5	4	5	4	3	4	3	2	3	2
Benzo(a) pyrène	6	11	3	inf.1	6	2	2	8	inf.1	2	5	inf.1	2	3	inf.1
indénopyrène	3	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	2	inf.1	inf.1	2	inf.1	inf.1	2	inf.1	inf.1
Benzo(ghi) perylène	4	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	2	inf.1	inf.1	2	inf.1	inf.1	2	inf.1	inf.1
naphtalène	2	inf.1	inf.5	2	inf.1	inf.5	2	inf.1	inf.5	inf.1	inf.1	inf.5	inf.1	inf.1	inf.5
acénaphthylène	inf.1	2	inf.3	inf.1	inf.1	inf.3	1	2	inf.3	inf.1	inf.1	inf.3	inf.1	2	inf.3
acénaphthène	2	2	inf.3	inf.1	inf.1	inf.3	2	inf.1	inf.3	inf.1	inf.1	inf.3	2	inf.1	inf.3
Fluorène	2	4	inf.3	3	2	inf.3	2	3	inf.3	inf.1	2	inf.3	2	2	inf.3
Phénanthrène	3	17	8	3	8	5	4	14	4	3	8	3	3	13	4
Anthracène	2	2	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	2	2	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	2	inf.1	inf.1
Pyrène	26	50	18	10	20	8	11	29	7	11	17	3	7	22	6
Benzo(a) anthracène	11	19	8	5	9	inf.1	5	12	inf.1	5	7	inf.1	3	8	inf.1
Chrysène	10	18	19	8	11	8	5	16	6	5	11	4	4	13	5
Dibenzo(a,h) anthracène	1	1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1
Somme des 16 HAP	inf. 135	inf. 205	inf. 134	inf. 71	inf. 100	inf. 73	inf. 70	inf. 143	inf. 60	inf. 70	inf. 89	inf. 46	inf. 50	inf. 107	inf. 53

*Tableau 2 : Résultats d'analyses en microgrammes par kilogramme de matière sèche de chair d'huîtres
entre septembre 2005 et juillet 2006*

	Paluden			Saint Antoine			Américains Bilou			Baie des Anges			Ile Wrac'h		
	11-sept 2006	02-fév 2007	17-avri 2007	11-sept	02-fév	17-avri	11-sept	02-fév	17-avr	11-sept	02-fév	17-avri	11-sept	02-fév	17-avr
fluoranthène	34	49	48	12	28	20	10	31	28	12	26	21	11	32	24
Benzo(b) fluoranthène	5	39	35	2	30	15	2	53	27	inf.1	22	17	inf.1	27	18
Benzo(k) fluoranthène	2	17	16	inf.1	12	6	inf.1	21	11	inf.1	9	6	inf.1	11	7
Benzo(a) pyrène	4	12	11	2	7	4	inf.1	14	6	inf.1	4	3	inf.1	5	3
indénopyrène	inf.1	7	6	inf.1	4	3	inf.1	5	5	inf.1	2	inf.1	inf.1	3	3
Benzo(ghi) perylène	inf.1	9	9	inf.1	5	inf.1	inf.1	5	5	inf.1	3	inf.1	inf.1	4	3
naphtalène	inf.5	inf.5	inf.1	inf.5	inf.5	inf.1	inf.5	inf.5	inf.1	inf.5	inf.5	inf.1	inf.5	inf.5	inf.1
acénaphtylène	inf.3	4	7	inf.3	inf.3	2	inf.3	inf.3	inf.1	inf.3	inf.3	inf.1	inf.3	inf.3	inf.1
acénaphthène	inf.3	inf.3	4	inf.3	inf.3	11	inf.3	inf.3	inf.1	inf.3	inf.3	inf.1	inf.3	inf.3	2
Fluorène	4	5	inf.1	inf.3	inf.3	inf.1	inf.3	inf.3	inf.1	inf.3	inf.3	inf.1	inf.3	6	inf.1
Phénanthrène	7	14	21	3	10	7	3	10	7	4	10	2	4	14	11
Anthracène	2	5	3	inf.1	3		inf.1	3	inf.1	inf.1	2	inf.1	inf.1	3	inf.1
Pyrène	35	49	47	11	29	15	9	48	19	9	23	12	8	26	11
Benzo(a) anthracène	10	20	20	4	12	8	4	19	10	4	8	5	2	9	6
Chrysène	21	23	24	9	18	11	7	24	15	7	14	9	7	17	12
Dibenzo(a,h) anthracène	inf.1	3	2	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1	inf.1
Somme des 16 HAP	inf. 138	inf. 264	inf. 255	inf. 62	inf. 173	inf. 107	inf. 55	inf. 248	inf. 139	inf. 57	inf. 138	inf. 83	inf. 53	inf. 169	inf. 105

*Tableau 3 : Résultats d'analyses en microgrammes par kilogramme de matière sèche de chair d'huîtres
entre septembre 2006 et avril 2007*

Teneurs en HAP dans les huîtres de l'estuaire de l'Aber Wrac'h entre sept. 2005 et avril 2007

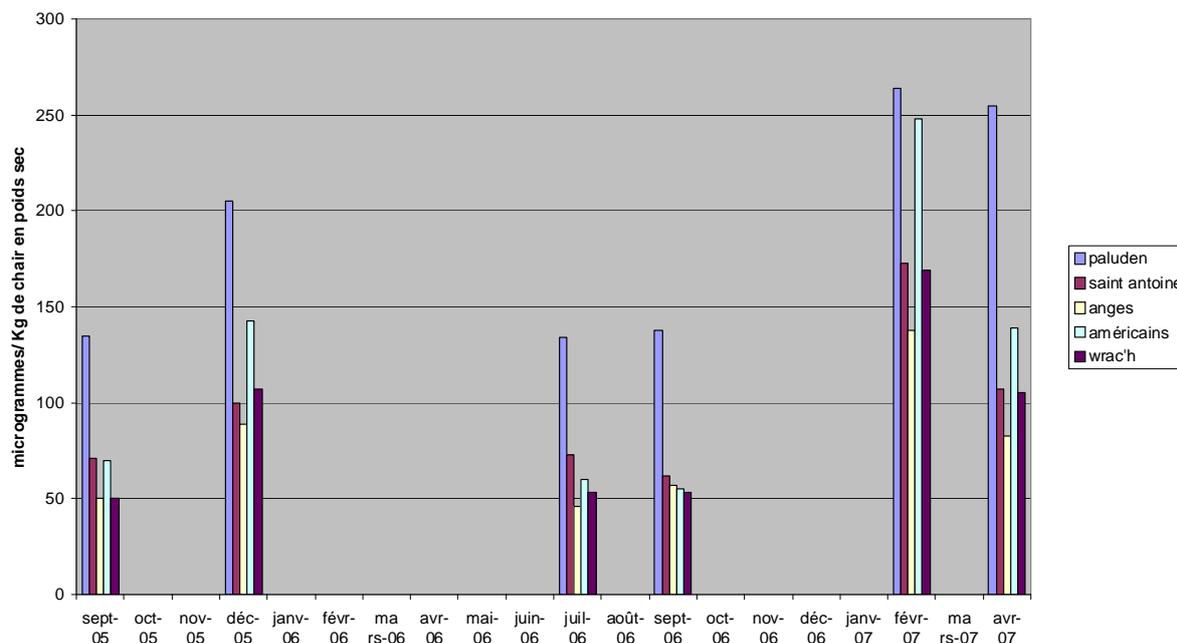


Figure 3 : concentrations en Hydrocarbures Polyaromatiques à chaque point de suivi aux 6 périodes

La plupart des éléments chimiques ont des teneurs faibles lors des six dates de prélèvements. Trois éléments : le fluoranthène, le benzo(b)fluoranthène et le pyrène représentent en général environ la moitié de la concentration totale des 16 éléments HAP. Les valeurs montent en hiver pour descendre au printemps et atteindre leurs niveaux les plus bas en été.

Un rapport proche de la valeur 1 entre les deux éléments fluoranthène et pyrène existe généralement dans toutes les séries de mesures. Ce rapport proche de l'unité indiquerait une origine naturelle de ces hydrocarbures (dégradation de végétaux en automne) (source Pôle analytique des eaux).

Des montées hivernales de HAP ont été constatées dans les huîtres des 5 points de suivi de l'Aber Wrac'h. Tous les points suivent globalement les mêmes évolutions, qu'ils soient proches ou éloignés du port de Landéda. Ces valeurs de HAP, même en hiver, restent de niveau faible (inférieures à 264 µg/kg) et se situent toutes largement en-dessous du seuil de 500 µg/kg qui est la valeur-guide fixée par l'AFFSA et de 1000 µg/kg qui est la valeur impérative fixée par la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (in Bulletin RNO, 2002). Toutes les valeurs de septembre 2005 à avril 2007 sont donc à classer en bonne qualité concernant les hydrocarbures polyaromatiques dans les huîtres de l'estuaire de l'Aber Wrac'h.

5. SUIVI DES COMPOSES ORGANO-ETAIN DANS LES HUITRES

Les prélèvements d'huîtres pour l'analyse du tributyl-étain (TBT) ont été réalisés en même temps et aux mêmes points que ceux destinés aux mesures de HAP.

Les analyses ont également été effectuées par le Pôle Analytique des Eaux.

	Paluden			Saint Antoine			Américains Bilou			Baie des Anges			Ile Wrac'h		
	19-sept 2005	31-déc 2005	11-juil 2006	19-sept	31-déc	11-juil	19-sept	31-déc	11-juil	19-sept	31-déc	11-juil	19-sept	31-déc	11-juil
TBT	145	93	144	235	54	53	129	43	47	94	49	36	60	34	29
DBT	16	12	9	10	13	inf.5	8	11	inf.5	9	8	inf.5	9	7	inf.5
MBT	Inf.à 5	Inf.à 5	inf.5	Inf.à 5	Inf.à 5	inf.5	Inf.à 5	Inf.à 5	inf.5	Inf.à 5	Inf.à 5	inf.5	Inf.à 5	Inf.à 5	inf.5

Tableau 3 : Résultats d'analyses en microgrammes de TBT par kilogramme de matière sèche de chair d'huître entre septembre 2005 et juillet 2006

	Paluden			Saint Antoine			Américains Bilou			Baie des Anges			Ile Wrac'h		
	11-sept 2006	02-fév 2007	17-avr 2007	11-sept	02-fév	17-avr	11-sept	02-fév	17-avr	11-sept	02-fév	17-avr	11-sept	02-fév	17-avr
TBT	25	120	33	26	70	45	24	35	23	20	45	35	Inf.à 5	35	20
DBT	Inf.à 5	If.à 10	If.à 10	9	If.à 10	If.à 10	Inf.à 5	If.à 10	If.à 10	Inf.à 5	If.à 10	If.à 10	Inf.à 5	If.à 10	If.à 10
MBT	Inf.à 5	If.à 10	If.à 10	21	If.à 10	If.à 10	Inf.à 5	If.à 10	If.à 10	Inf.à 5	If.à 10	If.à 10	Inf.à 5	If.à 10	If.à 10

Tableau 4 : Résultats d'analyses en microgrammes de TBT par kilogramme de matière sèche de chair d'huître entre septembre 2006 et avril 2007

Le TBT est dégradé en dibutylétain (DBT) et monobutylétain (MBT). Sa dégradation dans les eaux marines se fait par action microbologique et photolytique.

Comme les métaux lourds et les HAP, le TBT reste stocké dans les huîtres pendant plusieurs mois.

Les mesures réalisées dans les huîtres de l'estuaire de l'Aber Wrac'h entre septembre 2005 et septembre 2007 indiquent de faibles concentrations en DBT et de très faibles concentrations en MBT, sauf une le 11 septembre 2006 au point Saint Antoine (21microg/kg) . Par contre, les valeurs de TBT sont relativement conséquentes en début du cycle d'étude (septembre 2005) avant les travaux du port de Landéda. Ensuite la tendance est à la baisse sur l'ensemble des points de suivi, avec cependant en général une plus forte contamination au niveau des huîtres de Paluden. Il n'existe pas de normes officielles de qualité concernant les organo-étaïns dans les coquillages. Cependant, vu l'impact du TBT sur la survie des larves et sur le « chambrage » des huîtres, l'Ifremer préconise les seuils suivants pour le TBT :

- Teneur inférieure à 33 µg/kg de poids sec de chair d'huître : bonne qualité.
- Teneur entre 33 µg et 300 µg : qualité médiocre.
- Teneur supérieure à 300 µg : mauvaise qualité.

(Averty B., Michel P. et Chiffolleau J.F., 2005).

Presque toutes les valeurs de TBT analysées dans les huîtres de l'estuaire de l'Aber Wrac'h entre septembre 2005 et avril 2007 sont dans la gamme de « qualité médiocre ». Cependant les concentrations en TBT dans les huîtres ont globalement baissé en 2006 et

début 2007 pour venir frôler la limite de bonne qualité (33 µg/kg de poids sec) en avril 2007.

Concentrations en TBT dans les huîtres de l'estuaire de l'Aber Wrac'h entre sept 2005 et avril 2007

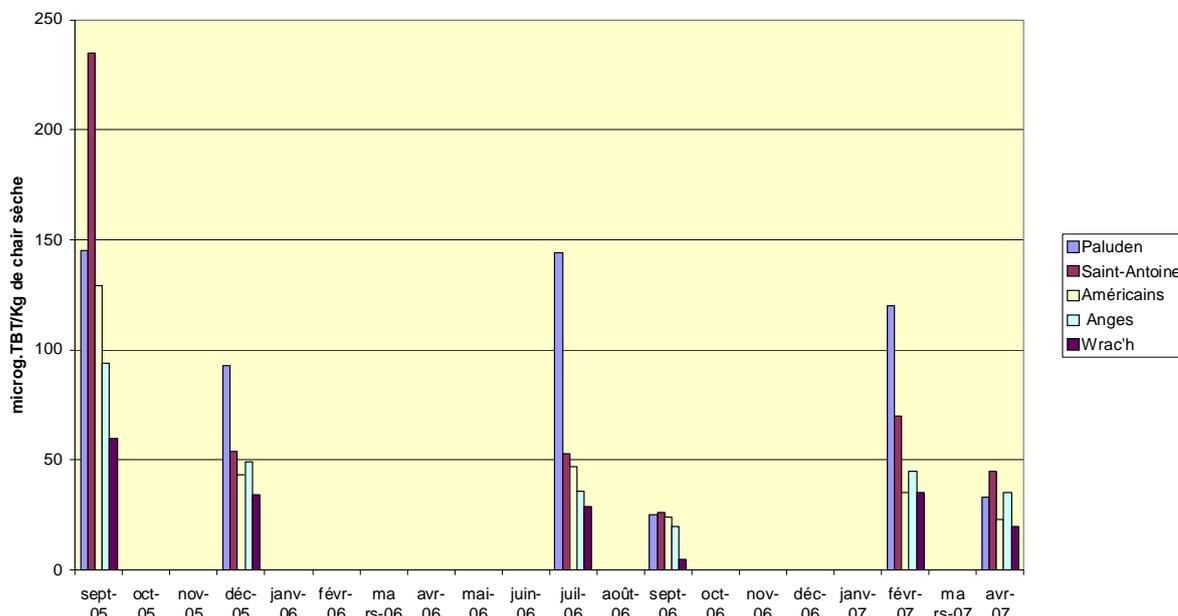


Figure 4 : concentrations en TBT aux 6 dates à chaque point de suivi ostréicole

L'analyse de l'évolution des concentrations en TBT dans les huîtres aux 5 points mesurés dans l'estuaire de l'Aber Wrac'h montre que ces concentrations ont toutes subi une forte baisse (de 73% en moyenne) entre septembre 2005 (avant le début des travaux du port) et avril 2007 (fin des travaux). Indépendamment des travaux portuaires entrepris entre octobre et décembre 2005 puis entre octobre 2006 et avril 2007, une décontamination générale en TBT des huîtres de l'Aber Wrac'h est donc observée durant ces deux années sur tous les points de suivi. Les huîtres, ayant la capacité de concentrer ces éléments pendant plusieurs mois, n'ont donc pas subi d'apports exogènes de TBT pendant les périodes de travaux du port. Vraisemblablement c'est une prise de conscience des utilisateurs de peinture anti fooling sur les bateaux de l'estuaire qui a permis de réduire fortement ces rejets de TBT dans le milieu et donc aussi de permettre une approche de la bonne qualité des huîtres vis à vis de ce paramètre (33 µg/kg de poids sec).

6. SUIVI DES METAUX LOURDS DANS LES HUITRES :

Les prélèvements d'huîtres pour les analyses de mercure, plomb et cadmium ont été réalisés par l'Ifremer le 19 septembre 2005, avant le commencement des travaux du port de l'Aber Wrac'h, puis le 4 février 2006 après l'arrêt des travaux. Les analyses ont été réalisées par le Pôle Analytique des Eaux.

	Paluden			Saint Antoine			Américains Bilou			Baie des Anges			Ile Wrac'h		
	19/09/05	04/02/06	11/07/06	19/09	04/02	11/07	19/09	04/02	11/07	19/09	04/02	11/07	19/09	04/02	11/07
Cadmium	0,14	0,094	0,13	0,19	0,09	0,16	0,16	0,092	0,18	0,19	0,12	0,07	0,21	0,085	0,23
Mercure	0,01	< 0,01	0,015	0,01	< 0,01	0,013	0,01	< 0,01	0,016	0,01	< 0,01	0,014	0,01	< 0,01	0,018
Plomb	0,11	< 0,1	< 0,25	0,15	< 0,1	< 0,25	0,13	< 0,1	< 0,25	0,11	< 0,1	< 0,25	0,14	< 0,1	< 0,25

Tableau 5 :Résultats des teneurs en métaux lourds (en milligrammes par kilogramme de chair humide dans les huîtres de l'estuaire de l'Aber Wrac'h entre septembre 2005 et juillet 2006

	Paluden			Saint Antoine			Américains Bilou			Baie des Anges			Ile Wrac'h		
	11/09/06		17/04/07	11/09		17/04	11/09		17/04	11/09		17/04	11/09		17/04
Cadmium	0,08		0,11	0,10		0,11	0,12		0,13	0,12		0,10	0,14		0,14
Mercure	0,005		0,01	0,007		0,02	0,01		0,02	0,011		0,02	0,012		0,03
Plomb	< 0,1		< 0,3	< 0,1		< 0,3	< 0,1		< 0,3	< 0,1		< 0,3	< 0,1		< 0,3

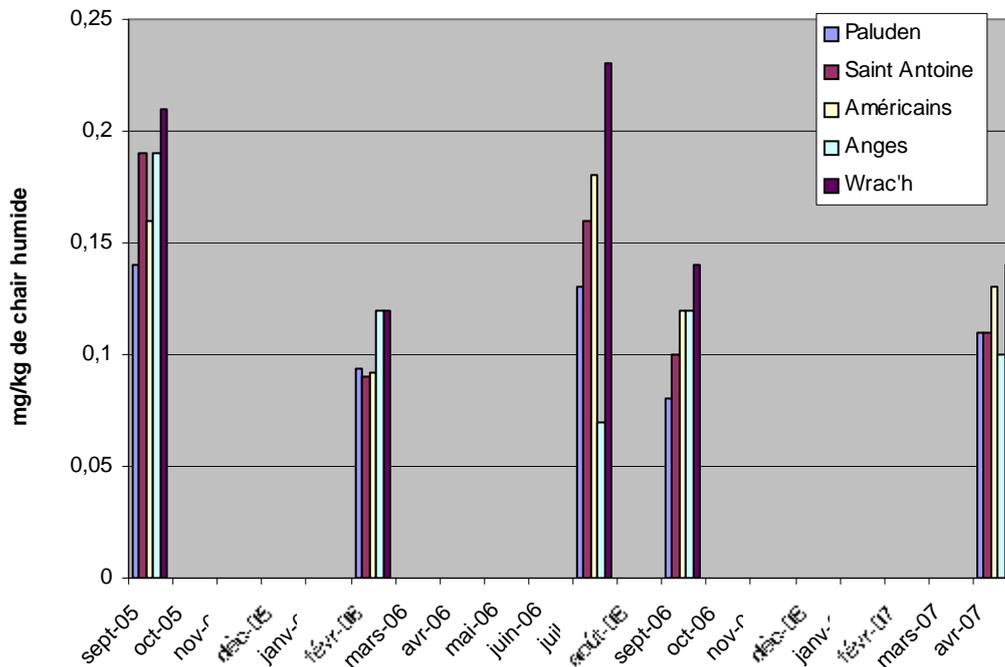
Tableau 6 :Résultats des teneurs en métaux lourds (en milligrammes par kilogramme de chair humide dans les huîtres de l'estuaire de l'Aber Wrac'h entre septembre 2006 et avril 2007

Les dernières normes européennes (CE221/2002) imposent des normes de qualité des coquillages vis à vis des métaux lourds. Pour être classés en A, B ou C (zones exploitables), les zones doivent respecter les critères chimiques suivants :

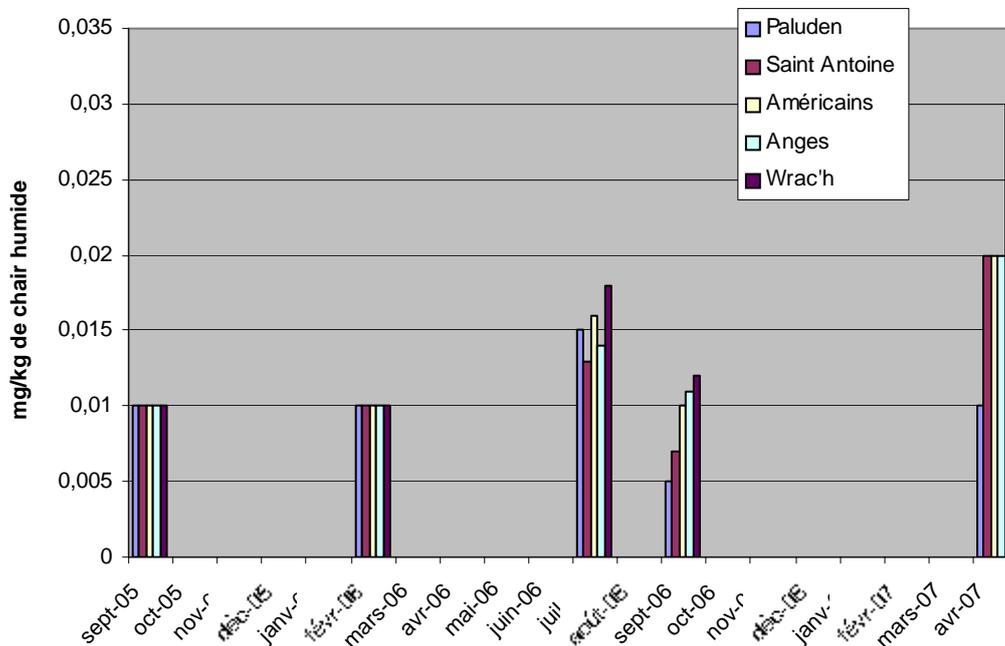
- Teneur en cadmium inférieure à 1 mg/kg de chair humide.
- Teneur en mercure inférieure à 0,5 mg/kg de chair humide.
- Teneur en plomb inférieure à 1,5 mg/kg de chair humide.

En cas de dépassement de l'un de ces critères chimiques, la zone est classée en D, c'est-à-dire interdite à la production.

Evolution du cadmium dans les huîtres de l'Aber Wrac'h



Evolution des concentrations en mercure dans les huîtres de l'Aber Wrac'h entre 2005 et 2007



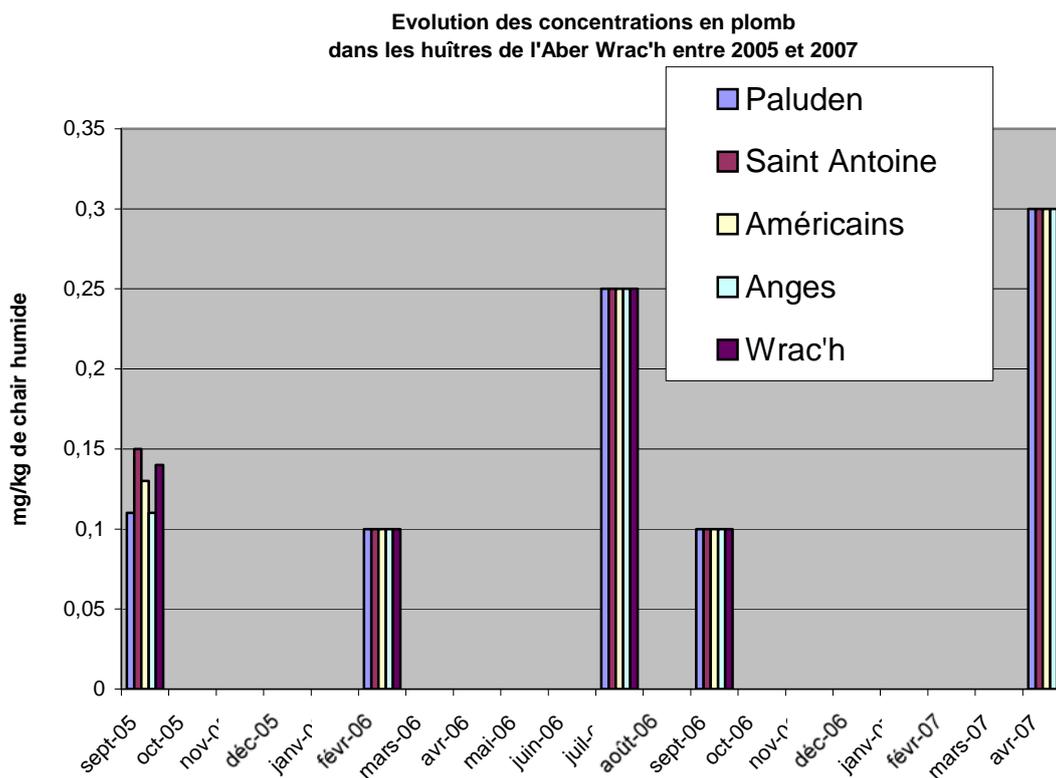


Fig. 5, 6 et 7 : concentrations en cadmium, mercure et plomb dans les huîtres de l'Aber Wrac'h

Entre le 19 septembre 2005 (avant les travaux portuaires de l'Aber Wrac'h) et le 17 avril 2007 (après l'arrêt des travaux), les teneurs en métaux lourds dans les huîtres de l'estuaire de l'Aber Wrac'h ont légèrement augmenté. Les concentrations en cadmium sont globalement stabilisées à tous les points. Les teneurs en mercure et en plomb sont globalement en augmentation aux 5 points de suivi dont Paluden considéré hors zone d'impact. Cependant les valeurs restent dans des gammes de valeurs faibles. Dans ce cas de l'Aber Wrac'h, toutes les valeurs en métaux lourds dans les huîtres, entre septembre 2005 et avril 2007, sont largement inférieures aux seuils de déclassement.

7. SUIVI DES MORTALITES ET DES CROISSANCES SUR SITE

Le suivi de performances des huîtres a été mené sur les 5 sites ostréicoles suivants : baie des Anges, Américains, Saint Antoine, Paluden et Roch Avel, ce dernier site étant considéré comme site de référence, *a priori* hors de la zone d'influence des travaux. La définition de ces points a été entérinée lors de la réunion qui s'est tenue à Landéda le 12 septembre 2005 en présence des professionnels concernés.

Trois séries de cheptels (S1, S2 et S3) ont été suivies entre septembre 2005 et septembre 2007, selon le calendrier rappelé dans le tableau 7.

20 septembre 2005	Mise sur site du cheptel S1 (début du suivi)
17 octobre 2005	Mortalité et biométrie sur cheptel S1 (avant travaux)
15 février 2006	Mortalité et biométrie sur cheptel S1 (après travaux)
11 juillet 2006	Mortalité et biométrie sur cheptel S1 (fin du suivi)
09 octobre 2006	Mise sur site du cheptel S2 (début du suivi)
06 novembre 2006	Contrôle de mortalité S2 (avant travaux)
06 décembre 2006	Contrôle ponctuel de mortalité S2 (hors suivi contractuel)
02 février 2007	Mortalité et biométrie sur cheptel S2 (pendant travaux)
07 mars 2007	Mise sur site du cheptel S3
17 avril 2007	Mortalité et biométrie sur cheptel S2 (après travaux) Mortalité et poids sur cheptel S3
27 septembre 2007	Mortalité et biométrie sur cheptel S2 (fin du suivi) Mortalité et biométrie sur cheptel S3

Tableau 7 : Calendrier de suivi des lots d'huîtres

Nota 1: Du fait de la modification dans le calendrier prévisionnel des travaux du port, et suite à la réunion qui s'est tenue à Brest le 04 mai 2006, le suivi du lot S1 a été interrompu le 11 juillet 2006.

Nota 2: Compte tenu de la date de mise à l'eau du cheptel S2 (octobre 2006), il n'a pas été possible de disposer de naissain diploïde. Les lots suivants ont été disposés sur site: 18 mois 2N, naissain 3N et 18 mois 3N (suivi début-fin).

Nota 3: Le cheptel S3 mis en place pour le suivi de l'Aber Wrach est similaire à celui utilisé dans le cadre de la campagne 2007 du réseau REMORA.

Les prélèvements sur site ont été réalisés par des agents du LER-MPL/La Trinité-sur-Mer et du LER-FBN/Concarneau.

7.1 Suivi du lot S1

7.1.1. Mise sur site

Conformément au calendrier prévu, 4 poches de naissains ("juvéniles", fournis par la Satmar) et 4 poches de "18 mois" ("adultes", fournis par les Etablissements Legris) ont été positionnées sur chacun des sites le 20 septembre 2005 en vue du suivi des performances. Sur demande des professionnels, une poche de cheptel triploïde de chacune des classes

Suivi environnemental de l'estuaire de l'Aber Wrac'h / juillet 2005 – septembre 2007
Suivi des mortalités et des croissances in situ

17

d'âge a été mise en place sur chacun des sites, avec un suivi portant uniquement sur la mortalité.

Les caractéristiques du lot initial "18 mois" sont mentionnées dans le tableau 8 ci-dessous:

		Pds entier (g)	Ind. Chair (%)	Maturité 0 à 1	Tx chair sec (%)	Ind. Walne et Mann	Coef. épais.	Polydora 0 à 4	Gélatine 0 à 2
2N	Moyenne	31,00	7,18	0,35	21	25,7	37,81	0,00	0,17
	Ecart-type	5,84	1,25				5,79		
3N	Moyenne	36,26	8,26	0,32	18,1	32,8	44,18	0,00	0,02
	Ecart-type	10,20	0,26				0,91		

Tableau 8: Paramètres biométriques des lots initiaux (LI) "18 mois" diploïdes (2N) et triploïdes (3N)

Le lot initial (LI) apparaît d'une bonne qualité générale, avec des indices Polydora et Gélatine faibles et un coefficient d'épaisseur (Imai et Sakai, 1961) dont les valeurs sont conformes à celles habituellement mesurées au sein du réseau Remora pour des lots diploïdes (valeurs 2005 en Bretagne Nord : 41,2 pour une moyenne nationale de 41,1). Ces valeurs traduisent une forme de coquille *a priori* garante d'une absence de chambrage.

Les indices de chair apparaissent moyens (classification Afnor "Fines"), un peu en retrait par rapport aux valeurs habituellement observées sur le secteur.

Le poids moyen initial du naissain était respectivement de 0,84g pour le cheptel diploïde et 1,19g pour le triploïde. Les mesures biométriques ne sont pas significatives sur du naissain de cette taille et n'ont donc pas été effectuées.

7.1.2. Suivi de la mortalité et de la croissance des lots 2N

La visite effectuée le 17 octobre 2005 a eu comme objectif de vérifier l'état des cheptels un mois après la mise à l'eau et avant le démarrage des travaux du port. Cette vérification permet d'estimer les conséquences directes de la manipulation de la mise à l'eau indépendamment de tout impact potentiel des travaux.

La visite effectuée le 15 février 2006, en avance sur le calendrier initialement prévu, a été motivée par l'arrêt prématuré des travaux. Certains relevés n'ont cependant pas pu être effectués en raison des conditions météorologiques défavorables.

Celle effectuée le 11 juillet 2006 correspond au point final du suivi en cours (cf supra).

Les données de mortalité et de croissance sont présentées dans le tableau 9.

Dans tous les cas, les huîtres mortes sont enlevées de la poche après comptage.

Suivi environnemental de l'estuaire de l'Aber Wrac'h / juillet 2005 – septembre 2007
Suivi des mortalités et des croissances in situ

18

Site	Code	Mortalité instantanée (%)			Mortalité cumulée (%)		
		17/10/2005	15/02/2006	11/07/2006	Sept 2005 - Juillet 2006	Oct 2005 - Juillet 2006	
Adultes 2N	Saint Antoine	SA	9,4%	5,0%	0,0%	13,9%	5,0%
	Baie des Anges	BA	8,7%	6,0%	4,9%	18,4%	10,6%
	Américains	AM	1,3%	0,8%	0,4%	2,5%	1,3%
	Paluden	PA	22,7%	9,9%	10,3%	37,6%	19,2%
	Roch Avel	RA	9,1%	5,8%	9,2%	22,2%	14,4%
Juveniles 2N	Saint Antoine	SA	3,1%	3,6%	0,5%	7,0%	4,1%
	Baie des Anges	BA	6,0%	2,7%	1,3%	9,7%	4,0%
	Américains	AM	3,8%	1,8%	0,5%	6,0%	2,3%
	Paluden	PA	2,8%	12,5%	0,3%	15,2%	12,7%
	Roch Avel	RA	3,5%	2,9%	0,5%	6,8%	3,4%

Tableau 9: Taux de mortalités des huîtres diploïdes S1

Les mortalités relevées au cours de la visite du 17 octobre 2005 correspondent à des mortalités normales après manipulation. Seul le site de Paluden, situé au fond de l'aber, présente des mortalités importantes sur les adultes après un mois passé sur site. Le naissain ne semble pas reproduire ces mortalités.

Les relevés du 15 février (tableau 9) correspondent aux valeurs de la période pendant laquelle ont été effectués les travaux d'agrandissement portuaire. Les mortalités apparaissent faibles quelle que soit la classe d'âge (Figures 5 et 6) avec des valeurs comprises, en dehors du site de Paluden (amont de l'estuaire), entre 0,8 % et 6,0 % pour le "18 mois" et entre 5,6 % et 8,6 % pour les juvéniles.

Ces tendances sont confirmées pour la classe d'âge "18 mois" lors de la visite du 11 juillet 2006, avec une mortalité légèrement plus élevée sur les sites de Paluden (10,3 %), et Roch Avel (9,2 %). Aucune mortalité significative n'est observée à cette date sur les juvéniles.

Hormis le site de Paluden, dont la position très en amont de l'aber peut sans doute expliquer les performances, les mortalités globales sur la période septembre 2005 à juillet 2006 sont comprises entre 2,5 % et 22,2 % pour les adultes; 6,0 % et 9,7 % pour les juvéniles.

Si l'on fait abstraction de la mortalité observée à la visite d'octobre 2005, considérée comme conséquence de la manipulation et de la mise à l'eau, les mortalités globales sur la période octobre 2005 à juillet 2006 se positionnent entre 1,3 % et 14,4 % pour les adultes ; 2,3 % et 4,1% pour les juvéniles (respectivement 19,2 % et 12,7 % pour le site de Paluden).

Mortalités Adultes 2N

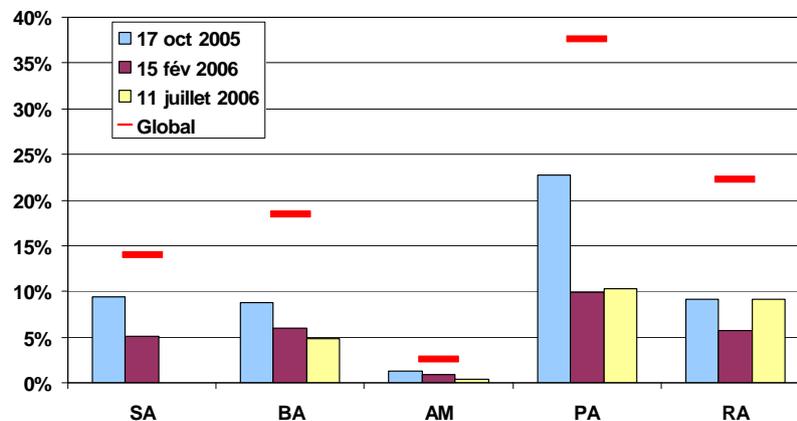


Figure 8 : Mortalités des lots Adultes diploïdes S1

Mortalités Juvéniles 2N

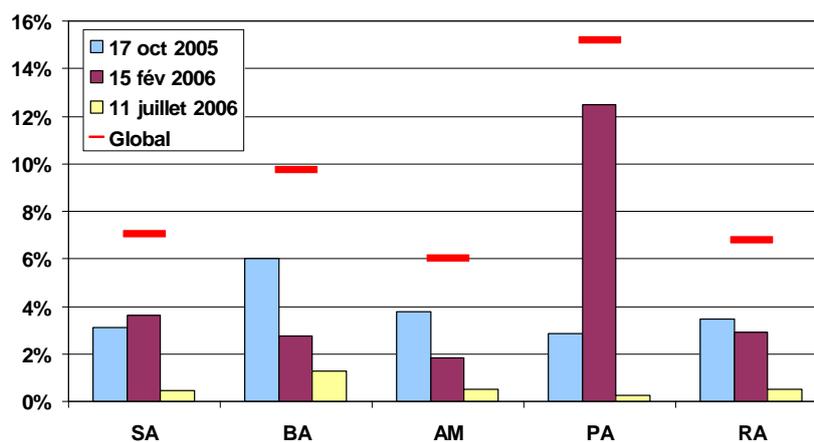


Figure 9 : Mortalités des lots Juvéniles diploïdes S1

Les poids moyens relevés sur site sont résumés dans le tableau 10, et les figures 6 et 6bis.

Ces poids sont évalués par le poids total de la poche échantillonnée rapportée au nombre d'huîtres vivantes observées.

Suivi environnemental de l'estuaire de l'Aber Wrac'h / juillet 2005 – septembre 2007
Suivi des mortalités et des croissances in situ

20

		Pm (g)			
Site	Code	17/10/2005	15/02/2006	11/07/2006	
Adultes 2N	Saint Antoine	SA	29,8	33,9	53,4
	Baie des Anges	BA	30,7	33,3	48,0
	Américains	AM	27,5	32,3	53,5
	Paluden	PA	30,1	36,4	59,0
	Roch Avel	RA	31,1	34,4	51,5
Juveniles 2N	Saint Antoine	SA	1,5		16,6
	Baie des Anges	BA	1,3	1,7	10,6
	Américains	AM	1,5	2,5	11,5
	Paluden	PA	1,7	3,0	15,9
	Roch Avel	RA	1,9	2,6	12,9

Tableau 10: Poids moyens des poches entières in situ Huîtres diploïdes ;

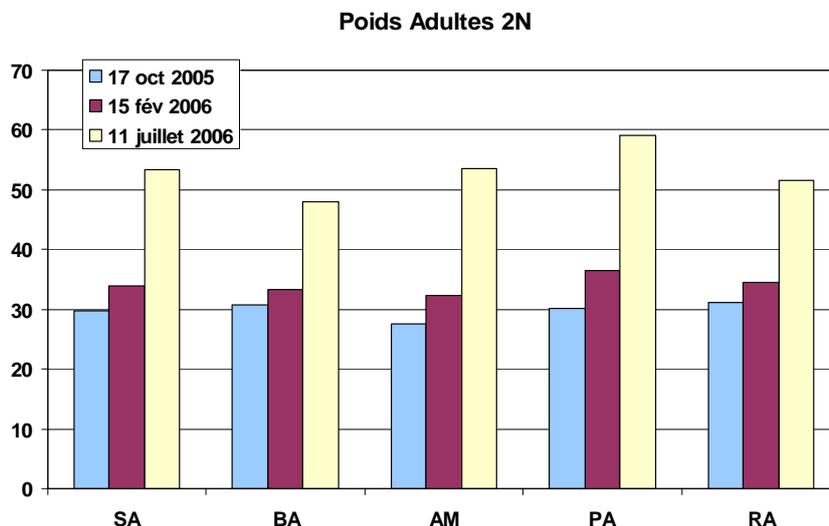


Figure 10 : Poids moyen mesurés in situ des lots diploïdes Adultes S1

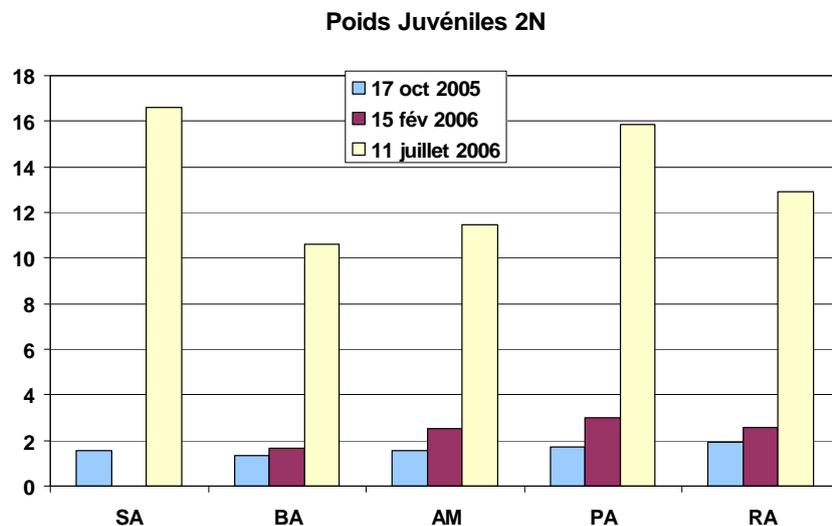


Figure 11 : Poids moyen des lots diploïdes Juvéniles

7.1.3. Suivi de performances des lots triploïdes

Les performances des cheptels triploïdes sont résumées dans le tableau 10 et les figures 9 suivantes.

	Site	Code	Mortalité			Pm	
			15/02/2006	11/07/2006	Global	15/02/2006	11/07/2006
Adultes 3N	Saint Antoine	SA		13,7%	13,7%		84,9
	Baie des Anges	BA	3,3%	2,9%	6,1%	37,7	56,8
	Américains	AM	9,8%	3,6%	13,0%	44,0	72,8
	Paluden	PA	8,2%	0,9%	9,1%	43,2	64,9
	Roch Avel	RA	3,5%	1,4%	4,8%	37,1	50,1
Juvéniles 3N	Saint Antoine	SA		6,1%	6,1%		9,9
	Baie des Anges	BA	4,6%	1,4%	5,9%	3,0	13,5
	Américains	AM	7,6%	1,0%	8,6%	4,2	18,3
	Paluden	PA	5,5%	4,5%	9,8%	4,5	16,9
	Roch Avel	RA		0,8%	0,8%		14,9

Tableau 10: Performances des cheptels triploïdes in situ

La première visite sur les cheptels triploïdes n'a été effectuée que le 15 février 2006. La mortalité à cette date intègre donc la mortalité due aux manipulations de mise à l'eau. Ces cheptels ne présentent cependant pas de mortalités significatives, ces dernières restant inférieures à 10% pour le naissain et à 14% pour les adultes.

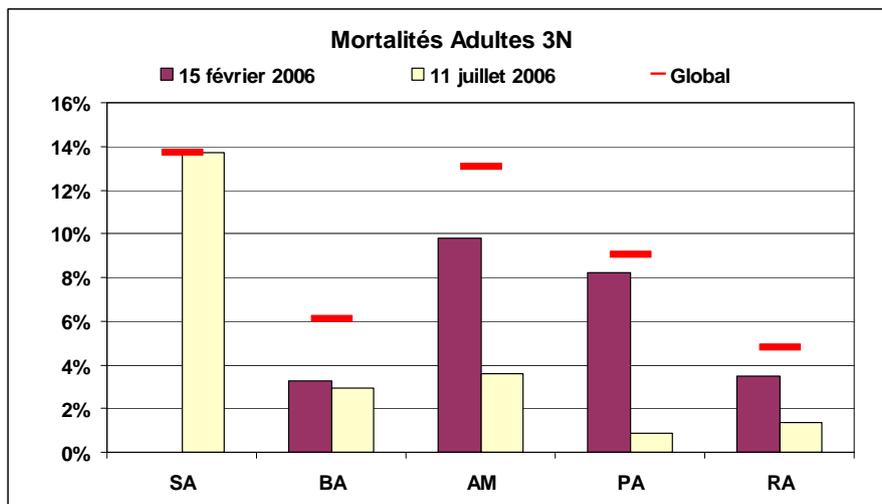


Figure 12: Mortalités des cheptels Adultes triploïdes S1

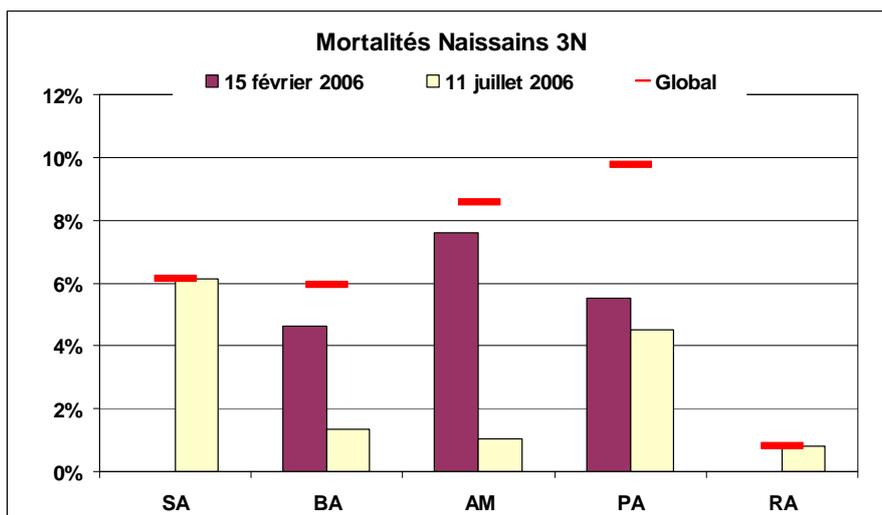


Figure 12bis: Mortalités des cheptels Juvéniles triploïdes S1

On notera le poids des adultes mesuré sur le site de Saint Antoine, dont la valeur élevée apparaît surestimée par rapport à l'évolution générale des autres sites. On ne peut exclure un artefact dû à un biais dans l'échantillonnage.

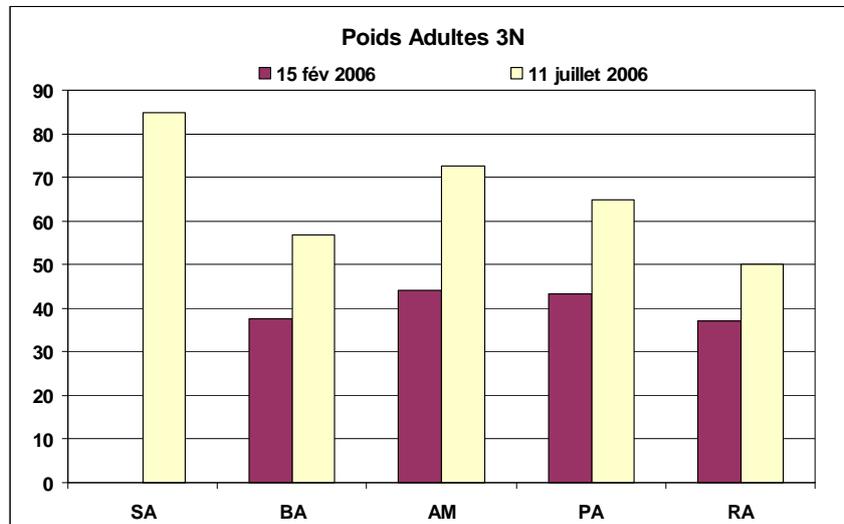


Figure 13 : Poids moyen mesurés in situ Adultes triploïdes S1

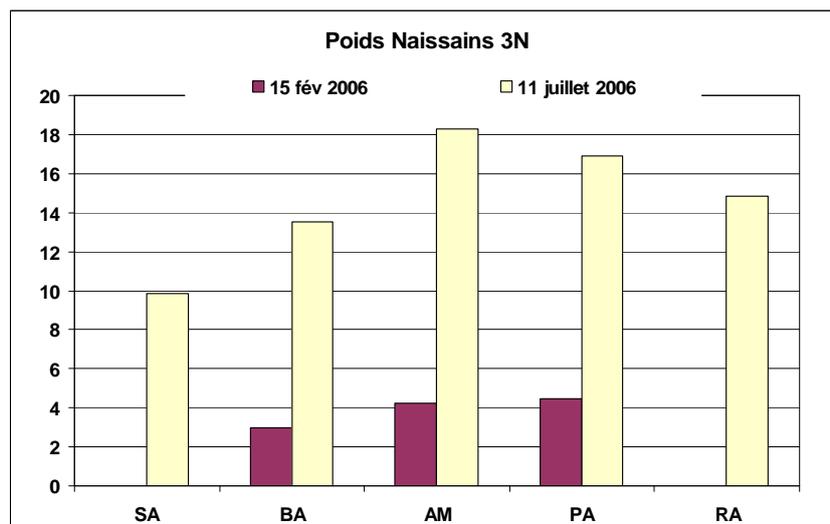


Figure 13bis : Poids moyen mesurés in situ Juvéniles triploïdes S1

7.2 Suivi du lot S2

7.2.1. Suivi de la mortalité du lot S2

Les taux de mortalité pour le lot S2 sont donnés dans le tableau 11 et les figures 11 et 11bis.

Suivi environnemental de l'estuaire de l'Aber Wrac'h / juillet 2005 – septembre 2007
Suivi des mortalités et des croissances in situ

24

Site	Code	Mortalité instantanée (%)				Mortalité cumulée (%)			
		06/12/2006	02/02/2007	17/04/2007	27/09/2007	Nov 2006 - Fév. 2007	Nov 2006 - Avril 2007	Nov 2006 - Sept 2007	
Adultes 2N	Saint Antoine	SA	0.0%	0.5%	0.5%	3.0%	0.5%	1.0%	4.0%
	Baie des Anges	BA	0.0%	1.0%	0.0%	3.7%	1.0%	1.0%	4.7%
	Américains	AM	0.5%	1.0%	1.0%	0.0%	1.5%	2.5%	2.5%
	Paluden	PA	0.0%	1.0%	1.0%	68.9%	1.0%	2.1%	69.5%
	Roch Avel	RA	2.7%	2.7%	1.1%	1.1%	5.3%	6.3%	7.4%
Juveniles 3N	Saint Antoine	SA	3.0%	4.0%	0.0%	0.5%	6.8%	6.8%	7.3%
	Baie des Anges	BA	0.0%	0.8%	0.8%	0.4%	0.8%	1.6%	2.0%
	Américains	AM	0.8%	0.8%	0.0%	1.2%	1.6%	1.6%	2.8%
	Paluden	PA	0.0%	0.4%	0.0%	25.6%	0.4%	0.4%	26.0%
	Roch Avel	RA	0.4%	0.4%	0.0%	0.4%	0.8%	0.8%	1.3%
Adultes 3N	Saint Antoine	SA	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	1.0%	1.0%
	Baie des Anges	BA	0.5%	1.0%	0.0%	0.0%	1.5%	1.5%	1.5%
	Américains	AM	1.0%	2.0%	0.0%	1.0%	3.0%	3.0%	4.0%
	Paluden	PA	1.1%	1.1%	0.0%	47.8%	2.1%	2.1%	48.9%
	Roch Avel	RA	0.5%	0.5%	1.5%	0.0%	1.0%	2.5%	2.5%

Tableau 11 : Mortalités instantanées et cumulées du lot S2

Seul le site de Paluden montre des mortalités anormalement élevées, quel que soit le lot considéré, avec des taux de mortalité de 68,9%, 47,8% et 25,6% respectivement pour les adultes diploïdes, les adultes triploïdes et les juvéniles triploïdes.

Aucune mortalité anormale n'est observée pendant cette période sur les autres sites.

Hormis le site de Paluden, les taux de mortalité cumulée entre novembre 2006 et septembre 2007 sont faibles et compris entre 2,5% et 7,4% pour le cheptel 18 mois 2N; 1,0% et 4,0% pour le cheptel 18 mois 3N, et 1,3% et 7,3% pour le naissain 3N.

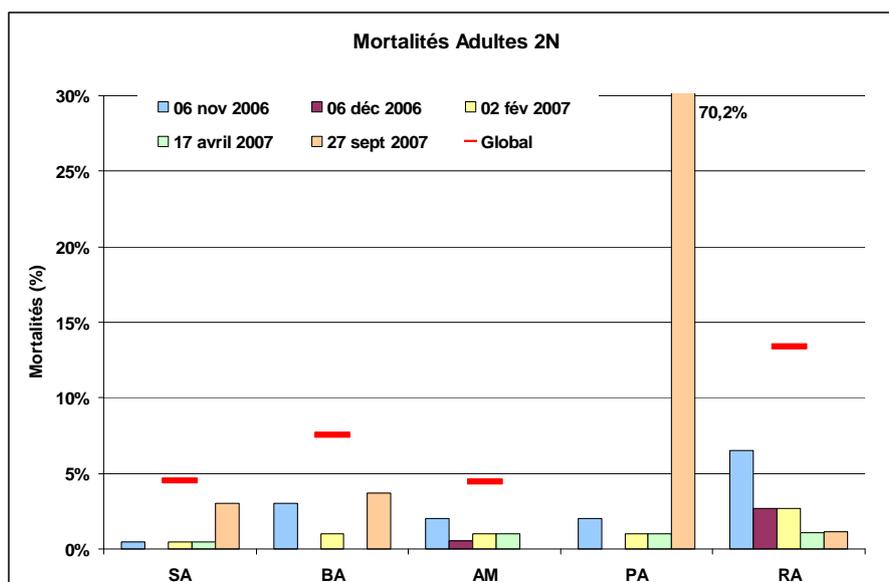


Figure 14 : Mortalités observées sur le lot Adultes diploïdes S2

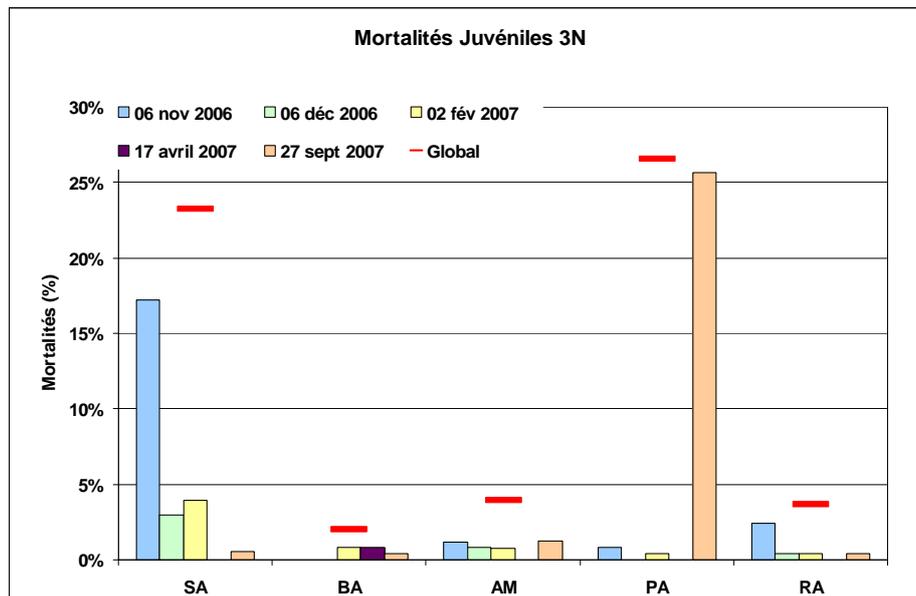


Figure 14bis : Mortalités observées sur le lot Juvéniles triploïdes S2

7.2.1. Suivi de la croissance du lot S2

Les poids moyens relevés sur site sont donnés dans le tableau 12 et les figures 12 et 13.

Ces poids sont évalués sur site par le poids total de la poche échantillonnée rapportée au nombre d'huîtres vivantes observées.

		Pm (g)				
Site	Code	06/11/2006	02/02/2007	17/04/2007	27/09/2007	
Adultes 2N	Saint Antoine	SA	25.8	29.1	32.8	73.7
	Baie des Angés	BA	23.7	27.3	29.9	65.0
	Américains	AM	25.9	29.1	32.8	66.3
	Paluden	PA	26.5	30.6	41.4	82.8
	Roch Avel	RA	25.1	28.3	30.4	66.0
Juvéniles 3N	Saint Antoine	SA	4.2	4.9	7.0	57.1
	Baie des Angés	BA	3.6	4.3	5.7	43.4
	Américains	AM	3.6	4.1	6.1	41.2
	Paluden	PA	3.3	4.8	7.0	51.1
	Roch Avel	RA	3.9	5.8	6.6	45.5
Adultes 3N	Saint Antoine	SA	30.3	34.4	39.4	85.1
	Baie des Angés	BA	30.9	33.3	36.7	67.8
	Américains	AM	32.5	35.1	40.7	77.8
	Paluden	PA	31.9	35.1	40.3	89.6
	Roch Avel	RA	30.8	31.5	35.8	75.3

Tableau 12 : Poids moyens mesurés sur les poches entières in situ

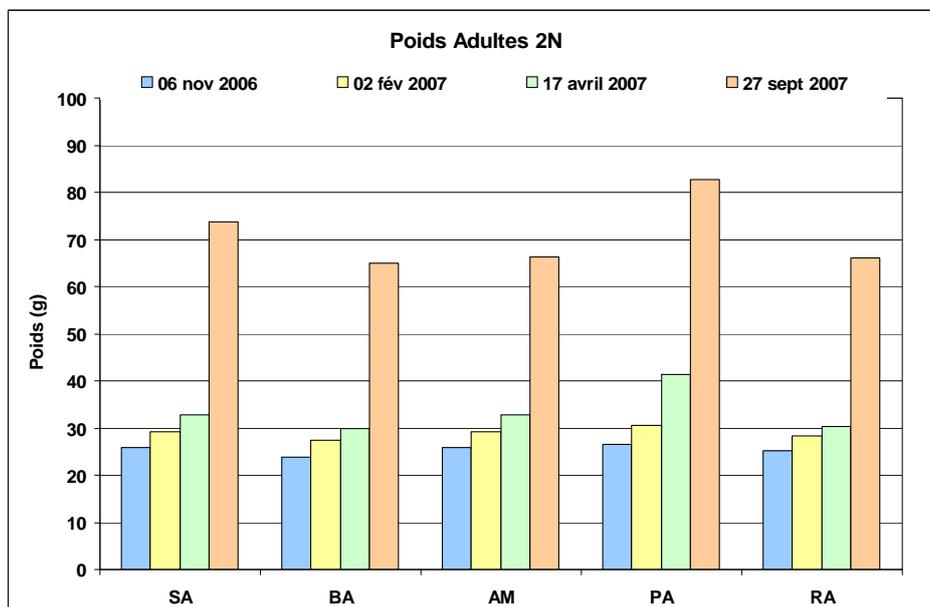


Figure 15 : Poids moyens mesurés in situ Adultes diploïdes (lot S2)

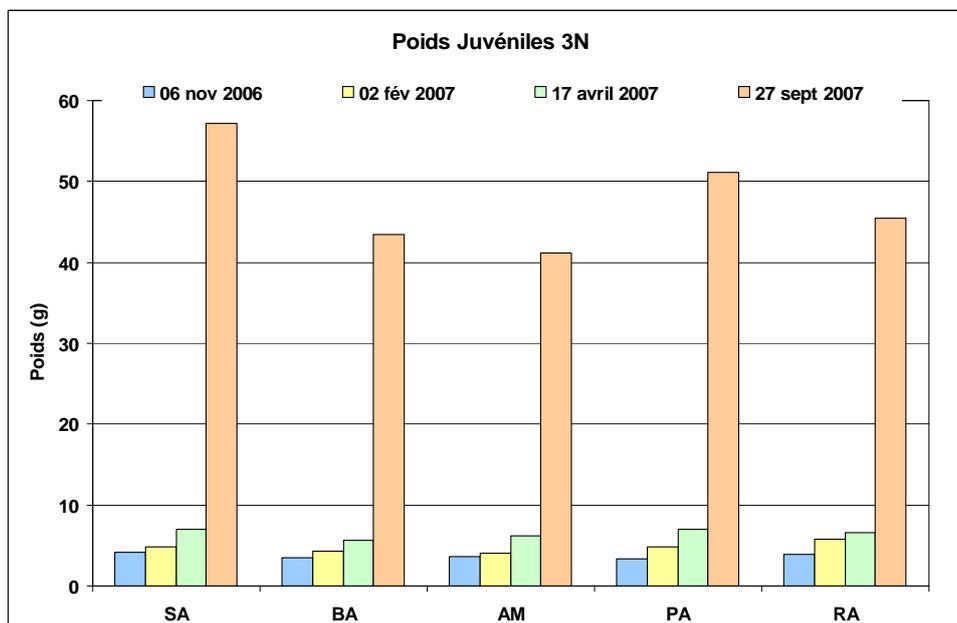


Figure 16 : Poids moyens mesurés in situ Juvéniles triploïdes (lot S2)

7.3. Suivi du lot S3

7.3.1. Suivi de la mortalité du lot S3

Le lot S3 a été mis sur site le 07 mars 2007, en même temps que sur l'ensemble des sites du réseau Remora, et en utilisant les mêmes lots de départ.

Les taux de mortalité et les poids moyens observés sur site sont donnés dans le tableau 13 et les figures 14 et 15.

			Pm départ (g)	Mortalité instantanée (%)		Mortalité cumulée (%)
Site	Code	07/03/2007	17/04/2007	27/09/2007	27/09/2007	
Adultes 2N	Saint Antoine	SA	41,4	9.5%	7.0%	15.8%
	Baie des Angés	BA		9.8%	10.4%	19.2%
	Américains	AM		11.7%	3.4%	14.7%
	Paluden	PA		13.9%	62.6%	67.8%
	Roch Avel	RA		10.0%	5.3%	14.8%
Juvéniles 2N	Saint Antoine	SA	1,1	n.d.	0.0%	0.0%
	Baie des Angés	BA			0.7%	0.7%
	Américains	AM			0.0%	0.0%
	Paluden	PA			2.3%	2.3%
	Roch Avel	RA			0.4%	0.4%

Tableau 13: Mortalité du lot S3

La visite effectuée le 17 avril 2007, afin de vérifier la mortalité après les manipulations liées à la mise en place, avait montré une mortalité relativement élevée avec une moyenne de 11,0%. Cette mortalité est très vraisemblablement à mettre sur le compte d'un "effet lot": le lot S3 correspond en effet au même lot que celui utilisé pour la campagne 2007 du réseau Remora, et le taux de mortalité observé sur l'Aber Wrach est du même ordre de grandeur que ceux observés à la même date sur les stations du réseau (en moyenne 7,5% ± 2,3% sur les stations bretonnes.)

Comme pour S2, le site de Paluden se distingue avec une mortalité en septembre très élevée sur ce lot, atteignant 62,6%. Exception faite de ce site, les valeurs de mortalité relevées sur les adultes sont normales (moyenne de 6,5%), bien que légèrement supérieures à celles relevées sur les mêmes sites pour le lot S2 de même classe d'âge.

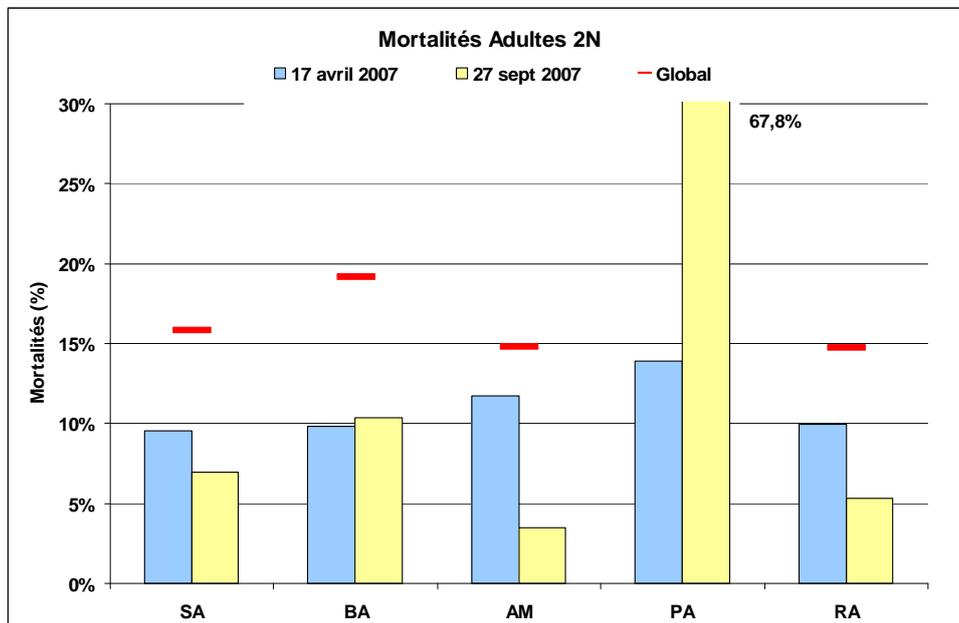


Figure 17 : Mortalités observées sur le lot Adultes diploïdes S3

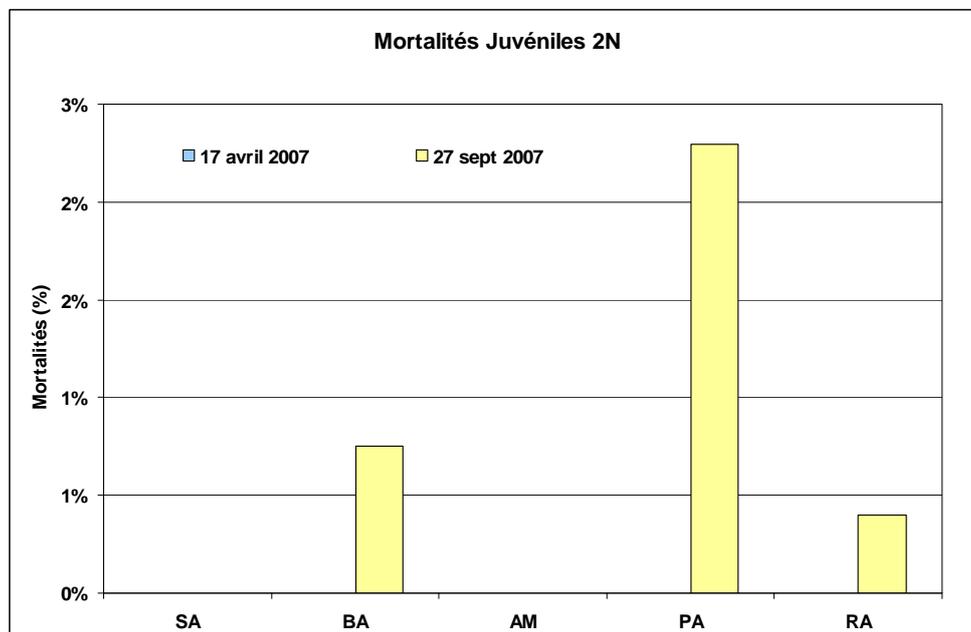


Figure 18 : Mortalités observées sur le lot Juvéniles diploïdes S3

8. SUIVI BIOMETRIQUE

Ce suivi est effectué sur des échantillons de 35 huîtres prélevés dans chaque poche lors des visites sur le terrain, et ramenés pour analyses au laboratoire. Ce suivi porte sur :

- le poids individuel entier
- le poids individuel de coquille
- le poids individuel de chair frais
- le poids de chair sec
- les indices de qualité Polydora et Gélatine
- l'indice de maturation
- les mensurations (sur certaines échantillons)

Ces mesures permettent l'estimation d'indices calculés:

- le coefficient d'épaisseur (ou indice d'Imai et Sakai), quantifiant la forme de l'huître
- l'indice de Walne et Mann, quantifiant l'état physiologique de l'animal
- l'indice de chair (ou coefficient de remplissage)

A la différence des données globales de terrain sur les poches entières indiquées au chapitre 7, les analyses statistiques suivantes sont faites sur ces échantillons.

Les différences éventuellement existantes entre les valeurs des poids moyens indiquées aux chapitres 7 et 8 sont dues au caractère aléatoire de cet échantillonnage.

Les tableaux d'évolution des indices biométriques, ainsi que les comparaisons statistiques, sont donnés en annexe.

8.1. Suivi du lot S1

8.1.1. Suivi des indices biométriques des adultes

L'analyse biométrique des échantillons de 35 huîtres adultes prélevées par poche révèle (Figure 16) un poids moyen significativement plus faible sur le site de la baie des Anges aux visites de octobre 2005 et février 2006. Les autres points de prélèvement ne présentent pas de différences significatives ni entre eux aux deux dates, ni entre eux et le lot initial à la date du 17/10/05. Cette situation est vraisemblablement due à un échantillonnage biaisé lors de la mise en eau. À la visite de juillet 2006, le site de Saint Antoine s'avère, au vu des résultats d'échantillonnage, le plus performant avec 61,1g, et celui de Roch Avel le moins poussant (51,5g). Les autres sites ne présentent pas de différences significatives entre eux (*cf* annexe 2).

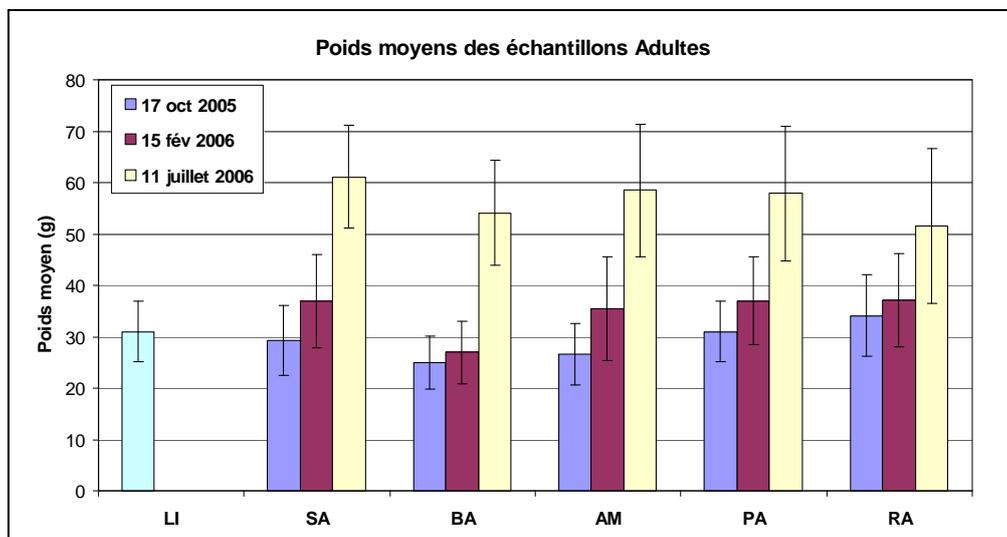


Figure 19 : Poids moyens individuels Adultes diploïdes S1

Les indices de chair (Figure 17) font apparaître des différences significatives entre les sites aux dates de prélèvements (cf annexe 1), avec le site de la baie des Anges significativement plus faible dans tous les cas. Cependant, les indices de chair apparaissent en juillet tous supérieurs à 10,5, ce qui permet le classement de l'ensemble des sites en catégorie "Spéciales".

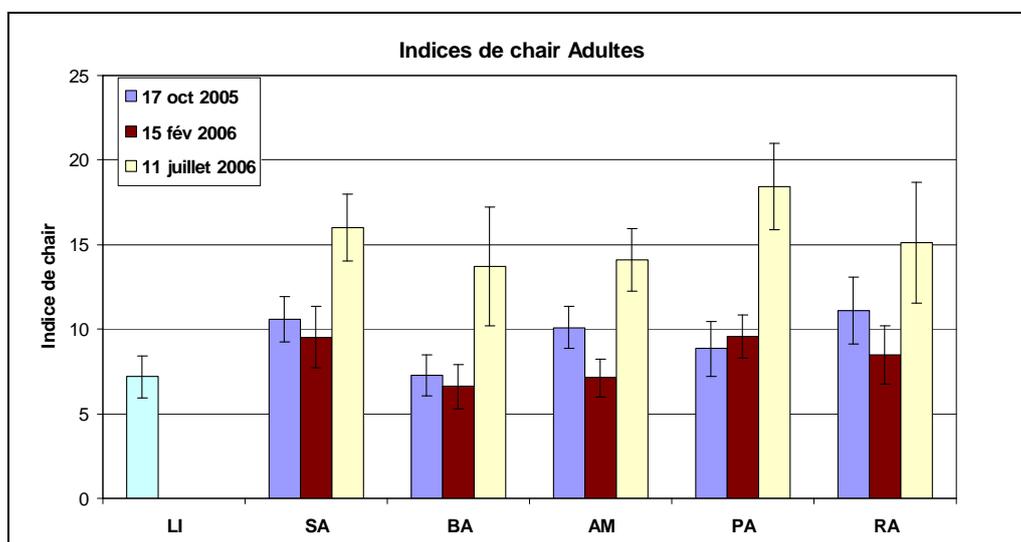


Figure 20 : Indices de chair Adultes diploïdes S1

Les coefficients d'épaisseur (figure 18), ou indices d'Imaï et Sakai, sont dans les valeurs normales de l'espèce, et ne présentent pas d'évolution significative par rapport au lot initialement mis en place (cf annexe 2). Dans tous les cas, ils présentent des valeurs plutôt

en retrait par rapport aux moyennes nationale et régionale, infirmant ainsi une tendance à la pousse "en boule", caractéristique des contaminations au TBT.

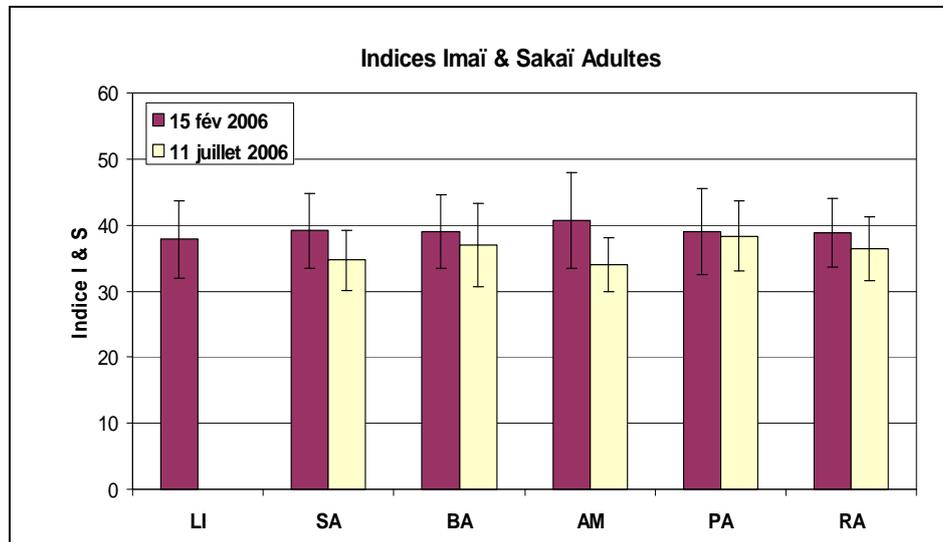


Figure 21: Coefficient d'épaisseur Adultes diploïdes S1

Les indices de condition de Walne et Mann sont présentés en figure 9d. Les valeurs calculées au 11 juillet 2006 sont comprises entre 51,7 (Baie des Anges) et 80,8 (Paluden), révélant des conditions physiologiques normales voire légèrement supérieures aux valeurs rencontrées à cette époque de l'année.

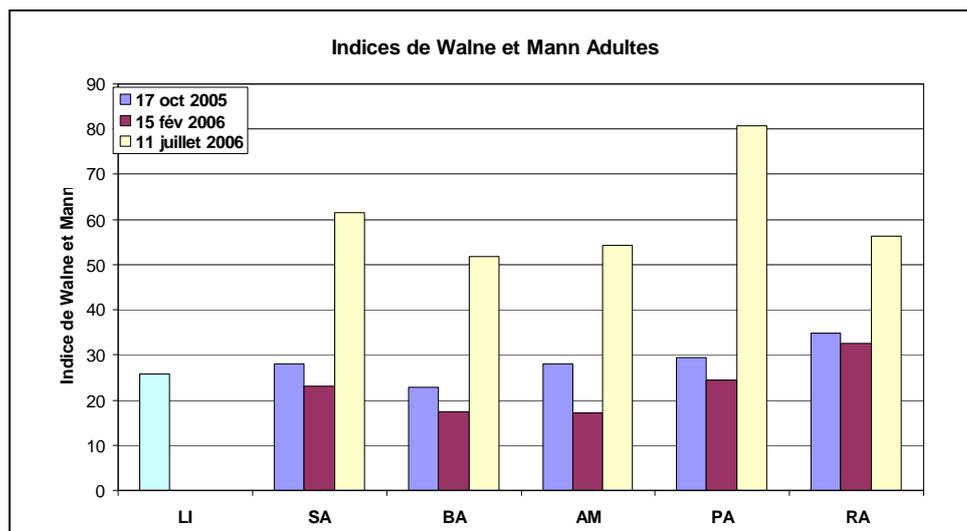


Figure 22: Indices de Walne et Mann Adultes diploïdes S1

Les autres indices calculés n'appellent pas de commentaires particuliers, sinon la traduction d'une bonne qualité des cheptels avec faible infestation au Polydora, et une faible incidence d'apparition de gélatine sur les coquilles.

8.1.2. Suivi des indices biométriques des juvéniles

L'évolution des indices biométriques des juvéniles est donnée dans le tableau en annexe 1, et les comparaisons statistiques en annexe 2.

En ce qui concerne la croissance des juvéniles, l'échantillonnage du 17 octobre 2005 ne fait apparaître de différences inter-sites. Celui effectué le 15 février 2006 montre une bonne croissance pour la période considérée, avec des différences significatives entre les sites, celles de la baie des Anges et de Roch Avel apparaissant respectivement plus faible et plus élevée que sur les autres sites (Figure 20).

Au 11 juillet, le site de l'île aux Américains présente un échantillon d'un poids individuel significativement plus élevé, le site de la baie des Anges ayant la plus mauvaise performance (Figure 10b).

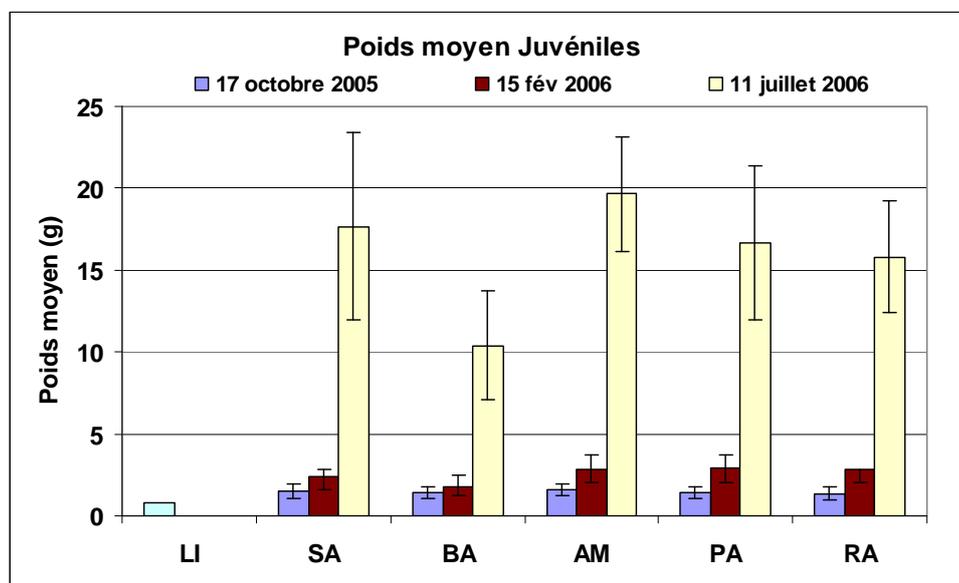


Figure 23: Poids moyens individuels Juvéniles diploïdes S1

Les indices de Walne et Mann sont bons, avec un avantage au site de Paluden.

Les indices de chair des juvéniles, comme ceux des adultes, permettent tous une classification "Spéciales", avec un avantage pour les sites de Paluden et de Roch Avel (Figure 21).

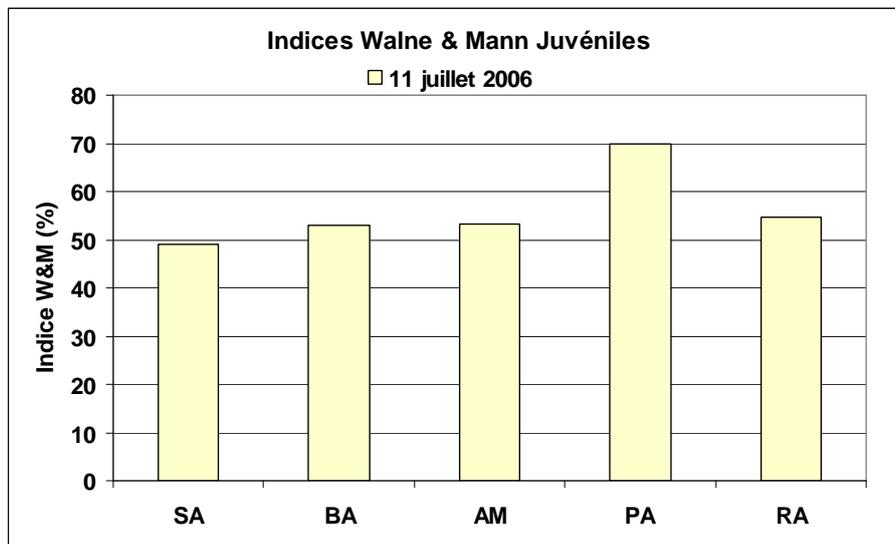


Figure 24: Indices de Walne et Mann Juvéniles diploïdes S1

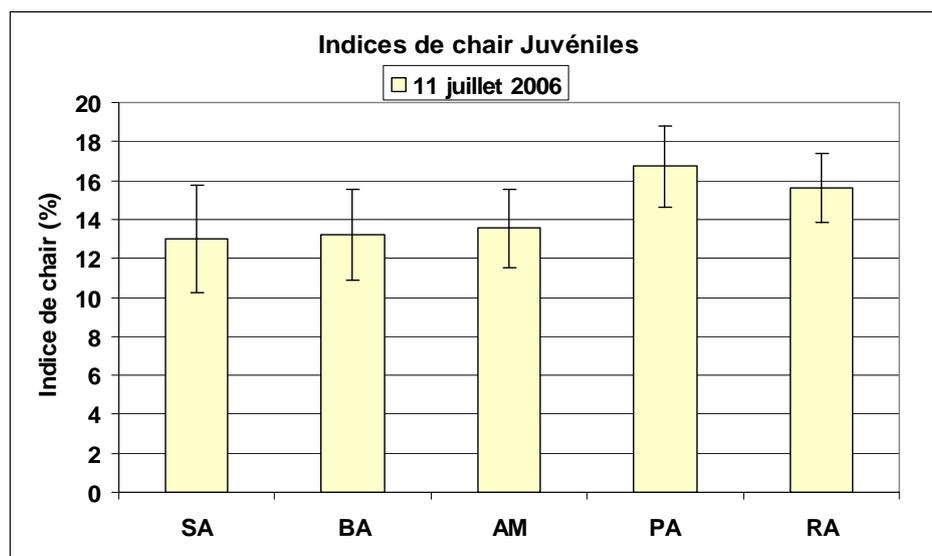


Figure 25: Indices de chair Juvéniles diploïdes S1

8.2. Suivi du lot S2

8.2.1. Suivi des indices biométriques des adultes

Les valeurs biométriques du lot "Adultes" diploïdes S2 sont données dans les tableaux de l'annexe 3.

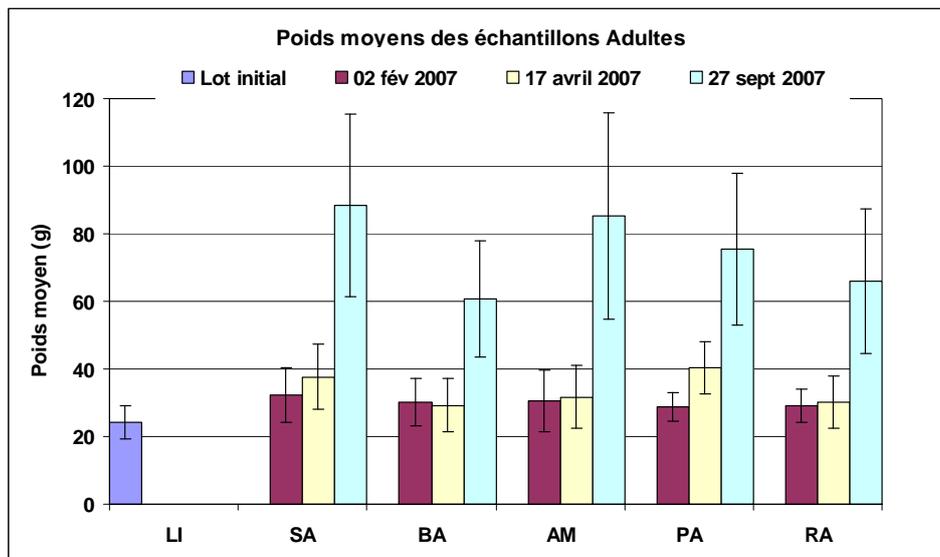


Figure26: Poids moyens individuels (g) du lot S2 Adultes 2N

L'analyse statistique montre l'existence de deux groupes pour les poids atteints en septembre: les sites de Saint Antoine et des Américains d'une part, avec les meilleures croissances; les sites de Roch Avel et de la baie des Anges d'autre part. Le site de Paluden présente des croissances intermédiaires non statistiquement dissociables des deux groupes précédents.

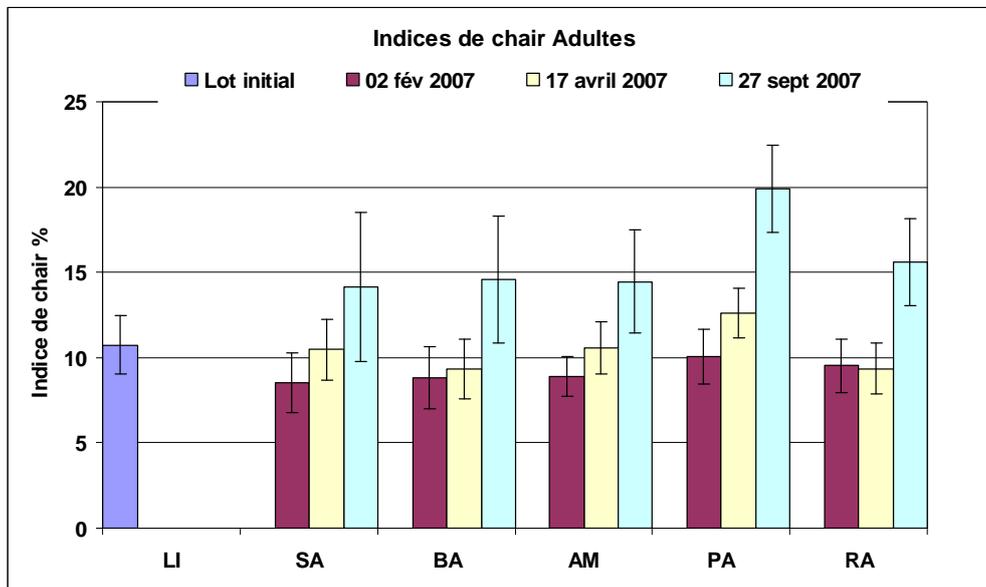


Figure 27: Indices de chair du lot S2Adultes 2N

Les indices de chair sont en augmentation par rapport aux observations d'avril 2007, tous les sites présentant des valeurs supérieures à 10,5.

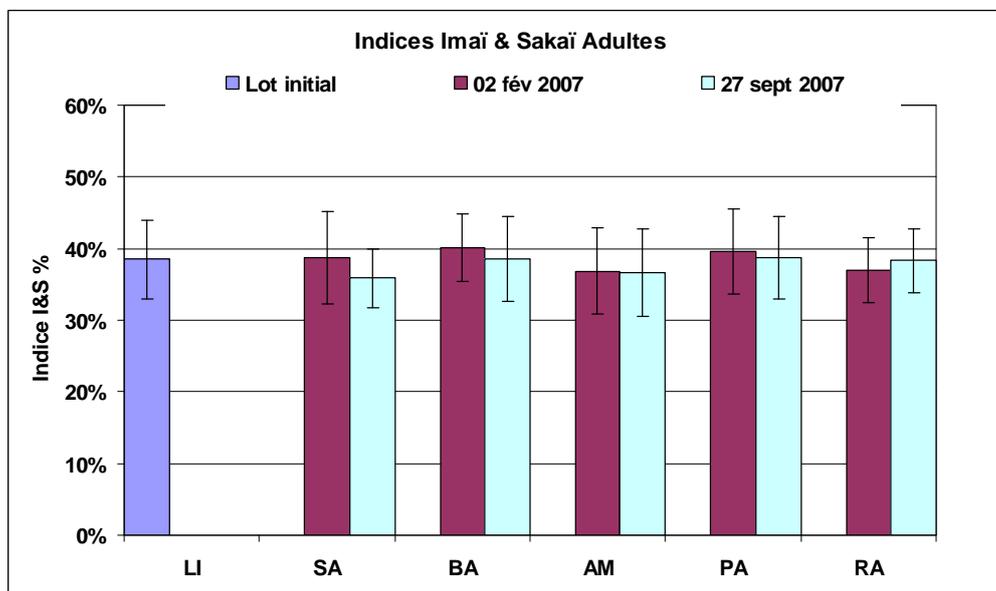


Figure 28: Coefficient d'épaisseur du lot S2 Adultes 2N

Les valeurs du coefficient d'épaisseur sont restées stables depuis la mise sur site du lot S2, et on ne note aucune différence statistique entre les 5 sites à la date du 27/09/07.

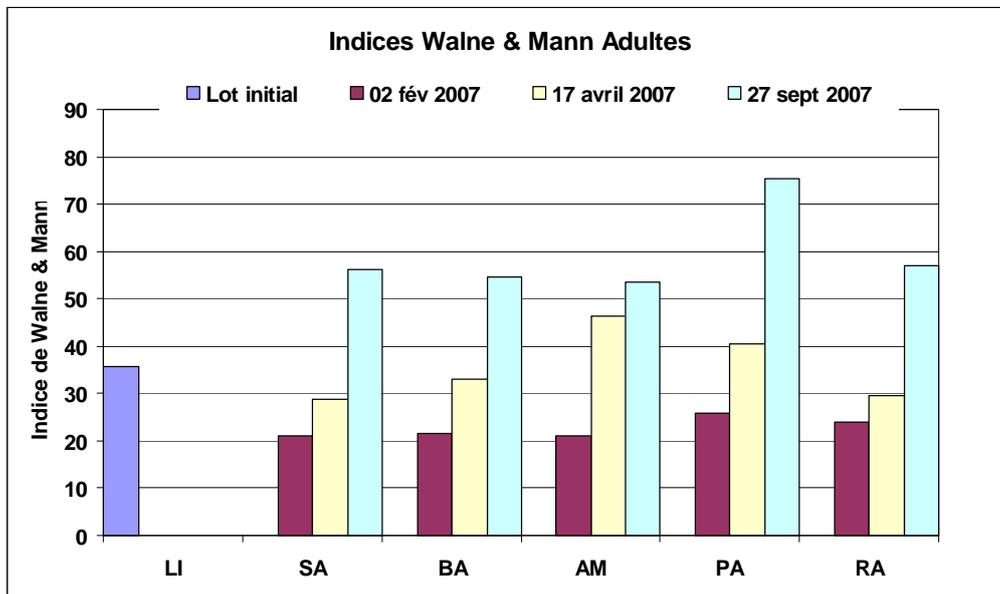


Figure 29: Indices de Walne et Mann du lot S2 Adultes 2N

Les indices de maturité relevés en septembre sont très élevés sur l'ensemble des sites, dénotant des animaux encore en maturation avancée. Cet état physiologique se répercute sur les valeurs des indices de chair et de Walne et Mann.

Les valeurs des indices de qualité (Gélatine et Polydora) sont faibles et conformes aux valeurs relevées dans le cadre du réseau Remora sur la Bretagne nord (valeurs moyennes des indices Polydora et Gélatine respectivement de 0,26 et 0,02 en 2007). Seul le site des Américains présente une infestation à Polydora élevée à 0,40.

8.2.2. Suivi des indices biométriques des juvéniles

On rappelle que compte tenu de la date de mise à l'eau du cheptel S2 (octobre 2006), il n'a pas été possible de disposer de naissain diploïde. En ce qui concerne cette classe d'âge, seul un lot triploïde a donc été mis sur site.

Les valeurs biométriques de ce lot de naissain triploïde S2 sont données dans les tableaux de l'annexe 3bis.

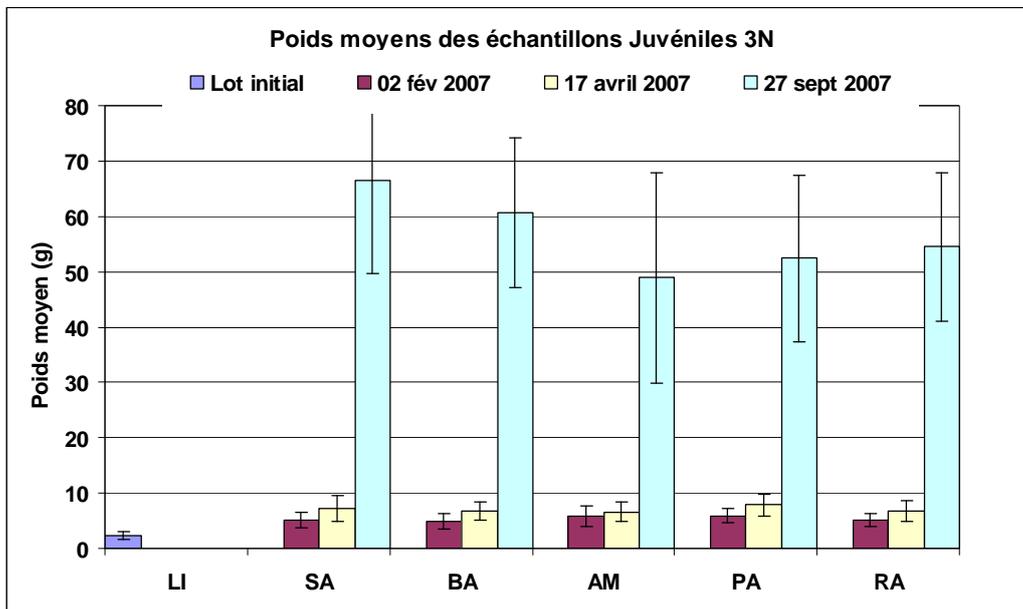


Figure 30: Poids moyens individuels (g) du lot S2 Juvéniles 3N

Les poids du naissain triploïde observés au 17 avril 2007 ne diffèrent pas significativement d'un site à l'autre. En septembre, le site de Saint Antoine présente un poids significativement supérieur à ceux des autres sites (annexe 4bis). A l'inverse de ce qui est observé pour les adultes, le site des Américains montre la plus faible croissance pour le "naissain" triploïde.

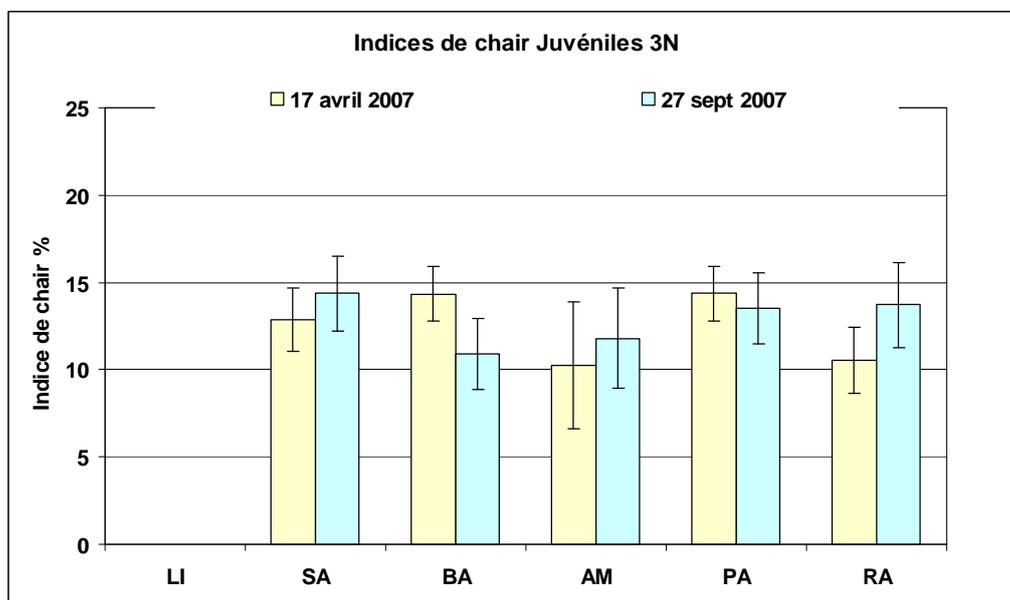


Figure 31: Indices de chair du lot S2 Juvéniles 3N

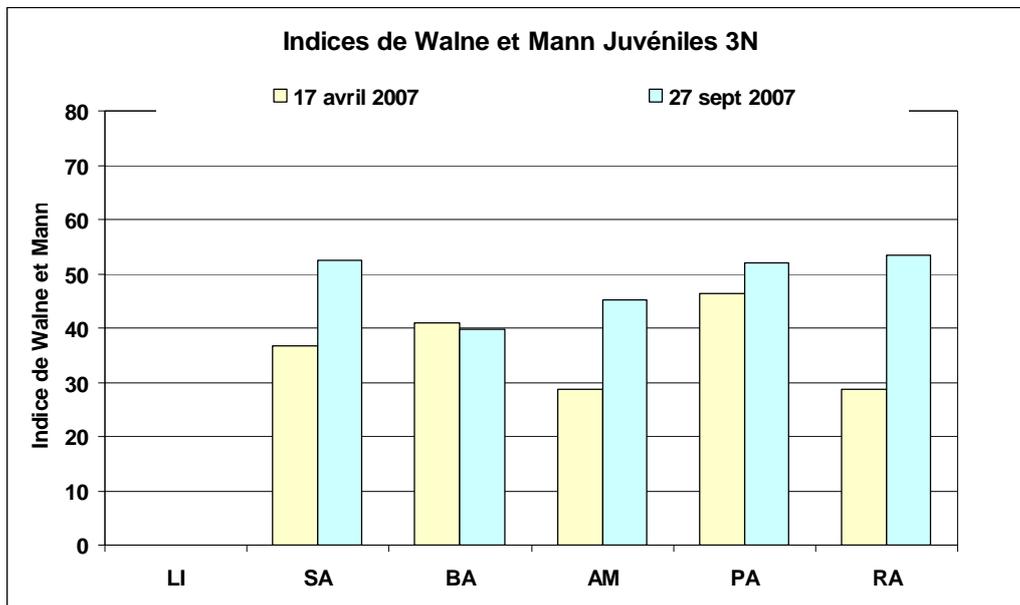


Figure 32: Indices de Walne et Mann du lot S2 Juvéniles 3N

Les valeurs d'indice de chair du naissain témoignent d'un bon coefficient de remplissage, tous les sites présentant des indices supérieurs à 10,5.

Les valeurs des paramètres qualitatifs mesurés sur ce lot (annexe 3bis) n'appellent pas de commentaire particulier, aucun d'eux n'étant critique.

8.3. Suivi du lot S3

8.3.1. Suivi des indices biométriques des adultes

Les valeurs des paramètres biométriques de ce lot sont données dans les tableaux en annexe 5.

Les poids atteints en septembre par le lot S3 montrent une croissance significativement supérieure pour les sites de Saint Antoine et de la baie des Anges. A l'inverse,, les sites des Américains et de Roch Avel présentent des croissances significativement plus faibles, le site de Paluden ayant des poids intermédiaires non statistiquement dissociables des groupes précédents.

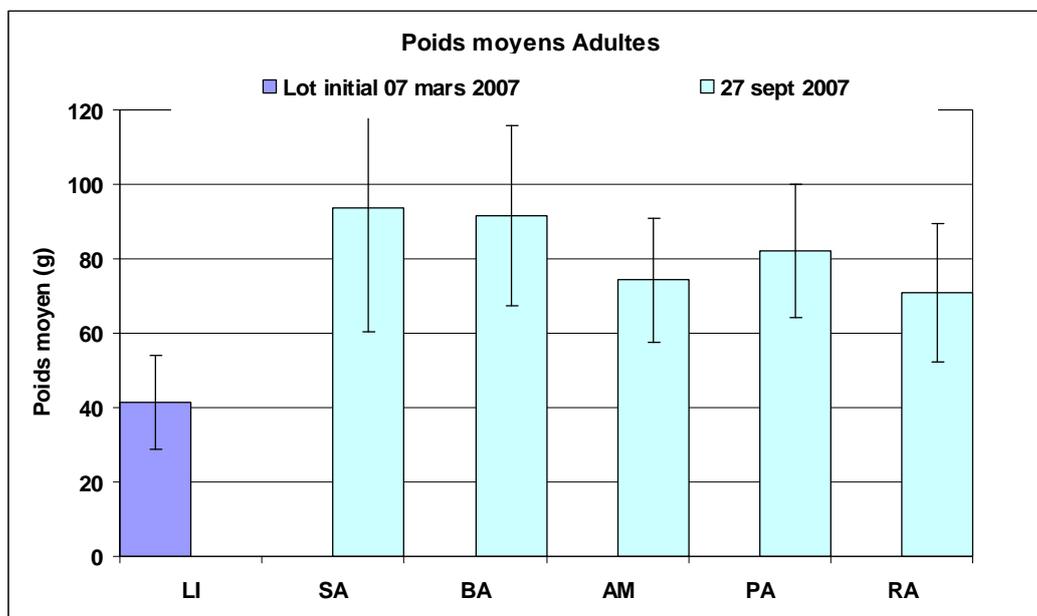


Figure 33: Poids moyens individuels (g) du lot S3Adultes

Les indices de chair sont tous supérieurs à 10,5, l'état physiologique des animaux en état de maturation avancée étant là encore pour une bonne part responsable de ces fortes valeurs. Trois groupes sont statistiquement distincts: Paluden avec les plus forts indices; Américains, baie des Anges et Saint Antoine avec des valeurs intermédiaires; et Roch Avel qui présente les plus faibles valeurs.

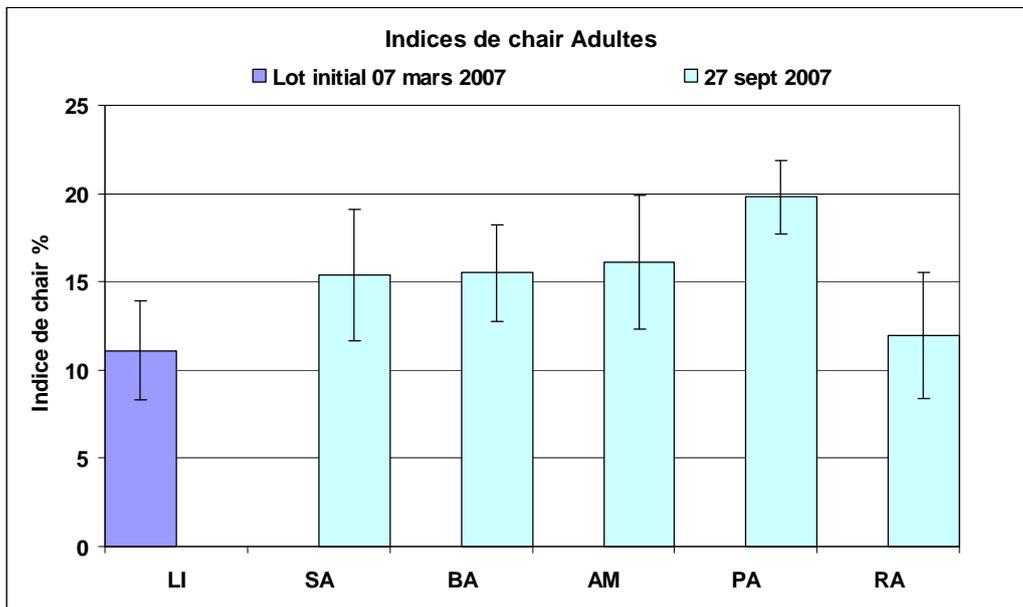


Figure 34: Indices de chair du lot S3 Adultes

Le coefficient d'épaisseur n'a pas subi d'évolution significative entre mars et septembre 2007 par rapport au lot d'origine et sa valeur est conforme à la norme en Bretagne nord (cf. tableau 7).

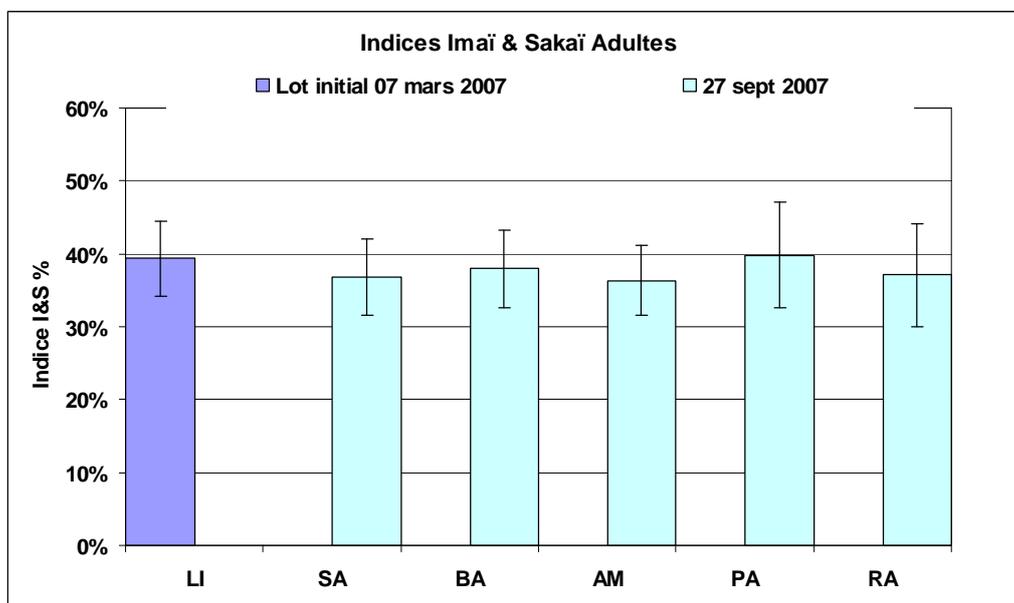


Figure 35: Coefficient d'épaisseur du lot S3 Adultes

Comme pour le lot S2, l'indice de walne et Mann montre des animaux encore largement en phase de maturation avancée.

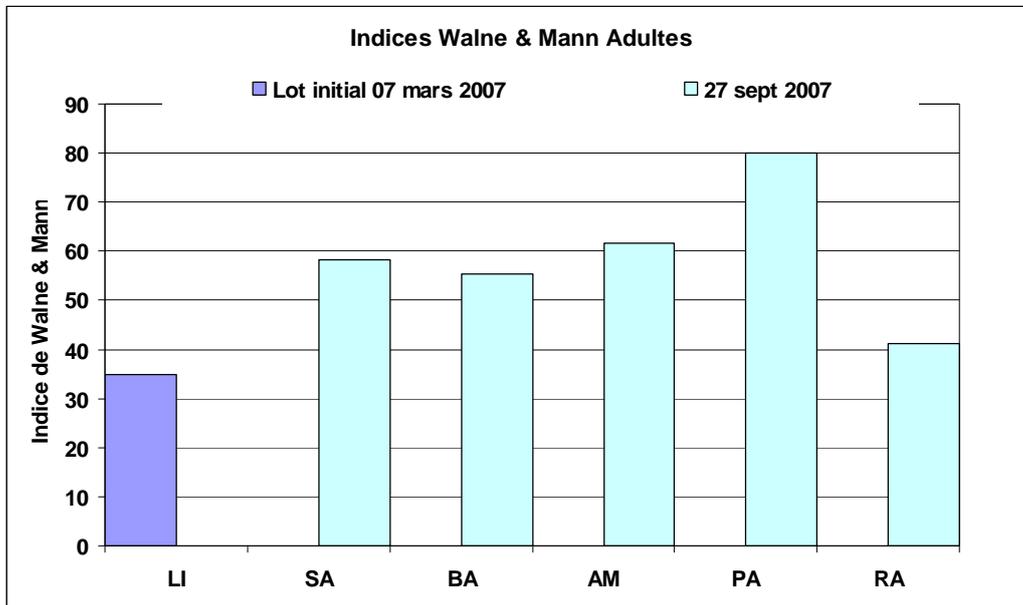


Figure 36: Indices de Walne et Mann du lot S3 Adultes

Les valeurs de l'indice Polydora sont élevées, à l'exception notable du site des Américains. Ces valeurs sont vraisemblablement à mettre en relation avec la valeur du lot de départ, qui montre une infestation importante à l'origine de ce lot.

8.3.2. Suivi des indices biométriques des juvéniles

Suite à une erreur dans la gestion du lot de naissain S3, les animaux de cette classe d'âge sont restés confinés en poches de maille trop faible pour assurer un élevage normal. Les valeurs de croissance relevées en septembre ne sont donc pas représentatives et sont donc données à titre indicatif dans le tableau 6.

Naissain S3 2N		Poids entier (g)		Indice de chair (%)	Indice W & M (%)	Indice Polydora	Indice de maturité	Indice Gélatine
Site	Code	07/03/2007	27/09/2007					
Saint Antoine	SA	1.1	9.4	14.2	53.88	0.02	0.77	0.00
Baie des Anges	BA		6.6	11.7	42.11	0.01	0.50	0.00
Américains	AM		8.1	14.9	53.58	0.00	0.72	0.00
Paluden	PA		12.1	17.2	60.68	0.00	0.87	0.00
Roch Avel	RA		2.9	12.8	43.43	0.00	0.45	0.00

Tableau 14: Valeurs des paramètres biométriques du lot S3 Juvéniles

Les indices de chair sont bons et tous supérieurs à 10,5

Les indices qualitatifs montrent de très faibles valeurs d'infestation Polydora et une absence de gélatine au niveau des coquilles.

Les indices de chair sont bons et tous supérieurs à 10,5

Les valeurs élevées de l'indice de Walne et Mann, ainsi que celles de l'indice de maturation, confirment, malgré l'absence "accidentelle" de pousse, les observations effectuées chez les adultes sur l'investissement important de cette classe d'âge dans la reproduction.

Les analyses d'avant travaux portuaires, réalisées en octobre 2005 sur les cinq sites ostréicoles de l'estuaire de l'Aber Wrac'h faisant l'objet du suivi des performances, indiquent des taux de mortalité des huîtres ainsi que des indices biométriques considérés comme bons et conformes à ce que l'on peut attendre sur ce secteur. Seul le site de Paluden, situé très en amont à l'intérieur de l'aber, a montré des mortalités importantes sur la classe d'âge des adultes (22,7 %) entre septembre et octobre 2005.

Les échantillonnages d'après travaux portuaires montrent, qu'entre octobre 2005 et février 2006 (englobant la période de dragage sédimentaire), les huîtres ont eu une évolution normale sur l'ensemble des paramètres et indices suivis avec, en particulier, des mortalités faibles et des indices de qualité des produits normaux pour cette période de l'année et ce secteur géographique.

L'échantillonnage effectué le 11 juillet 2006, date d'arrêt du lot S1, montre des performances d'élevage qui sont conformes aux attentes du secteur à cette période de l'année, malgré la variabilité entre les sites. En particulier, on ne dénote sur le suivi effectué aucun indice permettant de laisser penser à une contamination par le TBT: l'indice de forme d'Imai et Sakai est dans la norme de l'espèce, sans modification significative pendant la période considérée.

Les mortalités restent modérées quelle que soit la classe d'âge et le niveau de ploïdie considérés. Seul le site de Paluden présente des taux de mortalité plus élevés que les autres sites, tout en demeurant inférieur à 20% pour les adultes et 13% pour les juvéniles.

Les indices de qualité et de conditions physiologiques sont bons quel que soit le site considéré.

Aucune valeur anormale de mortalité n'est observée sur le lot d'huîtres S2 suivi d'octobre 2006 à septembre 2007, période couvrant la reprise des travaux portuaires, à l'exception une fois de plus du site de Paluden qui montre un taux de mortalité de 68,9% pour les adultes diploïdes. Les autres lots montrent sur ce site des mortalités moindres mais significatives.

Les paramètres qualitatifs sont bons, avec une stabilité du coefficient d'épaisseur depuis la mise sur site de ce lot, et des valeurs faibles des indices de qualité (Gélatine et Polydora). Seul le site des Américains présente une infestation à Polydora élevée à 0,40.

Comme convenu au protocole, un troisième lot (S3) a été mis en place début mars 2007, afin de suivre dans la durée l'impact environnemental de l'aménagement portuaire sur les élevages. La visite de septembre 2007 correspond au premier prélèvement programmé sur ce lot. Exception faite du site de Paluden qui présente une mortalité en septembre très élevée de 62,6%, les valeurs de mortalité relevées à cette date sur les adultes sont normales (moyenne de 6,5%). Les paramètres biométriques sont bons, avec des animaux encore largement matures en septembre.

Hormis les niveaux de mortalité constatés à Paluden, site le plus éloigné du port, et le plus amont de l'aber, les données observées sur l'ensemble des lots d'huîtres suivis entre octobre 2005 et septembre 2007 témoignent d'une évolution normale des cheptels.

9. Contrôle des matières en suspension (MES) dans l'eau de l'estuaire

Deux études spécifiques, lors des premiers travaux du port, ont été réalisées par le bureau d'étude In Vivo Environnement, sous-traitant de l'Ifremer : le 1^{er} décembre 2005 et le 16 janvier 2007. Un rapport complet a été fourni (voir document joint). L'objectif de ces mesures de contrôle est de vérifier si la réalité du terrain (quantité de production de MES dans l'eau de l'estuaire pendant les dragages) est conforme aux prévisions faites par modélisation numérique, celles-ci ayant été servi à la réalisation de l'étude d'impact.

Le premier suivi a été réalisé pendant un cycle de marée le jeudi 1^{er} décembre 2005 pendant les travaux du port consistant au terrassement par voie terrestre. In Vivo a pratiqué le second suivi pendant 7 heures le mardi 16 janvier 2007 lors de terrassement par voie nautique.

Les résultats aux trois points de suivi dans le chenal de l'estuaire sont globalement différents :

- A la station 3 en amont du port (pointe de Cameleut), les taux de MES sont relativement stables et faibles (inférieurs à 10mg/litre) pendant la durée des travaux,
- A la station 1 en aval du port (proche de l'île aux Américains), les taux de MES dans l'eau montent légèrement pendant les travaux, puis descendent rapidement à la marée montante alors que les travaux continuent, ceci logiquement avec l'inversion des courants. Mais les valeurs ne montent pas au-dessus de 13 mg/litre.
- A la station 2 (dans le chenal juste devant le port), les taux de MES dans l'eau montent jusqu'à une valeur **maximale de 17 mg/litre** pendant les travaux que ce soit par voie terrestre ou par voie nautique, puis redescendent rapidement à la marée montante.

Ces résultats indiquent que les travaux de terrassement par voie terrestre ou nautique ont fait monter brièvement les taux de matières en suspension (MES) dans l'eau de mer au niveau du chenal juste devant le port lui-même (station 2) ainsi que, de manière moindre, en aval du port devant l'île aux Américains (station 1). Mais ces valeurs maximales à 17 mg/litre restent toujours dans une gamme considérée « de faibles teneurs » (inférieures à 20 mg/litre) d'après les écrits de la DIREN sur cet estuaire (source : rapport DIREN Bretagne « Qualité des eaux des estuaires bretons ; campagnes de 1999).

En comparaison aux teneurs en MES analysées régulièrement par la DIREN et les CQEL dans l'estuaire breton, les valeurs observées le 1^{er} décembre 2005 et le 16 janvier 2007 dans le chenal de l'Aber Wrac'h sont de l'ordre de grandeur des fluctuations naturelles dues à l'hydrodynamisme et à la météorologie. Ces mesures ont surtout permis de valider les prévisions calculées par modélisation (cf. étude d'impact du projet – pages 50 et 51), lesquelles prévoyaient des productions de MES, au droit du port, au maximum égales à 30 mg/l avec quelques pics possibles à 100 mg/l.

10. CONCLUSION GENERALE

Cette étude de suivi environnemental de l'estuaire de l'Aber Wrac'h a pour objectif d'évaluer l'impact éventuel des travaux d'extension du port de Landéda. Malgré l'arrêt momentané des travaux par décision judiciaire puis leur reprise jusqu'au final en avril 2007, le suivi s'est poursuivi en continu sur les deux premières années (juillet 2005 à septembre 2007). L'impact global de ces travaux peut donc être évalué.

Concernant les concentrations en bactéries *Echerichia coli*, témoins de contamination fécale, il est constaté un pic, dépassant le seuil de 4600, au point Ile Wrac'h le 11 juillet 2006 en dehors des périodes de travaux du port. En outre, le point Paluden, en dehors de la zone d'impact des travaux portuaires, subit de nombreuses contaminations approchant le seuil, en particulier entre septembre 2006 et septembre 2007, dues vraisemblablement au bassin versant. Les travaux du port ont fait augmenter brièvement les matières en suspension (MES) dans le chenal de l'estuaire (mesures du 1^{er} décembre 2005 et du 16 janvier 2007). Toutefois ces concentrations sont restées dans des valeurs compatibles avec les gammes de variations naturelles dues aux vents et aux courants marins, et conformes voire en dessous des prévisions calculées par modélisation et prises en compte dans l'étude d'impact.

Les indicateurs biométriques des huîtres sont considérés normaux et bons sur tous les sites suivis dans l'estuaire de l'Aber Wrac'h. Les mortalités restent faibles durant les deux années d'étude, sauf au point Paluden en amont de l'estuaire, point le plus éloigné des travaux portuaires. Les concentrations en métaux lourds dans les huîtres, bien qu'en augmentation sensible pour le mercure et le plomb, sont partout faibles durant les deux années de suivi. Les concentrations en hydrocarbures polyaromatiques (HAP) ont globalement augmenté durant les deux années de suivi, même au point Paluden *a priori* non-impacté. Au vu des rapports entre composés, les spécialistes émettent l'hypothèse d'une contamination de type naturel en automne (dégradation de matières organiques végétales). Cette hypothèse reste à vérifier dans la suite des cycles annuels. Cependant les valeurs de HAP analysées dans les huîtres de l'Aber Wrac'h sont partout d'un niveau faible comparé aux normes en cours et sont considérées dans la gamme de Bonne Qualité.

Cette étude a principalement révélé, en définitive, un problème environnemental en 2005 dans l'estuaire de l'Aber Wrac'h. Il s'agit alors de la forte présence (détectée en septembre 2005) du tributylétain (TBT) en particulier dans les zones portuaires ou proches des ports (Saint Antoine, Américains, Paluden). De même, à cette même période, l'inventaire de l'impact (ou imposex) sur les bigorneaux, confirme cette forte présence du TBT et son impact dans les zones portuaires avant travaux. Puis le suivi des concentrations en TBT dans les huîtres pendant les travaux du port indique une décontamination générale et continue dans les coquillages de l'estuaire en 2006 et 2007, même au point Paluden le plus éloigné du port de Landéda. Ceci indique, d'une part que les travaux du port n'ont pas contaminé les huîtres en TBT, et d'autre part que les meilleures pratiques des plaisanciers ont permis une diminution globale des teneurs en TBT dans l'estuaire.

12. BIBLIOGRAPHIE

- Alzieu C, Héral M, Thibaud Y, Dardignac MJ, Feuillet M (1981) Influence des peintures antisalissures à base d'organostanniques sur la calcification de la coquille de l'huître *Crassostrea gigas*. Rev Trav Pêches Marit 45: 101-116
- Averty B., Michel P. et J.F. Chiffolleau, 2005. Les composés organostanniques dans les mollusques du littoral français, in *bulletin* RNO 2005 pp 11 à 14.
- Bédier E., Claude S., Simonne C., d'Amico F., Palvadeau H., Guilpain P., Le Gall P. et Pien S. (2007). Réseau national de suivi des performances de l'huître creuse (*Crassostrea gigas*) REMORA. Synthèse des résultats des stations nationales. Année 2006. rapport Ifremer RST/LER/MPL/2007.11.
- Brylinski J.-M., Lagadeuc Y., Gentilhomme V., Dupont J.-P., Lafite R., Dupeuble P.-A., Huault M.-F., Auger Y., Puskaric E., Wartel M., Cabioch L., 1991. Le « fleuve côtier » : un phénomène hydrologique important en Manche orientale. Exemple du Pas-de-Calais. Océan. Acta vol. sp. n°11 : 197-203.
- Cargouët G., Agence de l'Eau Seine-Normandie / Ifremer, septembre 1998. Gestion des apports microbiologiques sur le littoral, risques sanitaires, moyens d'action, approche méthodologique.
- Claisse D., Surveillance du Milieu Marin, travaux du R.N.O., édition 2002. IFREMER.
- Corre S., Jacq E., Mouillec B., 1999. Quantification et survie des bactéries dans les eaux du Coët-Dan. In Actes de colloques « Pollutions diffuses : du bassin versant au littoral » éditions IFREMER pp157-168.
- DIREN Bretagne, 2002. Qualité des eaux des estuaires bretons. Présentation et analyse des résultats : campagnes de 1999 à 2001. Analyses des DDE/CQEL 22,29 ,35 ,56 pour l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et la DIREN.
- Dupray E. et al., 1999. Flux bactériens et qualité sanitaire des coquillages en baie de la Fresnaye. In actes de colloques «pollutions diffuses : du bassin versant au littoral » édition IFREMER pp. 169-178.
- Fleury P.G. et al. 2005. REMORA. Résultats des stations nationales. Année 2004. Rapport Ifremer RST/LER/MPL/2005.08
- His E, Robert R (1980) Action d'un sel organo-métallique, l'acétate de tributyle-étain, sur les oeufs et les larves D de *Crassostrea gigas* (Thunberg). Int Coun Explor Sea Comm Meet (Mariculture Comm.) 27: 1-10
- Joanny M., et al., 1993. Qualité du milieu marin littoral. Rapport IFREMER.
- Kersaudy L., 2001. Etude des apports microbiologiques dans l'estuaire de l'Aber Benoît (zone des 500 mètres). Rapport de stage de DEUG UBO à l'Ifremer . 26 p et annexes.
- Meybeck M., Ragu A., 2000. Méthodologie d'établissement des flux polluants des fleuves du bassin Loire-Bretagne. UMR Sisyphe Labo de géologie appliquée Paris-Jussieu.

- Misko P., 2005. Suivi des Matières en suspension; port de l'Aber Wrac'h ; travaux de terrassement par voie terrestre. Rapport In Vivo Environnement, décembre 2005.
- Moore W.E. and Holdeman L.V. 1974. Human fecal flora: the normal flora of 20 Japanese-Hawaiians. *Appl. Microbiol.* 27 : 961-979.
- Oelmann J., Schulte-Oelmann U., Stroben E., Bauer B., Bettin C., Fioroni P. & Markert B., 1996. Androgenic effects of organotin compounds in molluscs. *In Umweltbundesamt (ed) : Endocrinally active chemicals in the environment, Berlin : 111-118.*
- Piriou. J.Y., Droit J., 2001. Apports nutritifs et bactériens en estuaire de Penzé, année 2000. Rapp. IFREMER RST.DEL/SR/01.08, septembre 2001, 124p. + annexes.
- Piriou J. Y., Bédier E., 2006. Suivi environnemental de l'estuaire de l'Aber Wrac'h dans le cadre des travaux d'extension du port de Landéda ; première année d'études juillet 2005-juillet 2006. Rapp. Ifremer RST.LER/CC/06.08, octobre 2006, 30 p. et annexes.
- Ristori S., Piriou J.Y, 2002. Apports en estuaire de Penzé, analyses de 6 montées de crues en 2001 et début 2002. Rapp. IFREMER RST.DEL/SR/02.09, Août 2002, 55p. + annexes.

13. LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : cartes des points de suivi ostréicole sur l'estuaire**
Figure 2 : résultats des concentrations en E.coli dans les huîtres
Figure 3 : concentrations en HAP dans les huîtres
Figure 4 : concentrations en TBT dans les huîtres
Figure 5, 6 et 7 : concentrations en métaux lourds dans les huîtres
Figure 8 : Mortalités des lots Adultes diploïdes S1
Figure 9 : Mortalités des lots Juvéniles diploïdes S1
Figure 10 : Poids moyen mesurés in situ des lots diploïdes Adultes S1
Figure 11 : Poids moyen des lots diploïdes Juvéniles
Figure 12: Mortalités des cheptels Adultes triploïdes S1
Figure 12bis: Mortalités des cheptels Juvéniles triploïdes S1
Figure 13 : Poids moyen mesurés in situ Adultes triploïdes S1
Figure 13bis : Poids moyen mesurés in situ Juvéniles triploïdes S1
Figure 14 : Mortalités observées sur le lot Adultes diploïdes S2
Figure 14bis : Mortalités observées sur le lot Juvéniles triploïdes S2
Figure 15 : Poids moyens mesurés in situ Adultes diploïdes (lot S2)
Figure 16 : Poids moyens mesurés in situ Juvéniles triploïdes (lot S2)
Figure 17 : Mortalités observées sur le lot Adultes diploïdes S3
Figure 18 : Mortalités observées sur le lot Juvéniles diploïdes S3
Figure 19 : Poids moyens individuels Adultes diploïdes S1
Figure 20 : Indices de chair Adultes diploïdes S1
Figure 21: Coefficient d'épaisseur Adultes diploïdes S1
Figure 22: Indices de Walne et Mann Adultes diploïdes S1
Figure 23: Poids moyens individuels Juvéniles diploïdes S1
Figure 24: Indices de Walne et Mann Juvéniles diploïdes S1
Figure 25: Indices de chair Juvéniles diploïdes S1
Figure 26: Poids moyens individuels (g) du lot S2 Adultes 2N
Figure 27: Indices de chair du lot S2 Adultes 2N
Figure 28: Coefficient d'épaisseur du lot S2 Adultes 2N
Figure 29: Indices de Walne et Mann du lot S2 Adultes 2N
Figure 30: Poids moyens individuels (g) du lot S2 Juvéniles 3N
Figure 31: Indices de chair du lot S2 Juvéniles 3N
Figure 32: Indices de Walne et Mann du lot S2 Juvéniles 3N
Figure 33: Poids moyens individuels (g) du lot S3 Adultes
Figure 34: Indices de chair du lot S3 Adultes
Figure 35: Coefficient d'épaisseur du lot S3 Adultes
Figure 36: Indices de Walne et Mann du lot S3 Adultes

Annexe 1: Tableau de suivi des indices biométriques des lots diploïdes S1

Adultes 2N

Site	Code	Poids entier (g)			Indice de chair (%)			Coef épaisseur		Indice Walne et Mann (%)		
		17/10/2005	15/02/2006	11/07/2006	17/10/2005	15/02/2006	11/07/2006	15/02/2006	11/07/2006	17/10/2005	15/02/2006	17/10/2005
Lot initial	LI	31,0			7,2			37,81		25,7		
Saint Antoine	SA	29,3	36,9	61,1	10,6	9,5	16,0	39,11	34,65	28,1	23,0	61,4
Baie des Anges	BA	24,9	26,9	54,1	7,3	6,6	13,7	39,01	36,98	22,9	17,4	51,7
Américains	AM	26,6	35,5	58,5	10,1	7,1	14,1	40,69	34,00	28,0	17,1	54,4
Paluden	PA	31,0	37,0	57,9	8,8	9,5	18,4	38,97	38,32	29,5	24,4	80,8
Roch Avel	RA	34,1	37,0	51,5	11,1	8,5	15,1	38,84	36,41	34,8	32,6	56,4

Site	Code	Indice Polydora			Indice Gélatine			Indice de maturité		
		17/10/2005	15/02/2006	11/07/2006	17/10/2005	15/02/2006	11/07/2006	17/10/2005	15/02/2006	11/07/2006
Lot initial	LI	0,00			0,17			0,35		
Saint Antoine	SA	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,17	0,50	0,06	1,00
Baie des Anges	BA	0,00	0,06	0,00	0,03	0,00	0,03	0,20	0,01	0,95
Américains	AM	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,03	0,20	0,00	0,93
Paluden	PA	0,01	0,01	0,00	0,07	0,00	0,07	0,30	0,04	1,00
Roch Avel	RA	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,03	0,60	0,10	0,97

Naissain 2N

Site	Code	Poids entier (g)			Indice de chair (%)	Indice Walne et Mann	Indice Polydora	Indice Gélatine	Indice de maturité
		17/10/2005	15/02/2006	11/07/2006	11/07/2006	11/07/2006	11/07/2006	11/07/2006	
Lot initial	LI	0,84							
Saint Antoine	SA	1,50	2,35	17,66	13,0	48,9	0,00	0,17	0,80
Baie des Anges	BA	1,43	1,75	10,42	13,2	53,0	0,00	0,00	0,80
Américains	AM	1,59	2,80	19,64	13,6	53,2	0,00	0,07	1,00
Paluden	PA	1,41	2,95	16,69	16,7	69,9	0,00	0,00	1,00
Roch Avel	RA	1,35	2,80	15,82	15,6	54,7	0,00	0,00	1,00

Annexe 2 : Analyses statistiques par ANOVA des indices biométriques des adultes S1 au 11 juillet 2006 (Test de Bonferroni)**Poids Adultes S1 au 11 juillet 2006**

Sites	Moyenne	Regroupements
SA	61.11	A
AM	58.48	A B
PA	57.87	A B
BA	54.10	A B
RA	51.47	B

Indices Imaï et Sakaï Adultes S1 au 11 juillet 2006

Sites	Moyenne	Regroupements
PA	38.33	A
LI	37.81	A B
BA	36.98	A B
RA	36.41	A B
SA	34.65	A B
AM	34.00	B

Indices de chair Adultes S1 au 11 juillet 2006

Sites	Moyenne	Regroupements
PA	18.42	A
SA	15.99	B
RA	15.12	B C
AM	14.07	B C
BA	13.72	C

Annexe 2bis : Analyses statistiques par ANOVA des indices biométriques des juvéniles S1 au 11 juillet 2006 (Test de Bonferroni)

Poids Juvéniles S1 au 11 juillet 2006

Sites	Moyenne	Regroupements	
AM	19.64	A	
SA	17.66	A	B
PA	16.69	A	B
RA	15.82		B
BA	10.42		C

Indices de chair Juvéniles S1 au 11 juillet 2006

Sites	Moyenne	Regroupements	
PA	16.73	A	
RA	15.63	A	
AM	13.55		B
BA	13.19		B
SA	13.01		B

Annexe 3: Tableau de suivi des indices biométriques des lots Adultes diploïdes S2

Adultes 2N		Poids entier (g)			Indice de chair (%)			Coef épaisseur			Indice Walne et Mann (‰)		
Site	Code	02/02/07	17/04/07	27/09/07	02/02/07	17/04/07	27/09/07	02/02/07	17/04/07	27/09/07	02/02/07	17/04/07	27/09/07
Saint Antoine	SA	32.2	37.7	88.4	8.5	10.5	14.2	0.39	n.d.	0.36	21.1	28.8	56.2
Baie des Anges	BA	30.1	29.2	60.7	8.8	9.3	14.6	0.40		0.38	21.5	33.0	54.5
Américains	AM	30.6	31.7	85.3	8.9	10.6	14.5	0.37		0.37	21.1	46.3	53.4
Paluden	PA	28.7	40.4	75.5	10.1	12.6	19.9	0.40		0.39	25.9	40.4	75.5
Roch Avel	RA	29.2	30.1	66.0	9.5	9.4	15.6	0.37		0.38	24.0	29.5	57.1

Adultes 2N		Indice Polydora			Indice Gélatine			Indice de maturité		
Site	Code	02/02/07	17/04/07	27/09/07	02/02/07	17/04/07	27/09/07	02/02/07	17/04/07	27/09/07
Saint Antoine	SA	0.03	0.02	0.11	0.13	0.00	0.17	0.03	0.10	0.83
Baie des Anges	BA	0.00	0.00	0.18	0.00	0.04	0.07	0.03	0.06	0.85
Américains	AM	0.05	0.03	0.40	0.00	0.03	0.00	0.03	0.13	0.98
Paluden	PA	0.02	0.01	0.03	0.03	0.00	0.03	0.08	0.13	1.00
Roch Avel	RA	0.01	0.02	0.10	0.00	0.03	0.03	0.07	0.12	0.98

Annexe 3bis: Tableau de suivi des indices biométriques des lots juvéniles triploïdes S2

Naissain 3N		Poids entier (g)				Indice de chair (%)		Indice Walne et Mann (‰)	
Site	Code	05/10/2006	02/02/2007	17/04/2007	27/09/2007	17/04/2007	27/09/2007	17/04/2007	27/09/2007
Lot initial	LI	2.27							
Saint Antoine	SA		5.04	7.26	66.44	12.85	14.36	36.80	52.57
Baie des Anges	BA		4.87	6.69	60.62	14.33	10.90	40.96	39.66
Américains	AM		5.91	6.60	48.87	10.25	11.80	28.78	45.19
Paluden	PA		5.94	7.83	52.36	14.37	13.52	46.24	52.00
Roch Avel	RA		5.17	6.85	54.47	10.53	13.72	28.69	53.37

Naissain 3N		Indice Polydora		Indice Gélatine		Indice de maturité	
Site	Code	17/04/2007	27/09/2007	17/04/2007	27/09/2007	17/04/2007	27/09/2007
Lot initial	LI						
Saint Antoine	SA	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	nd
Baie des Anges	BA	0.00	0.01	0.00	0.17	0.00	
Américains	AM	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	
Paluden	PA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Roch Avel	RA	0.00	0.06	0.00	0.03	0.00	

Annexe 4 : Analyses statistiques des indices biométriques des adultes S2 au 27 septembre 2007 (ANOVA - Test de Bonferroni)**Poids Adultes S2 au 27 septembre 2007**

Sites	Moyenne	Regroupements
SA	88.42	A
AM	85.26	A
PA	75.46	A B
RA	66.04	B
BA	60.71	B

Indices Imaï et Sakaï Adultes S2 au 27 septembre 2007

Sites	Moyenne	Regroupements
PA	38.73	A
BA	38.49	A
LI	38.48	A
RA	38.34	A
AM	36.59	A
SA	35.87	A

Indices de chair Adultes S2 au 27 septembre 2007

Sites	Moyenne	Regroupements
PA	19.87	A
RA	15.60	B
BA	14.55	B
AM	14.46	B
SA	14.16	B

Annexe 4bis : Analyses statistiques des indices biométriques des juvéniles 3N S2 au 11 juillet 2006**(ANOVA - Test de Bonferroni)****Poids Juvéniles triploïdes S2 au 27 septembre 2007**

Sites	Moyenne	Regroupements		
SA	66.44	A		
BA	60.62	A	B	
RA	54.47		B	C
PA	52.36		B	C
AM	48.87			C

Indices de chair Juvéniles triploïdes S2 au 27 septembre 2007

Sites	Moyenne	Regroupements		
SA	14.36	A		
RA	13.72	A		
PA	13.52	A		
AM	11.80		B	
BA	10.90		B	

Annexe 5: Tableau de suivi des indices biométriques des lots Adultes diploïdes S3

Adultes 2N		Poids entier (g)		Indice de chair (%)		Indice Walne et Mann (%)	
Site	Code	07/03/2007	27/09/2007	07/03/2007	27/09/2007	07/03/2007	27/09/2007
Saint Antoine	SA	41.4	93.7	11.1	15.4	34.8	58.3
Baie des Anges	BA		91.6		15.5		55.4
Américains	AM		74.4		16.1		61.5
Paluden	PA		82.0		19.8		80.2
Roch Avel	RA		70.8		11.9		41.2

Adultes 2N		Indice Polydora		Indice de maturité		Coef épaisseur		Indice Gélatine	
Site	Code	07/03/2007	27/09/2007	07/03/2007	27/09/2007	07/03/2007	27/09/2007	07/03/2007	27/09/2007
Saint Antoine	SA	0.48	0.43	0.20	0.95	39.3	36.8	0.37	0.13
Baie des Anges	BA		0.41		1.00		38.0		0.07
Américains	AM		0.01		0.88		36.4		0.03
Paluden	PA		0.38		1.00		39.9		0.12
Roch Avel	RA		0.38		0.82		37.1		0.00

Annexe 5bis : Analyses statistiques des indices biométriques des adultes S3 au 27 septembre 2007 (ANOVA - Test de Bonferroni)**Poids Adultes S3 au 27 septembre 2007**

Sites	Moyenne	Regroupements	
SA	93.72	A	
BA	91.58	A	
PA	81.98	A	B
AM	74.36		B
RA	70.77		B

Indices Imaï et Sakaï aAdultes S3 u 27 septembre 2007

Sites	Moyenne	Regroupements	
PA	39.85	A	
LI	39.34	A	
BA	37.95	A	
RA	37.10	A	
SA	36.79	A	
AM	36.35	A	

Indices de chair Adultes S3 au 27 septembre 2007

Sites	Moyenne	Regroupements	
PA	19.80	A	
AM	16.10		B
BA	15.50		B
SA	15.37		B
RA	11.93		C

Annexe 6 : Valeurs du réseau REMORA en Bretagne nord en 2007

Les valeurs biométriques relevées en septembre 2007 (hors coefficient d'épaisseur: valeurs décembre 2007) dans le cadre du réseau REMORA en Bretagne nord sont données ci-dessous à fin de comparaison avec les valeurs obtenues en septembre 2007 sur le lot S3.

Adultes 2N

Site	Code	Poids entier (g)	Mortalité cumulée	Indice de chair (%)	Indice Polydora	Indice Gélatine	Coeff. épaisseur	Indice W & M (‰)
Aber Benoît	AB02	75.7	15.4%	16.86	0.28	0.00	40.79	68.14
Brest Roscanvel	BR03	63.8	4.0%	9.59	0.35	0.03	39.29	28.27
Cancale	CA02	67.7	9.8%	7.28	0.21	0.07	38.14	20.63
Morlaix	MX02	75.8	18.2%	12.64	0.28	0.00	39.09	47.93
Paimpol	PL03	64.7	10.7%	7.74	0.18	0.00	39.33	23.45
Penzé	PZ01	77.3	6.9%	13.22	0.26	0.03	38.03	47.43

Juveniles 2N

Site	Code	Poids entier (g)	Mortalité cumulée	Indice de chair (%)	Indice Polydora	Indice Gélatine	Indice W & M (‰)
Aber Benoît	AB02	24.6	1.0%	17.95	0.22	0.10	73.6
Brest Roscanvel	BR03	23.5	1.0%	10.43	0.14	0.10	40.72
Cancale	CA02	22.0	27.8%	8.08	0.00	0.00	27.35
Morlaix	MX02	18.3	22.1%	13.05	0.09	0.00	48.69
Paimpol	PL03	18.6	0.0%	10.10	0.05	0.00	33.33
Penzé	PZ01	24.3	1.0%	10.99	0.03	0.00	45.16