Système d'information halieutiques - Campagnes à la mer

Unité « Halieutique Gascogne Sud »

Jean-Pierre Léauté, Fabien Aubert, Fanny Lepareur, Yann Coupeau, Anne Boiron.

Avec les collaborations de : André Battaglia, Jacques Labastie, Raimonde Emonnet, Jean-Jacques Vayne, Aurélie Nadeau, Christine Couturier, Didier Leguay, James Grizon, Gérard Biais.

Janvier 2015 – RBE/HGS/LRHLR 15-002

**GESTION DES RESSOURCES DES PECHES DE POITOU-CHARENTES (GEREPECH)**

# Analyse des campagnes SOLPER - 2005 à 2012

*©Ifremer JPLéauté*

# Analyse des campagnes SOLPER
(SOLe PERtuis)
2005 à 2012

# Fiche documentaire

| | |
|---|---|
| **Numéro d'identification du rapport** :<br>**Diffusion** : libre : ☑ restreinte : ☐ interdite : ☐<br><br>**Validé par** :<br>Adresse électronique : jean.pierre.leaute@ifremer.fr | **date de publication : Janvier 2015.**<br>**nombre de pages :** 74<br>**bibliographie :** 1<br>**illustration(s) :** 43<br>**langue du rapport : français** |
| **Titre du rapport : Analyse des campagnes SOLPER - 2005 à 2012** | |
| Contrat n° Rapport intermédiaire ☐ Rapport définitif ☑ | |
| **Auteurs principaux** :<br>**Jean-Pierre Léauté, Fabien Aubert, Fanny Lepareur, Yann Coupeau, Anne Boiron.** | **Organisme / Direction / Service, laboratoire**<br>Ifremer /RBE/HGS/ LRHLR L'Houmeau |

**Résumé** : De nombreuses études sur la sole ont été réalisées depuis des années par de nombreux laboratoires de recherche. Cette étude s'est attachée à faire un focus sur l'une des principales nourriceries de la façade Atlantique, les Pertuis charentais, au travers des résultats de huit campagnes de pêche annuelles (2005-2012) de fin d'été (SOLe PERtuis) ciblant les juvéniles de sole à l'aide d'un petit chalut à perche, de la zone subtidale jusqu'au proche infralittoral (< 1,50 m).

Quelques uns des résultats obtenus au cours de ce bilan confirment des constatations antérieures, comme, entre autres, que plus de 80 % des juvéniles de l'année (G0) occupent des fonds vaseux ou sablo-vaseux, à une profondeur inférieure à 5 m, ou bien qu'il existe une relative corrélation entre pluviométries importantes au printemps, débits des fleuves et fortes abondances des G0 sur les nourriceries.

Cependant dans le pertuis Breton cette corrélation ne se traduit pas, sur le plan géographique, par une extension de la zone colonisée par les G0, mais plutôt par une forte augmentation de la densité en zone littorale et subtidale, zone peu explorée habituellement à cause d'une profondeur trop faible et non accessible à des navires de pêche. Le petit maillage du chalut (8 mm étiré) et l'accès à ces secteurs peu profonds ont permis de capturer parfois une fraction importante des juvéniles qui présentaient une taille moyenne inférieure à la sélectivité de chaluts utilisés lors d'autres campagnes pour lesquelles de fortes abondances ont pu passer pratiquement inaperçu.

Par ailleurs, l'abondance de juvéniles du groupe 0 en 2007 a pu être encore suivie les deux années suivantes en groupe 1 et 2, ce qui a permis de prévoir l'arrivée de cette cohorte importante accessible à la pêche, après le recrutement. Il a aussi été observé, quand les G0 étaient de petites tailles, un phénomène de compensation de taille entre la première et la deuxième année de vie, qui a permis aux G1 de rattraper une taille moyenne « normale ». Enfin, en admettant une corrélation entre fortes abondances/densités et faible indice de condition des G0, il semble exister des possibilités de cycle de fortes abondances sur plusieurs années consécutives mais des conditions environnementales estivales défavorables réduisent le potentiel de la cohorte annuelle par de nombreuses mortalités.

**Abstract** A large number of studies on common sole have already been done for years by many research laboratories. This study sought to make a focus on a major nursery on the Atlantic coast, the Pertuis charentais, through the results of eight annual surveys (2005-2012) in late summer (SOLe PERtuis) targeting sole juveniles with a small beam trawl until subtidal zone (<1.50 m).

Some of the results obtained in this report confirm previous studies, such as, among others, that more than 80% YOY (G0) occupy muddy or sandy mud bottom at a depth less than 5 m, or that there is a relative correlation between large rainfall in the spring, river flows and abundance of G0 in nursery.

However in the Pertuis Breton this correlation is little expressed by an extension of the colonized area by G0, but rather by a strong increase in density in coastal and subtidal zone, zone usually little explored, due to the shallow depth, not accessible to fishing vessels. The small trawl mesh (8 mm stretched) and access to these shallow sectors have sometimes permitted the capture of a significant proportion of juveniles that had an average size below the selectivity of trawls used in other surveys where this abundance were able to pass virtually unnoticed.

Moreover, the abundance of juvenile group 0 in 2007 was followed the next two years for groups 1 and 2; this has help predict the arrival of this large cohort available to the fishery after recruitment. It was also observed when the G0 were very small in size, a compensation phenomenon of size between the first and second year of life, which allowed the G1 to reach a 'normal' size. Finally, assuming a correlation between high abundance / density and a G0 low condition index, there seem exist high abundance cycle opportunities of for many consecutives years but adverse summer environmental conditions reduce the potential annual cohort by a large mortality.

**Mots-clés :** Sole commune, *Solea solea,* chalut à perche, abondance, Pertuis charentais,

**Words keys :** Common sole, *Solea solea,* beam trawl, abundance, Pertuis charentais

**SOMMAIRE**

**Introduction** ..... **9**

**Collecte des données** ..... **11**

*I.1. Protocole d'échantillonnage* ..... *11*

*I.2. Navire, engin et technique de pêche* ..... *11*

*I.3. Travail à bord et au laboratoire.* ..... *13*

*I.4. Cas particulier des campagnes PRESOLPER.* ..... *13*

*I.5. Origine des données environnementales* ..... *14*

*I.6. L'analyse des contenus stomacaux* ..... *14*

Le protocole d'échantillonnage ..... 14

Les indices du régime alimentaire ..... 15

**Bilan global des campagnes SOLPER** ..... **17**

**Secteur d'étude et paramètres environnementaux** ..... **18**

*2.1. Hydrologie* ..... *19*

*2.2. Pluviométrie* ..... *19*

*2.3. Débit des fleuves* ..... *20*

*2.4. Température et salinité* ..... *24*

**2.4.1. Prélèvements REPHY** ..... 24

**2.4.2. Mesures lors des campagnes SOLPER** ..... 24

**Analyses des campagnes SOLPER** ..... **33**

*3.1. Abondance des soles* ..... *33*

*3.2. Tailles des soles.* ..... *36*

*3.3. Distribution des soles (sédiments, profondeur).* ..... *39*

*3.4. Les campagnes PRESOLPER.* ..... *43*

*3.5. Cas particulier de la cohorte de l'année 2007* ..... *46*

*3.6. Analyse des indices de condition de Fulton* ..... *48*

Les indices de conditions des campagnes PRESOLPER ..... 52

*3.7. Le régime alimentaire des juvéniles de soles* ..... *52*

**Discussion** ..... **57**

**Conclusion** ..... **59**

**Bibliographie** ..... **61**

**Annexes** ..... **65**

# Introduction

La sole, présente de la Norvège aux côtes nord de l'Afrique orientale, ainsi que dans le bassin méditerranéen (Quéro et Vayne, 1997) est une ressource halieutique importante des débarquements en France, puisqu'elle intervient pour plus de 11 % des ventes en criées, et après la seiche elle est la deuxième espèce en valeur débarquée dans le golfe de Gascogne (40 M € en 2010). Elle arrive en première place dans les débarquements de la pêche charentaise (5,6 M € en 2010). Cette espèce contribue aussi à l'équilibre financier annuel de nombreux petits bateaux côtiers dont les courreauleurs fréquentant les Pertuis charentais. Après avoir été longtemps principalement capturée par les chalutiers du Golfe, une flottille de grands fileyeurs spécialisés dans sa pêche s'est développée dans le golfe de Gascogne dans les années 80-90.

La croissance de cette flottille est en partie liée à la diminution de la pression de pêche des chalutiers côtiers dirigés vers la crevette grise (Léauté, 2000) dont les captures accessoires de juvéniles, et en particulier de sole étaient importantes (0,3 kg de soles par kg de crevette) (De Haldat, 1978). Ceci a induit, avec d'autres facteurs comme l'utilisation de grands maillages, un accroissement de la biomasse féconde de soles ainsi qu'un flux de navires vers la pêche de la sole aux filets. En parallèle avec une augmentation du quota de sole, dans le Golfe, de 3000 à plus de 6000 tonnes entre 1984 et 1994, la part des débarquements totaux de sole des fileyeurs est passée de 9 % à 60 % (Anon., 1996).

Cependant après cet accroissement de stock et de flottilles qui ciblent la sole, Biais *et al* (2010) rappelle dans le rapport Fonsole que « *l'état de ce stock est devenu préoccupant au début des années 2000. La biomasse de géniteurs a en effet décru de 40 % entre 1993 et 2003. L'effectif à deux ans, âge de première capture (recrutement), a été en 2001, puis en 2004 et 2005, d'un niveau bien en-dessous des valeurs observées de 1984 à 2000. Cette évolution a justifié l'adoption d'un plan de gestion en 2006 afin d'enrayer cette décroissance qui risquait d'aboutir à une insuffisance d'alimentation du stock en juvéniles. L'effort de pêche a été réduit et la biomasse est revenue à un niveau au-dessus duquel un bon renouvellement du stock est estimé mieux garanti au regard de l'évolution historique du stock* ».

La pêche de la sole est, par essence, étroitement liée au cycle de vie de cette espèce qui part des frayères du large, passe par les zones de nourriceries, et qui après le recrutement intègre le stock d'adultes.

Dans le golfe de Gascogne sur des fonds qui se situent entre 40 et 80 km au large par des profondeurs de 50 à 100 m, deux zones principales de frayères de soles, au large de l'estuaire de la Loire et des Pertuis charentais ainsi que trois de moindre étendue du large de la Gironde au sud de la côte des Landes (Arbault *et al.* 1986, Koutsikopoulos *et al.* 1992) contribuent à alimenter le stock de sole du Golfe. Les jeunes soles qui colonisent les zones de nourriceries des estuaires de la Vilaine, de la Loire, de la Gironde, de la baie de Bourgneuf et des Pertuis charentais sont issues des pontes printanières (février-mai) de l'année (groupe 0). A partir des zones de frayères, les larves migrent selon un processus diffusif (Koutsikopoulos *et al.* 1989) vers les zones côtières en se métamorphosant, et colonisent les zones les plus favorables à leur survie pour les 2-3 premières années de leur vie. Les facteurs qui contribuent à cette survie sont très diversifiés. Entre la capacité des frayères à accueillir les géniteurs, les facteurs environnementaux qui interviennent lors de la migration vers les nourriceries et la qualité et la superficie du milieu récepteur lors de l'arrivée des juvéniles, d'une année à l'autre la variabilité de l'abondance peut aller au moins du simple au double voire au triple sur le secteur étudié.

Une modélisation hydrodynamique de la décroissance démographique de la sole commune en Manche Est a pu être élaborée par Rochette (2011) dans sa thèse, pour les premiers stades larvaires et juvéniles et a été complété pour les étapes plus âgées par Dorel *et al*. (1989) (Figure 1).

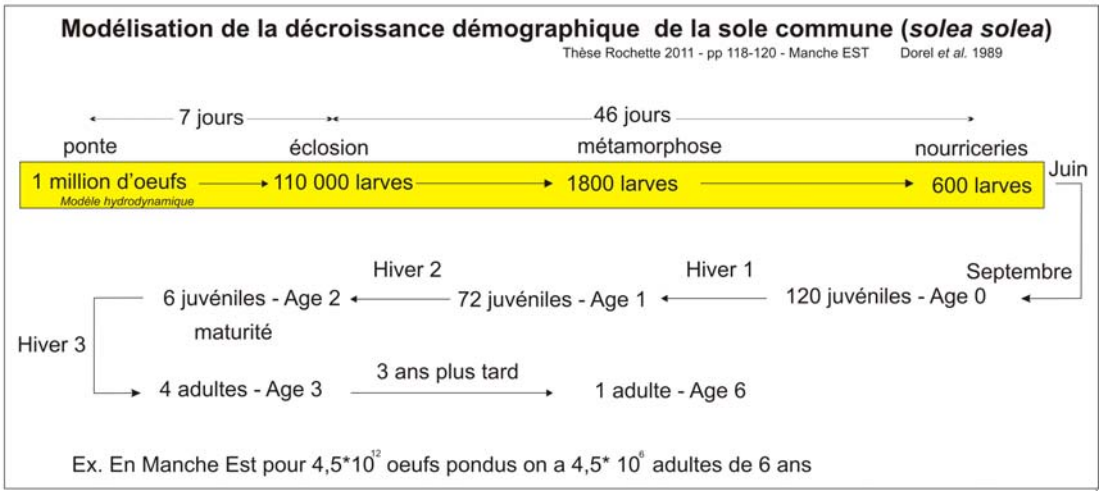



Figure 1 – Modélisation de la décroissance démographique de la sole en Manche est

Cette modélisation est une sorte de prolongation du Programme National Français « Déterminisme du Recrutement » (PNDR) qui a eu pour objectif dans les années 80 d'établir la modélisation des mécanismes qui gouvernent les variations de répartition et d'abondance des jeunes stades de la sole sur la nourricerie-test de la baie de Vilaine (Dorel *et al.* 1989).

Par ailleurs dans le cadre du chantier golfe de Gascogne du PNEC, Le Pape *et al.* (2003a) a établi une cartographie quantitative des nourriceries à sole de ce secteur en développant un modèle décrivant la distribution des juvéniles de sole en fonction de 4 descripteurs (une classe de bathymétrie * un type de structure sédimentaire * une situation par rapport aux panaches estuariens * un secteur géographique) couplés à un système d'information géographique (SIG). La figure 2 présente le résultat de la répartition des juvéniles de soles nés dans l'année dans le golfe de Gascogne dans les conditions moyennes de débit des fleuves.

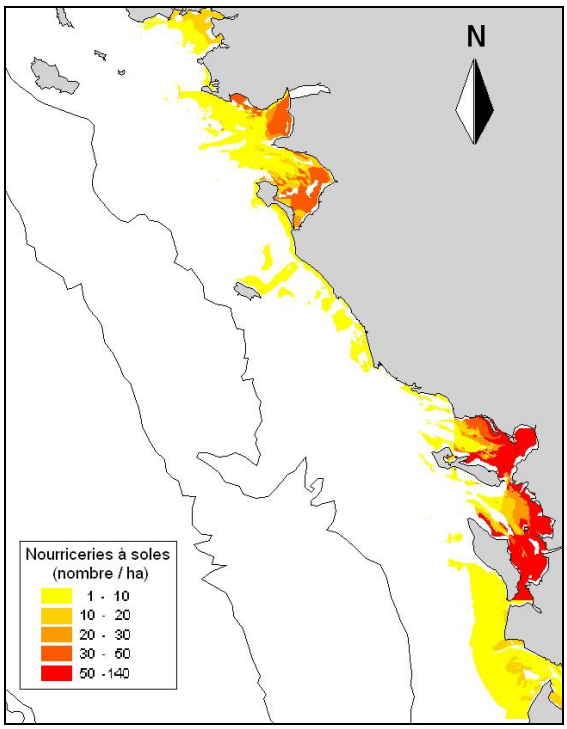



Figure 2 - Répartition des juvéniles de sole nés dans l'année entre Vilaine et Gironde dans les conditions moyennes de débit des fleuves

Cependant comme le souligne Le Pape (2005), « *Comme l'ensemble des modèles linéaires, cette méthode doit toutefois être utilisée avec précaution, notamment en ce qui concerne l'interprétation des paramètres. En effet cette interprétation devient très aléatoire lorsque des paramètres colinéaires sont introduits dans les modèles* (…) »

Afin de compléter les nombreux travaux réalisés sur la sole dans le golfe de Gascogne, des contrats régionaux successifs ont permis de mieux évaluer la contribution des Pertuis charentais au renouvellement du stock et la valeur patrimoniale d'une nourricerie à soles comme celle des Pertuis. En 2005-2006 dans le cadre de l'Observatoire de Recherche sur l'Environnement (ORE) REPER (Recherche sur les Ecosystèmes des PERtuis charentais), une fiche « Fonction de nourricerie à sole des Pertuis charentais » avait été mise en place, et sa réalisation conduite dans le double objectif d'obtenir un indicateur d'abondance des juvéniles de sole dans les Pertuis charentais et une estimation de la capture totale de sole des chalutiers. En 2007 et 2008 les travaux du projet FONSOLE ont prolongé ces objectifs avec une dimension plus axée sur la qualité de l'habitat côtier de juvéniles (Biais *et al.* 2010) par l'étude des compartiments « sédimentologique, / benthique/ microfaunistique et des contaminants ». Ensuite au sein d'un Contrat de Projet Etat Région Poitou-Charentes 2007-2013, Développement durable des Pertuis Charentais, le sous-projet 4 "Gestion des ressources des Pêches de Poitou-Charentes" (GEREPECH) a eu pour objectif de mettre à disposition l'information nécessaire pour une gestion responsable des ressources des pêches de Poitou-Charentes, garante de la durabilité de leur exploitation. Il s'est focalisé sur quatre espèces phares de la production halieutique régionale dont la sole ainsi que la coquille Saint Jacques, le pétoncle et l'anguille.

De 2005 à 2012, la campagne d'échantillonnage annuelle SOLPER (SOLe PERtuis) à l'aide d'un chalut à perche a permis de suivre les variations de l'abondance des soles d'âges 0 et 1 dans les Pertuis charentais (Annexe 1) en fin d'été. Chaque campagne a fait l'objet d'un rapport (Léauté 2006b, Léauté 2007, Léauté 2008, Léauté 2009, Léauté 2010, Léauté 2011, Léauté 2012, Léauté 2013). C'est le bilan de ces 8 campagnes qui est présenté et analysé dans l'étude qui suit.

## Collecte des données

Les procédures de mise en place de la campagne SOLPER sont présentées dans Léauté (2006a) et sont rappelées brièvement ci-dessous.

### I.1. Protocole d'échantillonnage.

Le but est de recueillir toutes les soles communes (*Solea solea*) pêchées pour mensuration, pesée et prélèvement d'otolithes au laboratoire ainsi que tous les poissons capturés dans le chalut, que la sole soit présente ou non.

La zone d'étude comprend l'ensemble des Pertuis charentais (Breton, Antioche et Maumusson) *stricto sensu*, à savoir les sous-rectangles statistiques 21E8PB et 21E8PA. Le secteur réellement couvert par l'échantillonnage systématique prévu correspond aux zones de sédiments meubles libres de crépidules (Figure 3), zones estimées favorables à la sole. Près d'une cinquantaine de points a été distribuée régulièrement dans chacun des pertuis suivant un carroyage de 2500 m sur la longitude et 2000 m sur la latitude. Lors des chalutages, chaque trait de chalut passe par le point retenu.

En 2005, année de la première campagne SOLPER, la période de pêche optimale retenue a été située entre la fin du mois d'août et la mi-septembre. Elle a été identifiée en retenant des coefficients de marées inférieurs à 80 pour ne pas être perturbée pas des courants de marées trop importants mais surtout pour avoir i) la possibilité de trouver à cette période, des petites soles issues des pontes du début de l'année assez grandes pour être capturées par un chalut de maille (étirée) de 8 mm, et ii) une température de l'eau encore estivale qui corresponde à une activité d'alimentation maximale.

Sur les 98 stations initialement échantillonnées jusqu'en 2010, une réduction du nombre de stations (12) a été opérée en 2011 et 2012. En effet, 11 stations dans le pertuis Breton (toutes situées le long de la côte nord de l'Ile de Ré) et une dans le sud du pertuis d'Antioche n'ont pas été chalutées car en raison de fonds trop durs (amas de cailloux) les avaries du chalut y ont été systématiques et depuis le début de la série aucune sole, ou presque n'y a été capturée.

### I.2. Navire, engin et technique de pêche

En raison de la grande variabilité bathymétrique des fonds échantillonnés (de 2 à 45 m) deux types de navires ont été utilisés au cours des campagnes SOLPER: une petite vedette de

l'Ifremer, et un chalutier professionnel qui ont travaillé séparément de part et d'autre de l'isobathe des 4 mètres ; le navire Ifremer prospectant les petits fonds (avec un tirant d'eau de 0,9 m, l'accès a pu se faire au plus près du littoral) et le navire professionnel le reste de la zone (3 navires différents - longueur 11 m – Le Redoutable (MN) utilisé de 2005 à 2009, le Mistral (MN) en 2010 et le Phénix (LR) en 2011 et 2012).

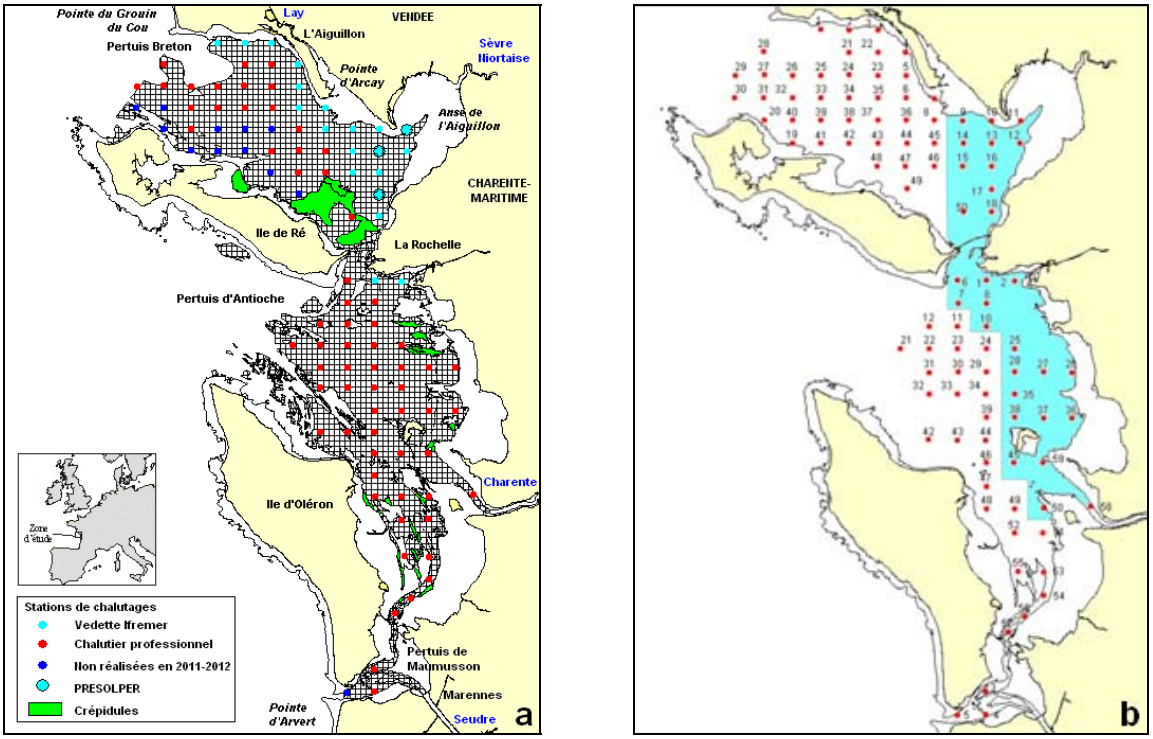



Figure 3 - Secteur chalutable retenu (zone hachurée) dans les Pertuis (a) et numéros des stations et séparation côte-large (b)

*Note : En bleu, zone 'Côte' retenue dans le calcul des facteurs de conditions « Côte-Large »*

A bord des deux navires (Figure 4a), les traits ont été réalisés de jour, avec un petit chalut à perche (40 kg) de 2 m et une poche de 4 m avec un maillage de cul étiré de 8 mm (Figure 4b) ; il dispose d'un bourrelet chaîné sans racasseur. Le ventre du chalut est doublé sur toute sa longueur par un filet de protection. La durée du trait est de 15 min, en cas de croche il est refait sur 10 min (en dessous de ce temps il n'est pas validé) et se fait face au courant de marée ; la surface moyenne chalutée a été de 1800 m² (0,18 ha) avec un écart-type de 530 m². Sur le chalutier les funes du chalut à perche sont gréées sur les funes du bateau, tandis que sur la vedette les opérations de filage et virage sont manuelles.

Figure 4a – Les différents navires professionnels utilisés successivement lors des campagnes SOLPER et vedette Ifremer

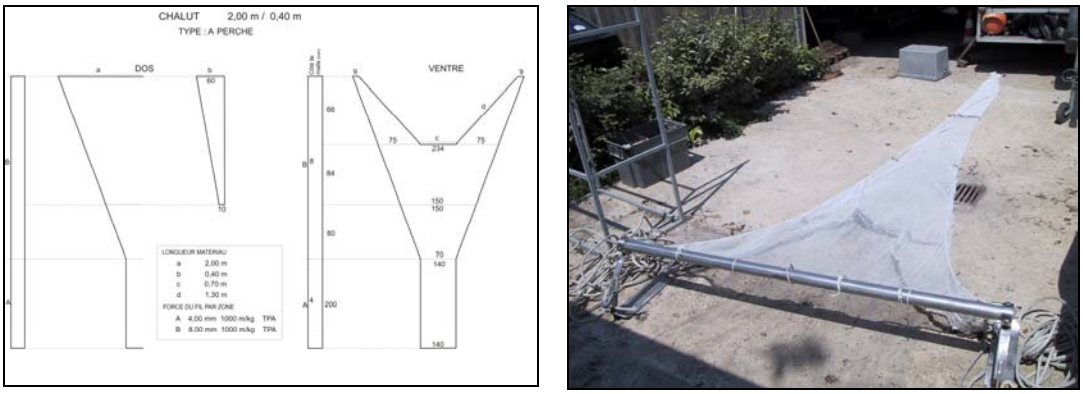



Figure 4b - Chalut à perche utilisé par SOLPER

Le maillage du chalut (8 mm étiré) utilisé (Kuipers 1975, Durieux, 2007) est moitié plus petit que celui utilisé par les autres campagnes ciblant les juvéniles de soles le long des côtes atlantiques françaises (Nurse, Nurvil, Noursom, …). Le chalut SOLPER est plus performant pour capturer les petits G0 car la sélectivité permet de capturer des soles à partir de 2,5 cm (Kuipers, 1975, Anon., 1969) contre 6-7 cm pour le maillage de 20 mm (Dorel *et al*. 1989) des autres campagnes. Une comparaison des résultats des deux types de chalut est à prendre avec précaution pour les individus inférieurs à 8 cm. Cependant les captures pour les tailles supérieures à 10 cm peuvent être comparées car au-delà la sélectivité ne joue vraisemblablement plus. Par contre la taille du chalut, son maillage et la vitesse de chalutage induisent une capturabilité probablement faible des soles d'une taille supérieure à 22-27 cm.

### I.3. Travail à bord et au laboratoire.

A chacune des stations de chalutage, deux types de travaux de collecte de données sont réalisés :

- relevé d'informations relatives à l'opération de chalutage (positions géographiques au filage et au virage, heure et durée du trait, sonde, et trace de la traîne) et, avant chaque début de trait, recueil des paramètres physiques de la masse d'eau (profondeur, température, salinité) sur un profil vertical surface-fond avec une sonde multiparamètre (une par bateau).

- tri des juvéniles de soles pour mise en sachet séparément des autres espèces de poissons, ces derniers sont conservés pour comptage et pesée ultérieurs même en l'absence de soles (Léauté et Quero, 2014). L'exiguïté des navires et la proximité des points à étudier n'ont pas permis d'envisager d'autres travaux à bord.

Pour le benthos l'engin de pêche utilisé ne permet pas une qualification, et encore moins une quantification des espèces recueillies. Cette fraction de la pêche n'a pas été collectée et donc étudiée.

Au laboratoire chaque sole a été pesée et mesurée individuellement. Les otolithes ont été prélevés pour les individus de 8 cm et plus. Des campagnes antérieures ont en effet montré que les individus d'une taille inférieure à 8 cm appartiennent toujours au groupe 0. Les soles ont ensuite été congelées en sachet individuel pour des analyses ultérieures comme l'étude des contenus stomacaux qui ont été réalisées sur les individus de 2006, 2007, 2008 et 2009.

### I.4. Cas particulier des campagnes PRESOLPER.

A l'origine seules des campagnes de fin d'été avaient été programmées, mais en 2010, afin d'avoir un aperçu des arrivées, dans les pertuis, de juvéniles de soles en provenance des frayères, une série mensuelle de chalutages sur les trois stations les plus abondantes des années précédentes (SPB11, SPB13 et SPB17) situées à l'entrée de la baie de l'Aiguillon (Figure 5) ont été échantillonnées en fin de mois d'avril, mai, juin, juillet, et août (=SOLPER 2010). La même opération « PRESOLPER » a été réalisée début juin 2011 et fin mai 2012. En début octobre 2011 une campagne « POST »SOLPER a aussi été réalisée sur les mêmes points.

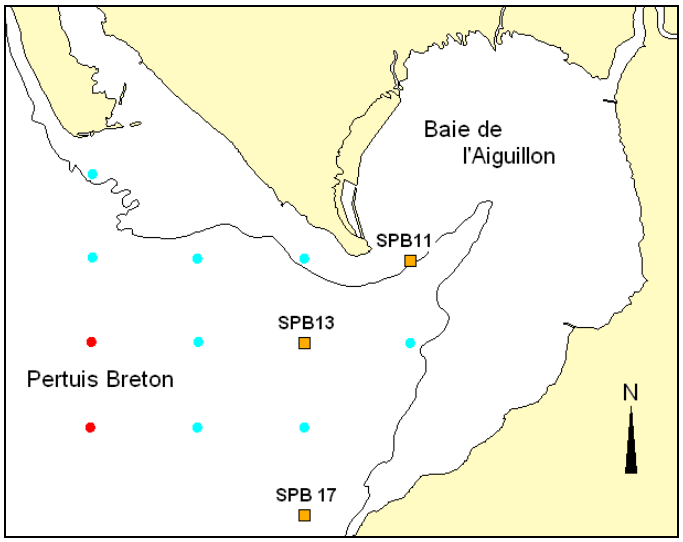



Figure 5 - Localisation des stations PRESOLPER

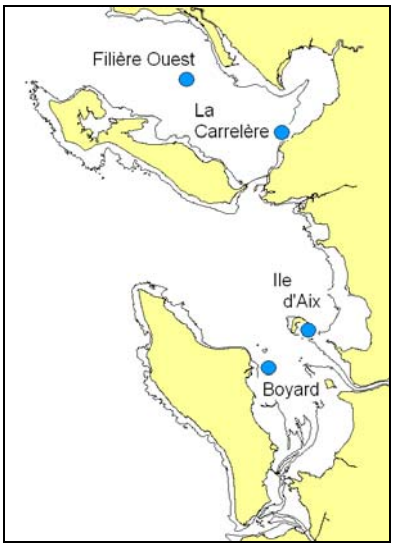



Figure 6 : Localisation des stations du réseau REPHY (LERPC Ifremer) retenues pour les relevés de salinité et de température.

### I.5. Origine des données environnementales

Le Laboratoire Ifremer « Environnement Ressources Aquacoles des Pertuis charentais » (LER-PC) effectue des mesures de paramètres environnementaux (température, salinité, turbidité…) pour ses suivis hydrobiologiques (REPHY) dans les Pertuis, 2 à 4 fois par mois sur 7 stations. Nous avons retenu 4 d'entre elles (Figure 6) pour présenter les évolutions mensuelles de la température et de la salinité : 2 dans le pertuis Breton, un côtier proche de l'estuaire de la Sèvre niortaise (La Carrelère) et un plus marin (Filière ouest), et 2 dans le pertuis d'Antioche, l'île d'Aix (côtier proche de la Charente) et Boyard (zone plus marine à l'est de l'île d'Oléron). Trois autres sources d'indicateurs permettent une caractérisation de l'environnement à l'échelle régionale : i) les données de MétéoFrance (mesures directes – Bout Blanc La Rochelle) température, pluviométrie, insolation, rayonnement, intensité, direction des vents, etc, ii) les données hydrologiques régionales de débit des fleuves internes et externes aux Pertuis charentais (Hydro-eaufrance : http://www.hydro.eaufrance.fr), et iii) les bulletins mensuels de l'observatoire régional de l'environnement (ORE) réalisés dans le cadre du Réseau Partenarial des Données sur l'Eau en Poitou-Charentes (RPDE) qui ont permis d'affiner les données sur la pluviométrie et les débits des fleuves. http://www.eau-poitou-charentes.org/Bulletins-mensuels.html

### I.6. L'analyse des contenus stomacaux

Les contenus stomacaux de juvéniles de soles ont été étudiés pour 4 campagnes (2006 à 2009). Ceux de la campagne 2006 ont été traités et analysés par F. Lepareur (2007) dans le cadre d'un mémoire de maîtrise de l'Université de La Rochelle, les identifications des prélèvements de 2007 ont été réalisés dans le cadre du projet Fonsole (Couturier, 2008 ; Biais *et al*., 2010), et ceux de 2008 et 2009 l'ont été par F.Aubert (2010) dans le cadre d'un CDD puis d'un mémoire de maitrise de l'Université de La Rochelle, qui de plus, a analysé l'évolution interannuelle du régime alimentaire de 2006 à 2009.

Le protocole d'échantillonnage

Dans certaines stations d'échantillonnage, le nombre de soles pêchées ayant une taille inférieure à 9 cm étant trop important, un sous-échantillonnage a été nécessaire et dans ces cas là un maximum de 35 individus par station a été sélectionné aléatoirement dans 4 classes de taille inférieure à 9 cm.

Les contenus stomacaux analysés au cours de cette étude, proviennent de l'estomac vrai de la sole qui est composé de la poche stomacale et de la partie antérieure de l'intestin, délimité par le sphincter oesophagien d'une part, et l'intestin au niveau du deuxième repli séparant le segment 2 du segment 3, d'autre part. En effet, analyser seulement le contenu de l'estomac ne permettrait pas

d'obtenir une vision journalière de l'alimentation des soles, l'estomac vrai ayant un volume de stockage ne permettant pas de contenir l'ensemble des proies ingérées en une journée. Le contenu digestif de chaque individu a ensuite été identifié le plus précisément. Quand le bol alimentaire est complètement digéré, avec impossibilité d'identifier quoi que ce soit, l'estomac est considéré comme vide (Lepareur, 2007).

Les indices du régime alimentaire

Ces indices utilisés par de nombreux auteurs (Teixeira, 2009, Laffargue, 2004; Cabral *et al*., 2002; Amara *et al*., 2001; Darnaude *et al*., 2001; Cabral, 2000; Castel, 1985, Léauté, 1984) ont servis à l'analyse des données.

- Le coefficient de vacuité (V), est le rapport entre le nombre d'estomacs vides et le nombre total d'estomacs de poissons examinés

- Le nombre moyen de proies par estomac (Nm) est le rapport entre le nombre total de toutes les proies ingérées (Np) et le nombre d'estomacs pleins examinés (N)

$$\mathbf{Nm = Np/N}$$

- La composition en effectif (%N), correspond au rapport entre le nombre de proies d'une même espèce (P) et le nombre total de proies ingérées par le prédateur (Np).

$$\mathbf{\%N= (P/Np)*100}$$

- Le pourcentage d'occurrence (%O), donne le pourcentage d'estomacs pleins analysés contenant une proie spécifique.

$$\mathbf{\%O= (n/N)*100}$$ avec :

n= nombre de poissons dont l'estomac contient cette proie, N= nombre d'estomac pleins examinés.

Ce dernier indice permet de classer les proies en trois catégories. Les proies ayant un pourcentage d'occurrence supérieur à 50% sont considérées comme étant des proies dites préférentielles, celles dont l'indice est compris entre 10% et 50% sont considérées comme des proies secondaires constituant une nourriture d'appoint, et enfin la troisième catégorie, qui regroupe les proies accidentelles avec un pourcentage d'occurrence inférieur à 10%.

## Bilan global des campagnes SOLPER

De 2005 à 2012, les 8 campagnes d'échantillonnage SOLPER d'une durée de 5 à 6 jours se sont déroulées dans une période annuelle comprise entre le 26 août et le 15 septembre.

Pour résumer brièvement en chiffres la collecte de données, sur 8 ans, c'est un cumul total de 678 km chalutés sur une surface de 136 ha en 44 jours pour pêcher 8000 soles pour un poids de 106 kg et une taille cumulée de 735 m, ainsi que 80 000 autres poissons répartis en 65 espèces pour un poids de 220 kg. Le tableau 1 présente pour chaque année ces caractéristiques ainsi que les résultats par pertuis et le nombre de stations dans lesquelles la sole a été capturée (occurrences). Le tableau 2 présente le bilan des soles pêchées par année et pertuis ; quatre années se remarquent avec un nombre supérieur au millier d'individus (2006, 2007, 2009, 2012) (*notée An+1150*) des autres années où les captures sont inférieures à 750 soles (2005, 2008, 2010, 2011) (*notée An-750*). Une différence minimale de 400 individus entre ces deux groupes sur l'ensemble des mêmes traines n'est pas négligeable.

*Note : Dans la suite de l'étude cette séparation sera utilisée afin de rendre plus clair certains graphiques*

Tableau 1 – Caractéristiques des chalutages SOLPER (traits, sole et autres poissons)

| | | | Chalutages | | | Soles | | | Autres poissons | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Années | Dates | Pertuis | Nbre de traits | Cumul traits (km) | Surface (ha) | Nbre | Poids (kg) | Occ. | Nbre | Poids (kg) | Nbre espèces |
| 2005 | 26 août au 2 sept | Breton | 49 | 55 | 11,0 | 232 | 5,2 | 26 | 4204 | 9,8 | 18 |
| | | Antioche | 48 | 49 | 9,9 | 269 | 4,5 | 33 | 3316 | 5,2 | 15 |
| | | Total | 97 | 104 | 20,8 | 501 | 9,7 | 59 | 7520 | 15,0 | 20 |
| 2006 | 28 août au 2 sept | Breton | 49 | 40 | 8,0 | 711 | 6,5 | 21 | 3668 | 9,8 | 32 |
| | | Antioche | 48 | 42 | 8,4 | 441 | 6,2 | 35 | 4831 | 11,9 | 24 |
| | | total | 97 | 82 | 16,4 | 1152 | 12,7 | 56 | 8499 | 21,6 | 40 |
| 2007 | 3 au 8 septembre | Breton | 49 | 46 | 9,2 | 790 | 5,6 | 23 | 5585 | 13,1 | 25 |
| | | Antioche | 48 | 40 | 8,0 | 876 | 6,8 | 37 | 4111 | 9,8 | 25 |
| | | total | 97 | 86 | 17,2 | 1666 | 12,5 | 60 | 9696 | 22,9 | 32 |
| 2008 | 8 au 12 septembre | Breton | 50 | 38 | 7,6 | 249 | 5,4 | 26 | 8961 | 25,4 | 30 |
| | | Antioche | 48 | 43 | 8,6 | 480 | 8,9 | 37 | 7194 | 21,3 | 27 |
| | | total | 98 | 81 | 16,2 | 729 | 14,3 | 63 | 16155 | 46,7 | 38 |
| 2009 | 26 août au 1er sept | Breton | 50 | 37 | 7,5 | 580 | 6,3 | 26 | 6488 | 18,3 | 28 |
| | | Antioche | 48 | 48 | 9,6 | 748 | 13,0 | 42 | 5052 | 21,1 | 31 |
| | | total | 98 | 86 | 17,1 | 1328 | 19,3 | 68 | 11540 | 39,3 | 35 |
| 2010 | 30 août au 3 sept | Breton | 50 | 40 | 7,9 | 226 | 5,6 | 17 | 4091 | 10,1 | 24 |
| | | Antioche | 48 | 50 | 10,0 | 408 | 12,0 | 31 | 5964 | 19,4 | 26 |
| | | total | 98 | 86 | 17,1 | 634 | 17,6 | 48 | 10055 | 29,5 | 33 |
| 2011 | 5 au 9 septembre | Breton | 39 | 35 | 6,9 | 216 | 2,8 | 16 | 3524 | 7,4 | 22 |
| | | Antioche | 47 | 41 | 8,2 | 332 | 5,7 | 31 | 4187 | 11,8 | 21 |
| | | total | 86 | 75 | 15,1 | 548 | 8,4 | 47 | 7711 | 19,2 | 26 |
| 2012 | 10 au 15 septembre | Breton | 39 | 34 | 6,9 | 663 | 6,4 | 26 | 4800 | 11,5 | 29 |
| | | Antioche | 47 | 40 | 8,0 | 744 | 5,4 | 33 | 3969 | 11,5 | 28 |
| | | total | 86 | 75 | 14,9 | 1407 | 11,8 | 59 | 8769 | 23,0 | 35 |
| Total | | Breton | 50 | 325 | 65,0 | 3667 | 43,8 | 40 | 41321 | 105,3 | 59 |
| | | Antioche | 48 | 353 | 70,7 | 4298 | 62,5 | 47 | 38624 | 111,9 | 50 |
| | | total | 98 | 678 | 135,7 | 7965 | 106,3 | 87 | 79945 | 217,2 | 65 |

Tableau 2 – Nombre de soles pêchées par Pertuis entre 2005 et 2012

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pertuis Breton | 232 | 711 | 790 | 249 | 580 | 226 | 216 | 663 |
| Pertuis d'Antioche | 269 | 441 | 876 | 480 | 748 | 408 | 332 | 744 |
| Pertuis | 501 | 1152 | 1666 | 729 | 1328 | 634 | 548 | 1407 |

## Secteur d'étude et paramètres environnementaux

Dans le golfe de Gascogne, les Pertuis charentais constituent des baies macrotidales abritées, situées au centre de la côte atlantique française. Les Pertuis ont une superficie d'environ 1000 km² et sont formés de trois ensembles :

- le **pertuis Breton** (*noté PB*)**,** qui couvre environ 360 km², est situé entre l'île de Ré et la côte de Vendée et se prolonge à l'est par la baie de l'Aiguillon. Il constitue une zone « péri-estuarienne » en rapport avec les estuaires de petits fleuves (le Lay et la Sèvre Niortaise) (Guérault *et al.*, 1997). Au nord de l'île de Ré, la fosse de Chevarache atteint une profondeur de 40 mètres (Figure 7). De la côte vers le large, on rencontre des vases estuariennes, des sables envasés, des sables propres sur la côte vendéenne et une sédimentation plus fine dans la fosse de Chevarache (Figure 8). Les cultures de moules de bouchots se localisent sur la côte vendéenne et à la sortie de la baie de l'Aiguillon et les filières à moules se situent au centre du Pertuis.
- le **pertuis d'Antioche,** (*noté PA*) qui couvre environ 620 km², est encadré par l'île de Ré au nord, par l'île d'Oléron à l'ouest et par la côte charentaise à l'est. Il constitue également une zone « péri-estuarienne » avec l'embouchure de la Charente qui se prolonge vers son extrémité ouest par une fosse centrale de 35 mètres de profondeur (Figure 7). Le pertuis est constitué en grande partie de vases, de sables moyens et grossiers (Longe de Boyard) et de sables envasés (secteur nord-est de l'île d'Oléron) (Figure 8). Sur les estrans principalement vaseux se localisent les cultures conchylicoles du bassin de Marennes-Oléron.
- le **pertuis de Maumusson**, au sud du pont d'Oléron, entre Marennes et la presqu'île d'Arvert, prolonge le pertuis d'Antioche. Le secteur correspond à une zone d'eau peu profonde.

Dans l'étude, les pertuis d'Antioche et de Maumusson sont confondus sous le nom de pertuis d'Antioche. En plus des îles de Ré et d'Oléron, trois autres îles s'inscrivent dans l'espace des Pertuis (Aix, Madame et Nôle). Les Pertuis charentais sont caractérisés par environ 343 km² de vasières situées à moins de 5 m de profondeur (Laffargue, 2004).

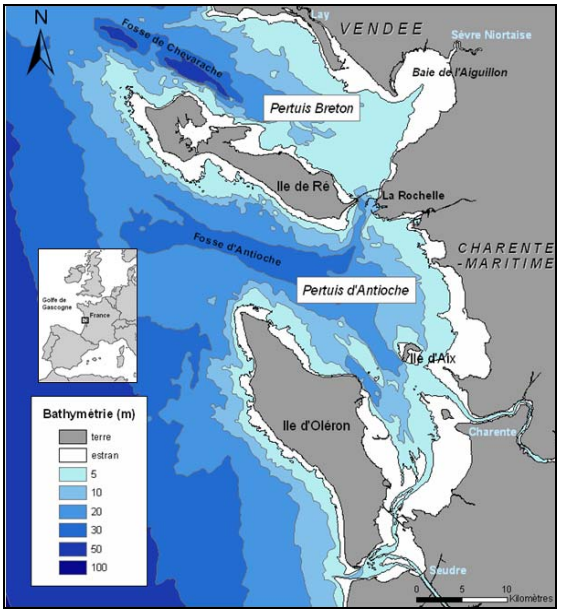



Figure 7 – Bathymétrie des Pertuis charentais

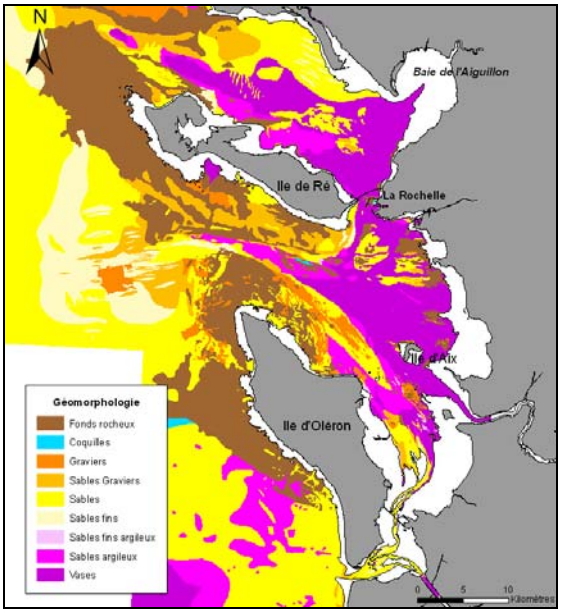



Figure 8 - Carte sédimentaire des Pertuis (source : SHOM)

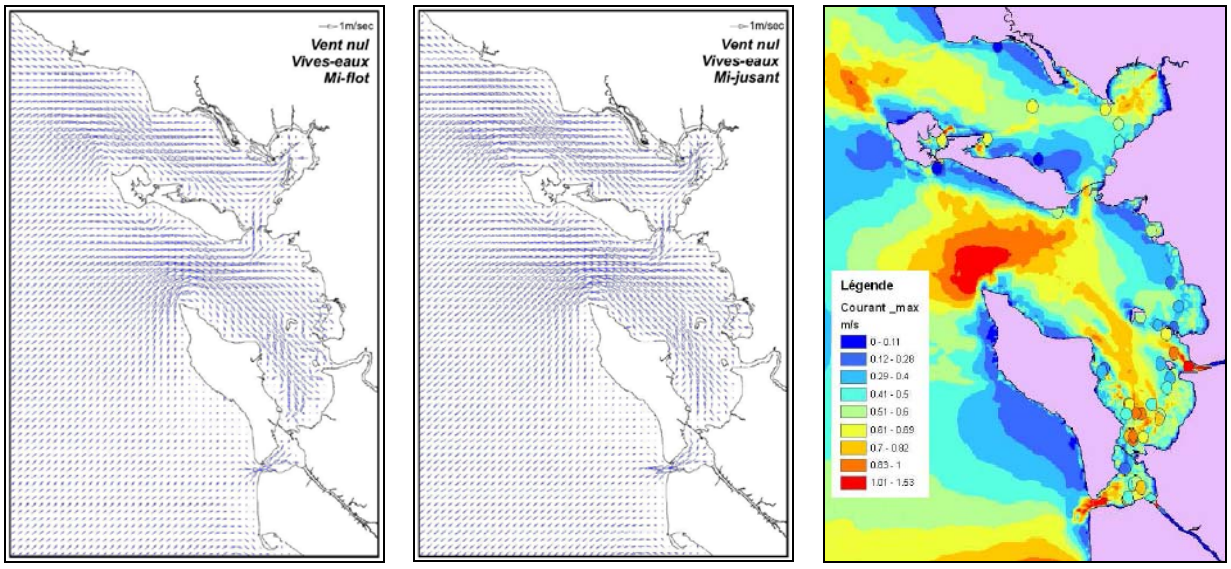
Le tableau 3 et l'annexe 2 présentent la répartition par Pertuis des 98 stations de chalutages par classe de profondeur et type de sédiment ; 68,4 % ont une bathymétrie (zéro carte marine) inférieure à 10 m, à peu près identique dans chacun des Pertuis  Tous les types de sédiments sont présents dans le pertuis d'Antioche tandis que sable fin vaseux, gravier et roche sont absent des secteurs prospectés du pertuis Breton

Tableau 3 – Répartition du nombre de stations par Pertuis par classe de profondeur et type de sédiment

| Profondeur | Vase | | Vase sableuse | | Sable fin | | Sable fin vaseux | | Roche | | Graviers | | Sable grossier | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PA | PB | PA | PB | PA | PB | PA | PB | PA | PB | PA | PB | PA | PB | |
| [0-5m[ | 7 | 9 | | | 8 | 14 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 42 |
| [5-10m[ | 7 | 4 | 4 | 3 | 1 | 5 | | | | | | | 1 | | 25 |
| [10-15m[ | 5 | 2 | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | 11 |
| [15-20m[ | 5 | 2 | | | | 4 | | | | | | | | | 11 |
| [20-25m[ | 2 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | 4 |
| [25-30m[ | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| [30-35m[ | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | 3 |
| >35m | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Total | 27 | 20 | 5 | 5 | 10 | 24 | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | 1 | 98 |

### 2.1. Hydrologie

Les courants de marées, relativement faibles sur le plateau continental du golfe de Gascogne (dans la gamme 0,1-0,3 m/s, Puillat *et al.*, 2004), s'intensifient aux abords des Pertuis (Figures 9a et 9b) et atteignent 0,5 m/s en vives-eaux (Le Hir *et al*. 2000). La figure 9c (Le Moine *et al*, 2009), issue du modèle hydrodynamique MARS 2D, montre que les secteurs de plus forts courants se situent à l'entrée des pertuis d'Antioche et de Maumusson ainsi qu'aux pointes nord de l'île de Ré et d'Oléron. Les courants de direction « nord-sud » sont relativement forts au niveau des « passes » de la Pallice (*pont Ile de Ré*) et de Bourcefranc (*pont Ile d'Oléron*).

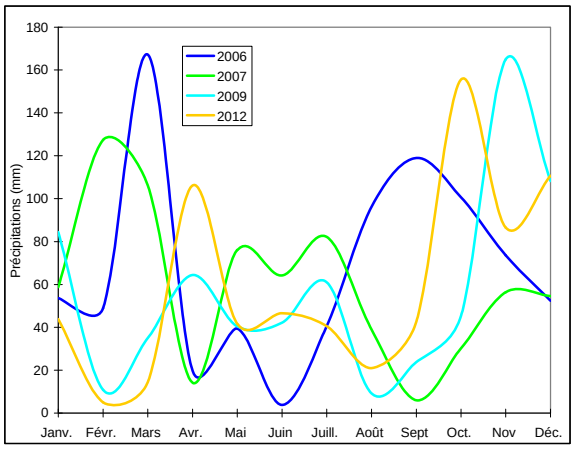


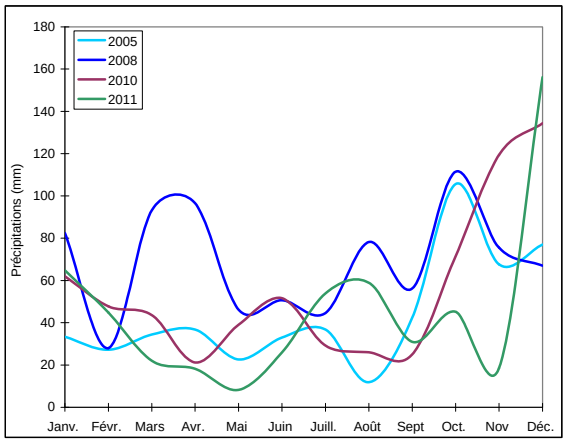

**a** **b** **c**

Figures 9a et 9b – Courants à mi-marée (flot et jusant) dans les Pertuis charentais.
Figure 9c – Intensité maximale de courant (période estivale) – modèle MARS 2D

### 2.2. Pluviométrie

Le climat est océanique tempéré avec des précipitations concentrées d'octobre à janvier, des températures modérées et des vents dominants de secteur ouest pendant 44,6 % de l'année (Paticat, 2007). En moyenne annuelle, la pluviométrie est inférieure à 81 mm/m² et les maxima mensuels se situent entre octobre et janvier. Les mois de juin, juillet et août sont les plus secs (moyenne de 50 mm/m²/mois). La figure 10 présente la pluviométrie mensuelle observée à La Rochelle pour les années « An+1150 » (2006, 2007, 2009 et 2012), et pour les années « An-750 » (2005, 2008, 2010 et 2011).




Groupe « An+1150 » Groupe « An-750 »

Figure 10 – Pluviométrie mensuelle (mm) mesurée à La Rochelle –Bout Blanc de 2005 à 2012

On notera une différence entre les deux groupes avec des extrêmes de pluviométrie plus importants pour les « An+1150 » entre janvier et avril-mai, voire même en été par rapport aux « An-750 » plus réduits sauf pour avril 2008. La moyenne mensuelle de pluie entre janvier et avril est de 60 mm pour le premier groupe et 47 mm pour le second, et même respectivement 64 mm (sans 2009) et 38 mm (sans 2008).

### 2.3. Débit des fleuves

Un des facteurs reconnus (Koutsikopoulos *et al*. 1991, Marchand 1991, Marchand *et al*. 1989, Le Pape *et al*. 2003b) favorables à la localisation des nourriceries est la proximité des estuaires des fleuves côtiers qui contribuent à l'enrichissement du milieu par les apports d'eaux douces et les éléments terrigènes transportés. Pour les Pertuis, 5 fleuves côtiers (Charente, Sèvre niortaise, Lay, Seudre et Curé) présentant des régimes hydrauliques différents, contribuent à la dessalure des eaux de cet espace (Tableau 4). A ceux-ci il faut ajouter les influences, selon les conditions météorologiques, des deux grands fleuves du golfe de Gascogne ; la Gironde dont le panache a tendance à remonter vers le nord et à impacter en particulier le pertuis d'Antioche (Le Moine *et al*, 2009), et la Loire dont le panache peut atteindre le pertuis Breton. Les débits moyens mensuels des 3 principaux fleuves qui se déversent dans les Pertuis (Sèvre niortaise, Lay et Charente) sont présentés dans les tableaux 5 à 7.

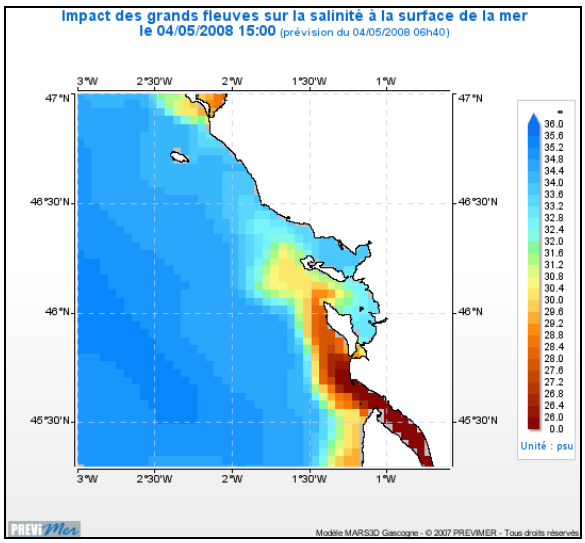



Figure 11- Simulation du panache de la Gironde pour le 4 mai 2008 (Mars 3D)

La simulation (Données Prévimer - Mars 3D) présentée sur la figure11 montre que le panache de la Gironde impacte les Pertuis charentais. De plus ce flux vers le nord a été le plus important (de fin avril à mi-mai 2008) au cours de la période allant de mai 2007 à mai 2012, car en règle générale le flux du panache est plutôt orienté ouest sud-ouest. Le tableau 8 présente les débits de la Gironde, recalculés au niveau de Royan (Garonne +Dordogne). Les débits supérieurs aux débits moyens, soit 10 $m^3/s$ pour la Sèvre et le Lay, 70 $m^3/s$ pour la Charente et 600 $m^3/s$ pour la Gironde sont surlignés ; en 2008 les forts débits se sont prolongés jusqu'en juin.

Les débits mesurés pour la Sèvre niortaise sont les plus faibles car la station de mesure se trouve en amont du Marais poitevin qui sert de bassin d'expansion au fleuve et qui retient une partie des eaux qui de plus peuvent disparaitre dans les nappes souterraines d'accompagnement du

fleuve. Les débits de la Charente d'une part, et de la Gironde et de la Loire d'autre part présentent des profils assez semblables (Figure 12) à un facteur 10 près. Les pics de début d'année correspondent aux pluies printanières pour la Charente (mars) et à la fonte des neiges pour la Gironde (avril-mai).

Tableau 4 – Bassins versants et débits moyens des crues des fleuves impactant les Pertuis charentais *(source : www.hydro.eaufrance.fr)*

| | Surface des bassins versant (km²) | Débit moyen ($m^3/s$) | Débit moyen des crues ($m^3/s$) |
|---|---|---|---|
| Sèvre niortaise | 3 346 | 8 à 12 | 200 |
| Lay | 2 023 | 10 à 15 | 260 |
| Curé | 385 | 1,5 | 25 |
| Charente et affluents* | 9 975 | 70 | 300 à 400 |
| Seudre | 776 | 1,5 | 9 à 15 |
| Loire | 117 500 | 900 | 4500 à 6000 |
| Gironde | 79 000 | 600 | 4000 à 5000 |

**Les principaux affluents de la Charente sont : la Boutonne, le Né, l'Arnoult et la Seugne.*

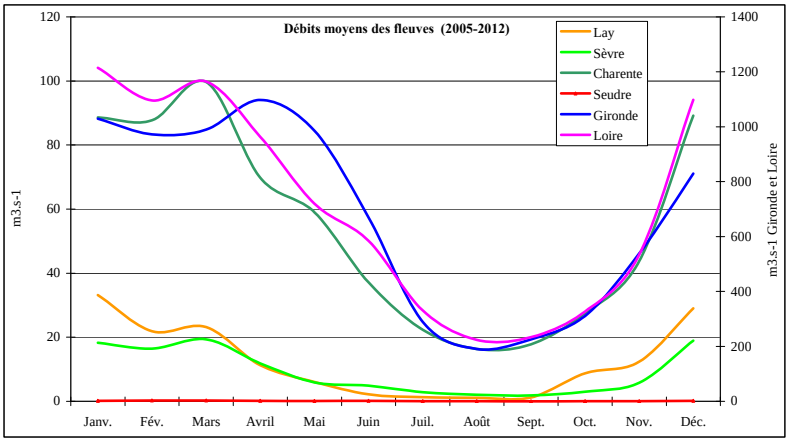



Figure 12 – Débits moyens comparés (2005-2012) des fleuves impactant les Pertuis charentais *(source : www.hydro.eaufrance.fr)*

Tableau 5 - Débits moyens mensuels ($m^3/s$) de la Sèvre niortaise (à Niort-Tiffardières) de 2005 à 2012

| Années | Janv. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Moy. janvier-mai |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2005 | 5,01 | 4,68 | 3,37 | 3,27 | 2,72 | 1,46 | 1,00 | 0,61 | 0,54 | 0,77 | 1,05 | 1,53 | 3,8 |
| 2006 | 3,90 | 11,44 | 37,22 | 23,36 | 5,75 | 4,08 | 2,13 | 2,10 | 2,34 | 6,91 | 12,61 | 29,41 | 16,3 |
| 2007 | 24,56 | 40,59 | 49,75 | 7,00 | 4,03 | 4,30 | 4,69 | 2,78 | 2,20 | 1,90 | 2,10 | 6,94 | 25,2 |
| 2008 | 23,90 | 19,02 | 22,98 | 21,84 | 14,86 | 15,37 | 4,68 | 3,78 | 3,41 | 3,15 | 15,92 | 22,51 | 20,5 |
| 2009 | 23,42 | 18,93 | 10,11 | 6,23 | 5,50 | 3,58 | 2,30 | 1,47 | 1,14 | 0,93 | 4,70 | 22,13 | 12,8 |
| 2010 | 27,23 | 20,86 | 18,94 | 17,13 | 5,54 | 3,39 | 2,28 | 1,90 | 1,48 | 1,19 | 2,96 | 21,53 | 17,9 |
| 2011 | 16,98 | 7,40 | 6,66 | 4,11 | 2,87 | 1,94 | | 1,57 | 1,44 | 1,15 | 1,28 | 28,51 | 7,6 |
| 2012 | 20,99 | 8,74 | 5,91 | 4,94 | 17,16 | 9,22 | 2,05 | 1,88 | 1,99 | 7,84 | 30,58 | 49,57 | 11,5 |

Tableau 6 - Débits moyens mensuels ($m^3/s$) du Lay (Mareuil - La Bretonnière) de 2005 à 2012

| Années | Janv. | Fèv. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Moy. janvier-mai |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2005 | | 5,57 | 4,69 | 6,02 | 2,58 | 0,94 | 0,42 | | | | 4,11 | 7,22 | 4,7 |
| 2006 | 11,41 | 20,24 | 50,92 | 17,24 | 4,70 | 0,88 | 0,58 | 0,88 | | | 25,10 | 53,24 | 20,9 |
| 2007 | 43,45 | 63,37 | 59,66 | 6,27 | 8,60 | 6,10 | 3,73 | 2,11 | 1,08 | 1,79 | 2,19 | 7,05 | 36,3 |
| 2008 | 45,50 | 20,89 | 30,92 | 22,76 | 11,28 | | 1,38 | 1,22 | 1,88 | 2,63 | 12,78 | | 26,3 |
| 2009 | 37,80 | 17,24 | 7,87 | 5,38 | 3,99 | 1,50 | 0,69 | 0,67 | 0,74 | 1,05 | 10,77 | 45,11 | 14,5 |
| 2010 | 34,21 | | 19,05 | 18,00 | 3,84 | | 0,60 | 0,69 | 1,14 | 2,30 | | | 18,8 |
| 2011 | 28,51 | 16,21 | 8,30 | 3,14 | 1,68 | 0,60 | 0,76 | 1,08 | 1,11 | 0,59 | 1,73 | 32,58 | 11,6 |
| 2012 | 31,13 | 9,55 | 4,14 | 11,26 | 11,86 | 3,08 | 2,11 | 0,88 | 1,19 | 44,00 | 29,97 | | 13,6 |

Tableau 7 - Débits moyens mensuels ($m^3/s$) de la Charente (estuaire*) de 2005 à 2012

| Années | Janv. | Fèv. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Moy. janvier-mai |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2005 | 52,6 | 53,3 | 42,2 | 49,9 | 35,1 | 16,4 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 1,9 | 33,1 | 46,6 |
| 2006 | 64,9 | 114,4 | 279,6 | 175,6 | 60,7 | 25,7 | 16,7 | 14,8 | 28,5 | 55,7 | 59,3 | 124,4 | 139,0 |
| 2007 | 150,8 | 222,3 | 327,8 | 85,2 | 56,0 | 63,9 | 44,6 | 33,1 | 29,0 | 3,5 | 22,7 | 66,1 | 168,4 |
| 2008 | 147,6 | 121,9 | 109,8 | 143,2 | 107,2 | 105,6 | 38,9 | 25,8 | 27,2 | 23,6 | 59,6 | 136,9 | 126,0 |
| 2009 | 158,4 | 142,6 | 60,9 | 56,1 | 70,3 | 43,7 | 21,0 | 14,9 | 12,7 | 1,7 | 7,4 | 32,4 | 97,7 |
| 2010 | 52,5 | 35,5 | 98,8 | 105,2 | 49,0 | 42,1 | 23,2 | 14,8 | 13,1 | 12,4 | 48,5 | 28,9 | 68,2 |
| 2011 | 92,2 | 61,8 | 54,1 | 35,6 | 19,9 | 13,7 | 11,5 | 11,9 | 12,1 | 34,6 | 72,5 | 126,6 | 52,7 |
| 2012 | 119,9 | 63,7 | 42,1 | 61,1 | 188,0 | 55,2 | 27,9 | 15,4 | 1,1 | 6,9 | 24,4 | 188,4 | 95,0 |

* *Le débit dans l'estuaire a été recalculé en cumulant les débits de la Charente (Saintes - Chaniers), de la Boutonne et de la Seugne.*

Tableau 8 - Débits moyens mensuels ($m^3/s$) de la Gironde (estuaire à Royan) de 2005 à 2012

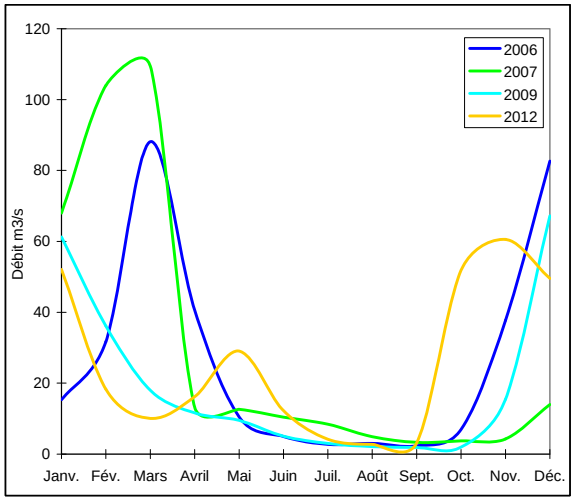
| Années | Janv. | Fèv. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Moy. janvier-mai |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2005 | 796 | 817 | 607 | 1092 | 895 | 415 | 204 | 170 | 327 | 296 | 420 | 630 | 842 |
| 2006 | 697 | 1112 | 1906 | 1080 | 537 | 275 | 224 | 152 | 364 | 532 | 480 | 693 | 1066 |
| 2007 | 654 | 1470 | 1529 | 820 | 854 | 896 | 434 | 278 | 262 | 338 | 250 | 650 | 1066 |
| 2008 | 1272 | 631 | 997 | 1895 | 1417 | 1311 | 387 | 208 | 98 | 231 | 819 | 1295 | 1242 |
| 2009 | 1701 | 1320 | 693 | 1489 | 1384 | 510 | 219 | 181 | 199 | 261 | 561 | 675 | 1317 |
| 2010 | 1253 | 1206 | 928 | 988 | 1003 | 1008 | 360 | 193 | 212 | 370 | 950 | 1043 | 1075 |
| 2011 | 717 | 625 | 872 | 498 | 272 | 292 | 240 | 173 | 167 | 183 | 517 | 816 | 597 |
| 2012 | 1146 | 596 | 384 | 917 | 1520 | 654 | 243 | 167 | 177 | 275 | 309 | 832 | 913 |

* *L'estimation du débit de l'estuaire de la Gironde à Royan a été recalculée en cumulant les débits de la Garonne (Tonneins), de la Dordogne (Pessac s/Dordogne) et de l'Isle (Abzac).*

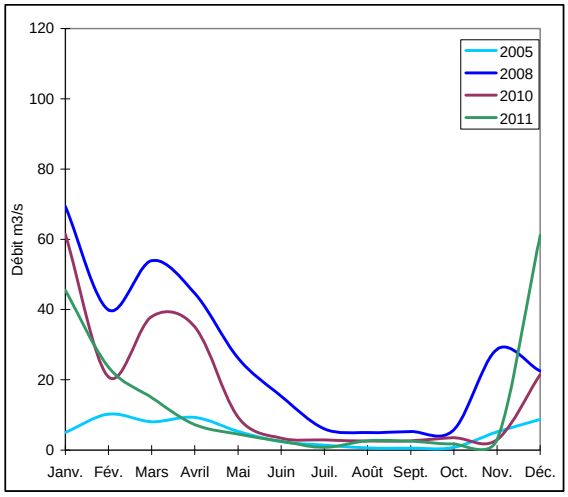
Cependant les apports d'eaux douces sont relativement faibles en moyenne dans les Pertuis et les variations de salinité et de températures restent limitées conduisant à un hydroclimat plutôt dominé par l'influence marine (Laffargue, 2004) surtout dans l'entrée et la partie centrale de chacun des Pertuis.

L'impact des fleuves sur les Pertuis est aussi lié i) aux volumes d'eaux qui se renouvellent à chaque marée (Le Moine *et al*. 2010), volumes à peu près équivalent pour chaque pertuis, et ii) à ceux appelés « volumes morts » qui correspondent aux volumes qui restent à marée basse du plus gros coefficient. Le renouvellement est 6 fois moindre pour le pertuis Breton que pour le bassin de Marennes-Oléron. De plus Soletchnik *et al* (2013) souligne que « *malgré les apports en eau douce plus faible, les forts temps de résidence de l'eau dans le pertuis Breton lui confère probablement un caractère plus euryhalin que le bassin de Marennes-Oléron* ».

Les figures 13a et 13b présentent les cumuls moyens mensuels de « Lay+Sèvre niortaise » et de la « Charente ». Pour les débits moyens, la différence entre les « An+1150 » et les « An-750 » est bien marquée. Pour le premier groupe, les débits sont élevés à très élevés en début d'année pour 2006, 2007 et 2009 avec en plus une ré-augmentation en mai-juin pour 2007, 2009 et surtout 2012. Pour le second groupe, le pic de début d'année est moins important, et sauf pour 2008 et 2010 avec un second pic en avril-mai, les débits restent faibles tout le reste de l'année. A partir de juin jusqu'à l'automne (Figure 14), les précipitations ne se répercutent pas sur les débits des fleuves à cause de la rétention des eaux par la couverture végétale, l'évapotranspiration et les barrages. Pour la Charente et le pertuis d'Antioche, pour les années « An+1150 » (y compris 2008) les débits mensuels moyens entre janvier et mai sont supérieurs à 90 $m^3/s$, et inférieurs à 70 $m^3/s$ pour les autres années.

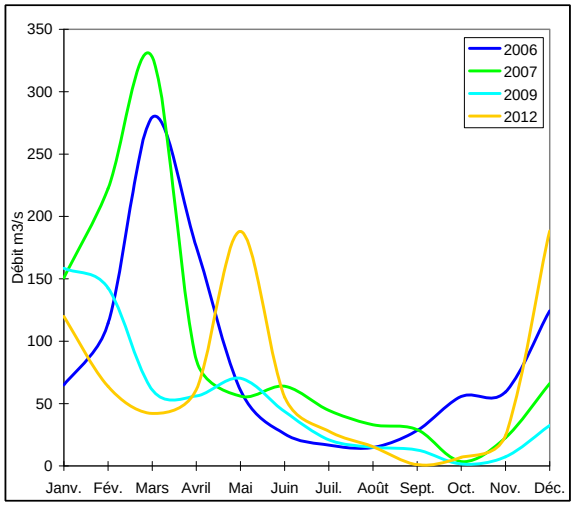



Groupe « An+1150 »

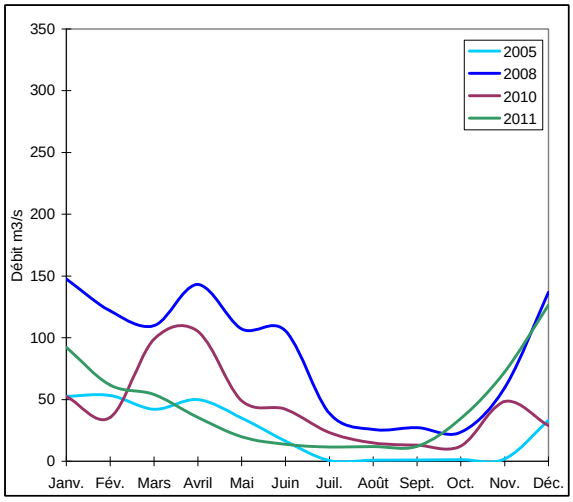



Groupe « An-750 »

Figure 13a – Cumul des débits moyens mensuels de la Sèvre niortaise et du Lay, de 2005 à 2012




Groupe « An+1150 »




Groupe « An-750 »

Figure 13b – Cumul des débits moyens mensuels de la Charente de 2005 à 2012

Les décalages observés entre les pics de pluviométrie et les pics de débits mensuels peuvent être expliqués par les bulletins mensuels du RPDE, à savoir qu'il y a en moyenne une quinzaine de jours d'écart entre les jours de pluie et leurs mesures *in situ* dans les fleuves.

Par ailleurs on notera que l'année 2008 tant du point de vue de la pluviométrie que des débits des fleuves (et de la salinité) est plus proche des caractéristiques hydroclimatiques des « An+1150 » que des « An-750 ». La faible abondance de soles pour cette année là est peut-être à associer au fait que les débits moyens de mai - début juin de la Sèvre niortaise et de la Charente ont été supérieurs aux moyennes inter-annuelles, alors que la période d'étiage commence dès fin avril pour les autres années. Ces forts débits tardifs ont pu perturber une partie de la colonisation de ce secteur.

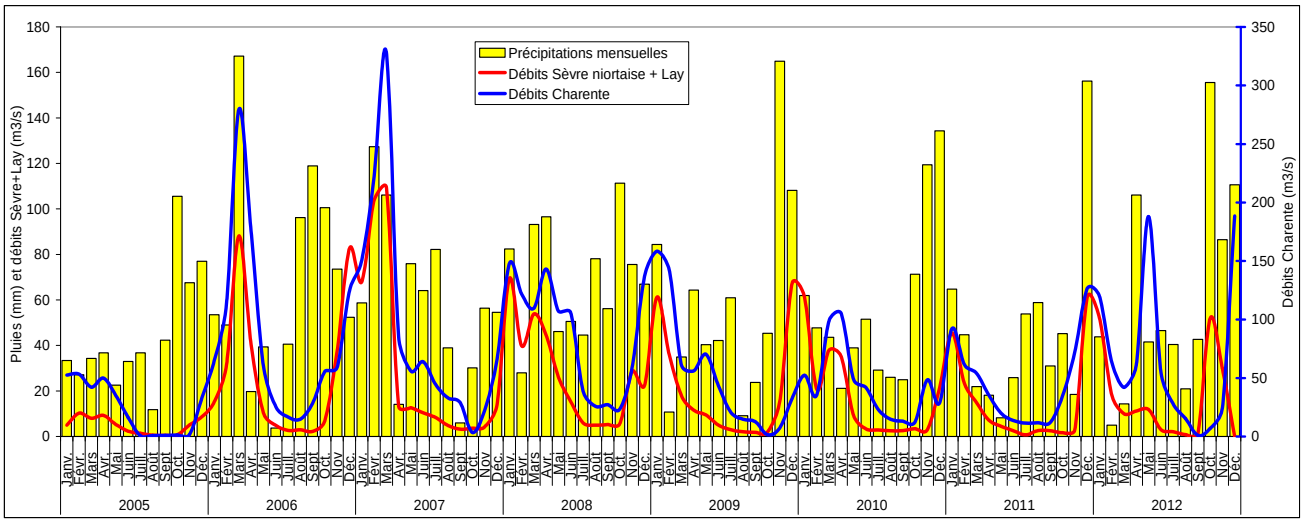



Figure 14 - Relation entre précipitations et débits des fleuves des Pertuis de 2005 à 2012.

### 2.4. Température et salinité

#### 2.4.1. Prélèvements REPHY

Sur les 4 points retenus, mesurés régulièrement dans les Pertuis par le LER-PC dans le cadre du REPHY, on constate pour l'année 2006 que quelle que soit leur localisation, côtier ou plus marin, les températures de surface se distinguent de la moyenne (base[1]) avec une température inférieure en hiver (-3°C) et supérieure en été (+ 2,5°C) et en automne (Figure 15). Les années 2009 et 2012 suivent la même tendance, mais moins marquée, jusqu'en été, tandis que les températures hivernales de 2007 sont supérieures de 2-3°C et se tiennent autour de la moyenne le reste de l'année. Pour le second groupe (An-750), les variations annuelles de température de surface oscillent légèrement autour de la moyenne avec une exception pour 2011, inférieure en hiver, supérieure au printemps, inférieure en été et supérieure en automne. Pour l'année 2005 la température au mois de mars au point « Ile d'Aix » (estuaire de la Charente) est très inférieure de 3,5° à la moyenne.

En ce qui concerne la salinité des Pertuis, la relation avec pluviométrie et débits des fleuves locaux est plus directe à faire, quoique pour les dessalures de printemps l'influence des fleuves externes comme la Gironde n'est pas à négliger (Figure 16). Pour le pertuis Breton, la forte dessalure de 2007 (mars) est bien liée au débit de la Sèvre niortaise et du Lay, mais si elle s'est fait sentir aux deux points de mesures (La Carrelère et Filière ouest) à cause de la puissance du débit (109 $m^3/s$ - le plus élevé de la période d'étude), il n'en est pas de même pour la dessalure de 2006 seulement bien mesurée au point côtier (La Carrelère) avec un débit fluvial de 88 $m^3/s$ en mars. En 2008 et 2010 ce sont bien les débits de la Sèvre qui interviennent dans la baisse de la salinité. Dans le pertuis d'Antioche l'influence principale pour les dessalures mesurées au point « Ile d'Aix » proviennent de la Charente surtout en 2007 (17,5 en février), un peu moins basses en 2006, y compris pour celles qui apparaissent en mai-juin. Par contre pour le point « Boyard » assez proche géographiquement du point « Ile d'Aix » mais qui est plus sous l'influence des entrées marines, si la Charente influe en début d'année, la Gironde impacte aussi ce secteur en complément, un peu en hiver et beaucoup plus au printemps (mai 2008). Des points étudiés par Soletchnik (2013) montrent que La Roulière (entrée pertuis Breton - côte vendéenne) et Boyard sont des « sites marins » dont la salinité moyenne ne descend pas en dessous de 31 alors que les sites de L'Eperon (proximité Lay), La Carrelère (entrée baie de l'Aiguillon) et Yves (proximité Charente) peuvent descendre à 26.

#### 2.4.2. Mesures lors des campagnes SOLPER

Lors des opérations de chalutages, une sonde multiparamètre automatique Micrel à mémoire (profondeur, température, salinité, oxygène), a été immergée sur un profil vertical, en station fixe avant le filage du chalut sur les différents points. Les données récoltées sur un maximum de 5 jours peuvent être assimilées à un instantané (fin août-début septembre) de l'état

[1] La base correspond à la moyenne historique mensuelle des relevés du paramètre (température, salinité) réalisés depuis 10 à 30 ans. Elle diffère suivant l'ancienneté des mesures de chaque station REPHY.

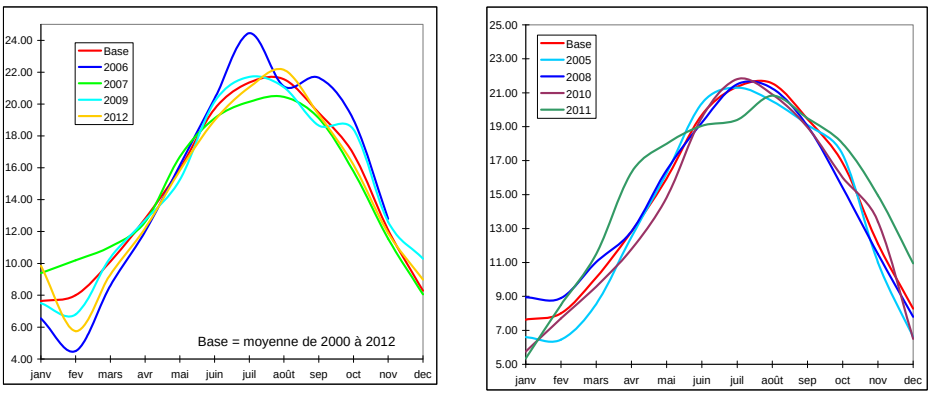
hydrologique des Pertuis (Tableau 9) dans la mesure où la météo est restée stable au cours de chacune des 8 campagnes ; sauf une journée en 2006.

Du point de vue des températures moyennes de l'eau, les années 2005 (18,19°C) et 2007 (18,24°C) sont les plus fraiches de la période tant en surface qu'au fond, et 2011 (20,19°C) et surtout 2009 (20,40°C) les plus élevées. La figure 17 présente l'aspect thermique des masses d'eaux des Pertuis lors des campagnes avec de forts contrastes d'une année à l'autre. En surface, une année fraiche (2005), une tiède (2007) et 5 plutôt chaudes. Pour les températures du fond, 4 années présentent l'avancée océanique d'un front froid dans le centre du pertuis d'Antioche (2007, 2009, 2010 et 2012).

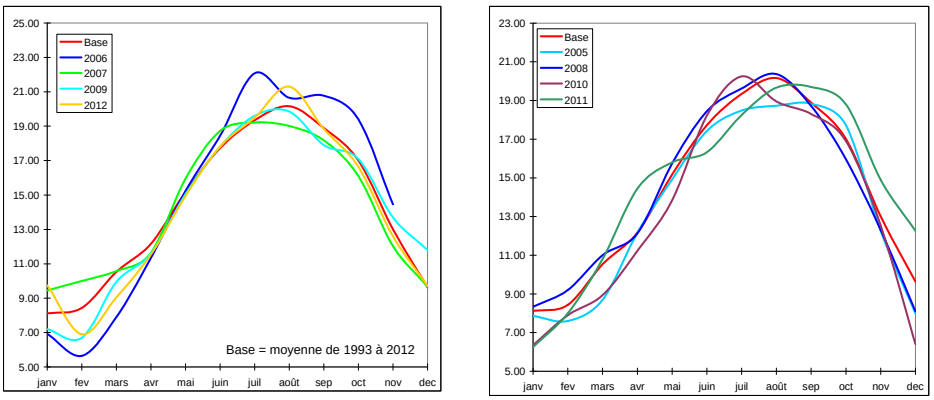
En règle générale au cours des 8 campagnes SOLPER il n'y pas beaucoup de différence entre salinité de surface et de fond, (Figure 18) sauf lors de l'observation d'un phénomène particulier d'accumulation d'eau saumâtre qui s'est reproduit 3 années de suite sur 4 stations proches mesurées tant en surface qu'au fond et localisées au nord de l'île d'Aix (Rade des Basques) dans le pertuis d'Antioche. Cette eau d'une salinité de 15, parfois de la surface jusqu'au fond (2008 et 2009) et seulement au fond en 2010, pourrait trouver son origine dans une arrivée d'eau douce de la Charente ; peu probable en période d'étiage sauf peut-être en 2008 avec un débit important de la Charente jusqu'en juin et un mois d'août pluvieux (source : http://www.eau-poitou-charentes.org/Bulletins-mensuels.html). L'hypothèse d'une résurgence sous-marine sur l'axe du paléo-estuaire de la Charente, reste à démontrer (Weber, 2004).

Les taux de saturation en oxygène dissous varient peu dans les Pertuis avec cependant quelques petites baisses aux environs de l'estuaire de la Charente, autour de La Rochelle et au nord du pertuis Breton en 2007, 2008 et 2011 (Figure 19).

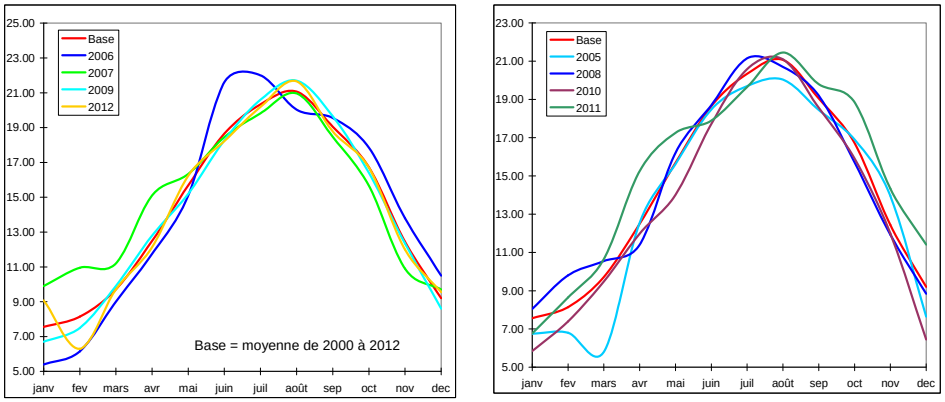
« An+1150 » « An-750 »



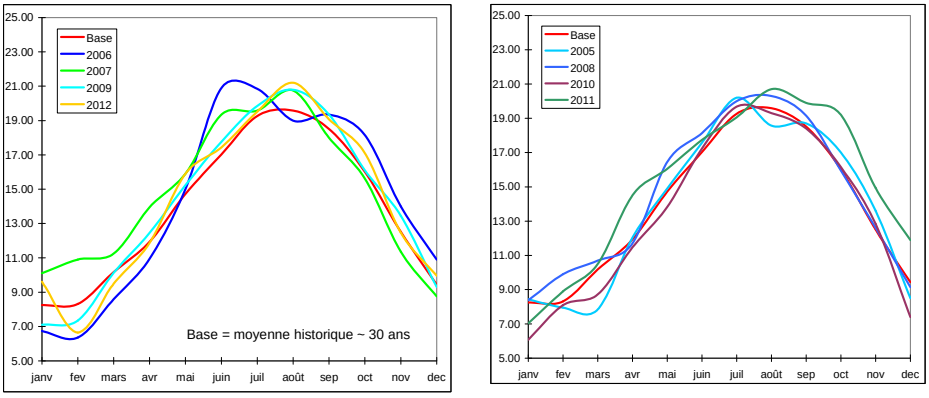

La Carrelère – Pertuis Breton




Filière ouest – Pertuis Breton



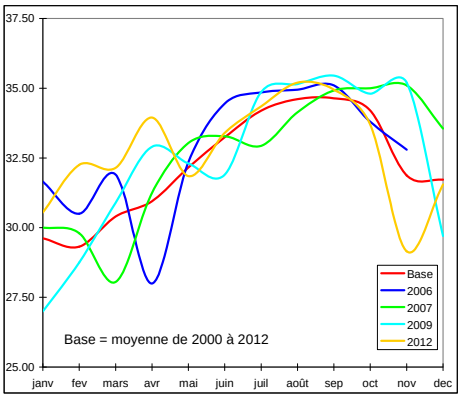

Ile d'Aix – Pertuis d'Antioche



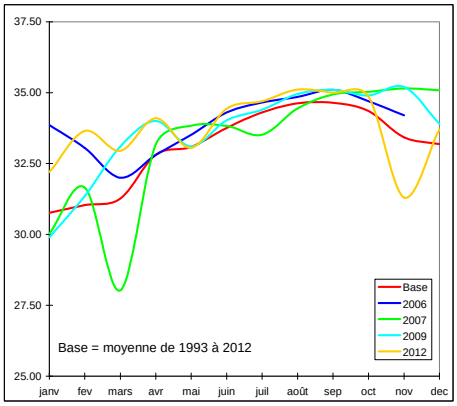

Boyard – Pertuis d'Antioche

Figure 15 – Profils mensuels des températures de surface relevées dans les Pertuis par le LER-PC (REPHY)

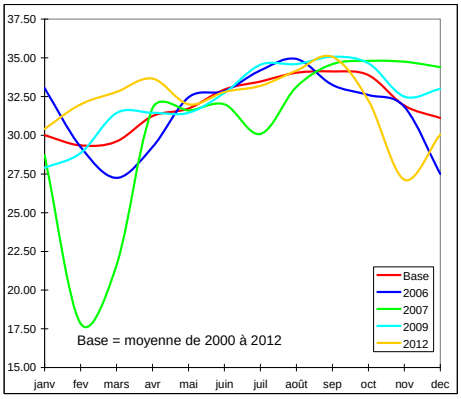
« An+1150 » « An-750 »



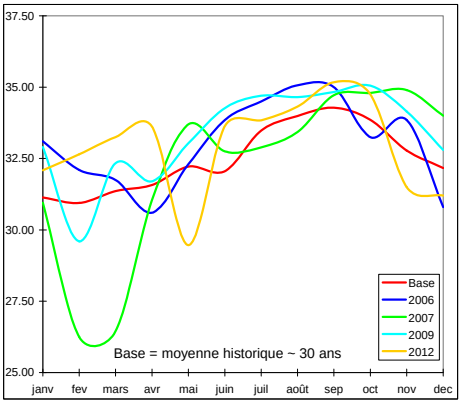

La Carrelère – Pertuis Breton




Filière ouest – Pertuis Breton




Ile d'Aix – Pertuis d'Antioche




Boyard – Pertuis d'Antioche

Figure 16 – Profils mensuels des salinités de surface relevées dans les Pertuis par le LERPC (REPHY)

Tableau 9 – Moyenne des températures, salinités et taux de saturation en oxygène dissous et écarts entre surface et fond (S/F) mesurés dans les Pertuis lors des campagnes SOLPER

| Température (°C) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pertuis** | **Profondeur** | **2005** | **2006** | **2007** | **2008** | **2009** | **2010** | **2011** | **2012** | **moyenne** |
| **Pertuis Breton** | Surface | 17,56 | 19,32 | 18,37 | 19,57 | 20,70 | 19,20 | 20,00 | 19,84 | 19,32 |
| **Pertuis d'Antioche** | Surface | 19,01 | 19,63 | 18,26 | 19,78 | 20,63 | 19,16 | 20,40 | 19,80 | 19,58 |
| **Pertuis** | Surface | 18,27 | 19,48 | 18,32 | 19,67 | 20,67 | 19,18 | 20,25 | 19,81 | 19,46 |
| **Pertuis Breton** | Fond | 17,59 | 19,20 | 18,27 | 19,47 | 20,50 | 19,05 | 19,93 | 19,06 | 19,13 |
| **Pertuis d'Antioche** | Fond | 18,66 | 19,34 | 18,05 | 19,69 | 19,76 | 18,51 | 20,27 | 19,11 | 19,17 |
| **Pertuis** | Fond | 18,11 | 19,27 | 18,16 | 19,58 | 20,14 | 18,79 | 20,14 | 19,09 | 19,16 |
| **Pertuis Breton** | **Moy S/F** | **17,58** | **19,26** | **18,32** | **19,52** | **20,60** | **19,13** | **19,97** | **19,46** | **19,23** |
| **Pertuis d'Antioche** | **Moy S/F** | **18,83** | **19,49** | **18,16** | **19,74** | **20,20** | **18,83** | **20,33** | **19,45** | **19,38** |
| **Pertuis** | **Moy S/F** | **18,19** | **19,37** | **18,24** | **19,63** | **20,40** | **18,98** | **20,19** | **19,46** | **19,31** |

| Salinité | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pertuis** | **Profondeur** | **2005** | **2006** | **2007** | **2008** | **2009** | **2010** | **2011** | **2012** | **moyenne** |
| **Pertuis Breton** | Surface | 35,43 | 34,95 | 34,36 | 34,89 | 34,87 | 35,44 | 35,67 | 34,92 | 35,07 |
| **Pertuis d'Antioche** | Surface | 35,09 | 34,69 | 34,02 | 33,23 | 33,85 | 35,08 | 35,10 | 34,91 | 34,50 |
| **Pertuis** | Surface | 35,26 | 34,82 | 34,19 | 34,08 | 34,37 | 35,26 | 35,32 | 34,91 | 34,78 |
| **Pertuis Breton** | Fond | 35,23 | 34,93 | 34,34 | 34,88 | 34,51 | 35,34 | 35,68 | 34,88 | 34,97 |
| **Pertuis d'Antioche** | Fond | 35,03 | 34,68 | 34,13 | 32,40 | 33,79 | 34,65 | 35,14 | 34,99 | 34,35 |
| **Pertuis** | Fond | 35,13 | 34,81 | 34,24 | 33,67 | 34,16 | 35,00 | 35,35 | 34,95 | 34,66 |
| **Pertuis Breton** | **Moy S/F** | **35,33** | **34,94** | **34,35** | **34,89** | **34,69** | **35,39** | **35,67** | **34,90** | **35,02** |
| **Pertuis d'Antioche** | **Moy S/F** | **35,06** | **34,68** | **34,08** | **32,82** | **33,82** | **34,86** | **35,12** | **34,95** | **34,42** |
| **Pertuis** | **Moy S/F** | **35,20** | **34,81** | **34,21** | **33,87** | **34,26** | **35,13** | **35,33** | **34,93** | **34,72** |

| Taux de saturation en oxygène dissous (%) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pertuis** | **Prof** | **2005** | **2006** | **2007** | **2008** | **2009** | **2010** | **2011** | **2012** | **moyenne** |
| **Pertuis Breton** | Surface | 92,69 | 104,99 | 124,74 | 121,97 | 111,17 | 106,60 | 109,02 | - | 110,17 |
| **Pertuis d'Antioche** | Surface | 97,87 | 117,79 | 117,19 | 110,94 | 110,73 | 104,30 | 106,07 | - | 109,27 |
| **Pertuis** | Surface | 95,23 | 111,39 | 121,00 | 116,57 | 110,96 | 105,47 | 107,22 | - | 109,69 |
| **Pertuis Breton** | Fond | 90,67 | 103,88 | 111,81 | 114,53 | 113,28 | 116,54 | 103,72 | - | 107,77 |
| **Pertuis d'Antioche** | Fond | 91,46 | 104,05 | 105,17 | 100,85 | 112,06 | 108,43 | 103,32 | - | 103,62 |
| **Pertuis** | Fond | 91,06 | 103,97 | 108,52 | 107,83 | 112,68 | 112,57 | 103,48 | - | 105,73 |
| **Pertuis Breton** | **Moy S/F** | **91,68** | **104,44** | **118,27** | **118,25** | **112,22** | **111,57** | **106,37** | **-** | **108,97** |
| **Pertuis d'Antioche** | **Moy S/F** | **94,67** | **110,92** | **111,18** | **105,90** | **111,40** | **106,36** | **104,70** | **-** | **106,45** |
| **Pertuis** | **Moy S/F** | **93,14** | **107,68** | **114,76** | **112,20** | **111,82** | **109,02** | **105,35** | **-** | **107,71** |

| Ecarts Surface-fond | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pertuis** | **Mesures** | **2005** | **2006** | **2007** | **2008** | **2009** | **2010** | **2011** | **2012** | **moyenne** |
| **Pertuis Breton** | Température | -0,03 | 0,12 | 0,10 | 0,10 | 0,20 | 0,15 | 0,07 | 0,78 | 0,10 |
| **Pertuis d'Antioche** | Température | 0,34 | 0,29 | 0,20 | 0,09 | 0,87 | 0,64 | 0,14 | 0,69 | 0,37 |
| **Pertuis** | Température | **0,15** | **0,21** | **0,15** | **0,10** | **0,53** | **0,39** | **0,11** | **0,72** | **0,23** |
| **Pertuis Breton** | Salinité | 0,20 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,36 | 0,11 | -0,01 | 0,04 | 0,10 |
| **Pertuis d'Antioche** | Salinité | 0,06 | 0,00 | -0,11 | 0,83 | 0,06 | 0,43 | -0,04 | -0,08 | 0,18 |
| **Pertuis** | Salinité | **0,13** | **0,01** | **-0,05** | **0,41** | **0,21** | **0,27** | **-0,03** | **-0,04** | **0,14** |
| **Pertuis Breton** | Oxygène | 2,02 | 1,11 | 12,93 | 7,44 | -2,11 | -9,94 | 5,30 | - | 2,39 |
| **Pertuis d'Antioche** | Oxygène | 6,41 | 13,74 | 12,02 | 10,09 | -1,33 | -4,13 | 2,75 | - | 5,65 |
| **Pertuis** | Oxygène | **4,17** | **7,43** | **12,48** | **8,74** | **-1,72** | **-7,09** | **3,74** | **-** | **3,96** |

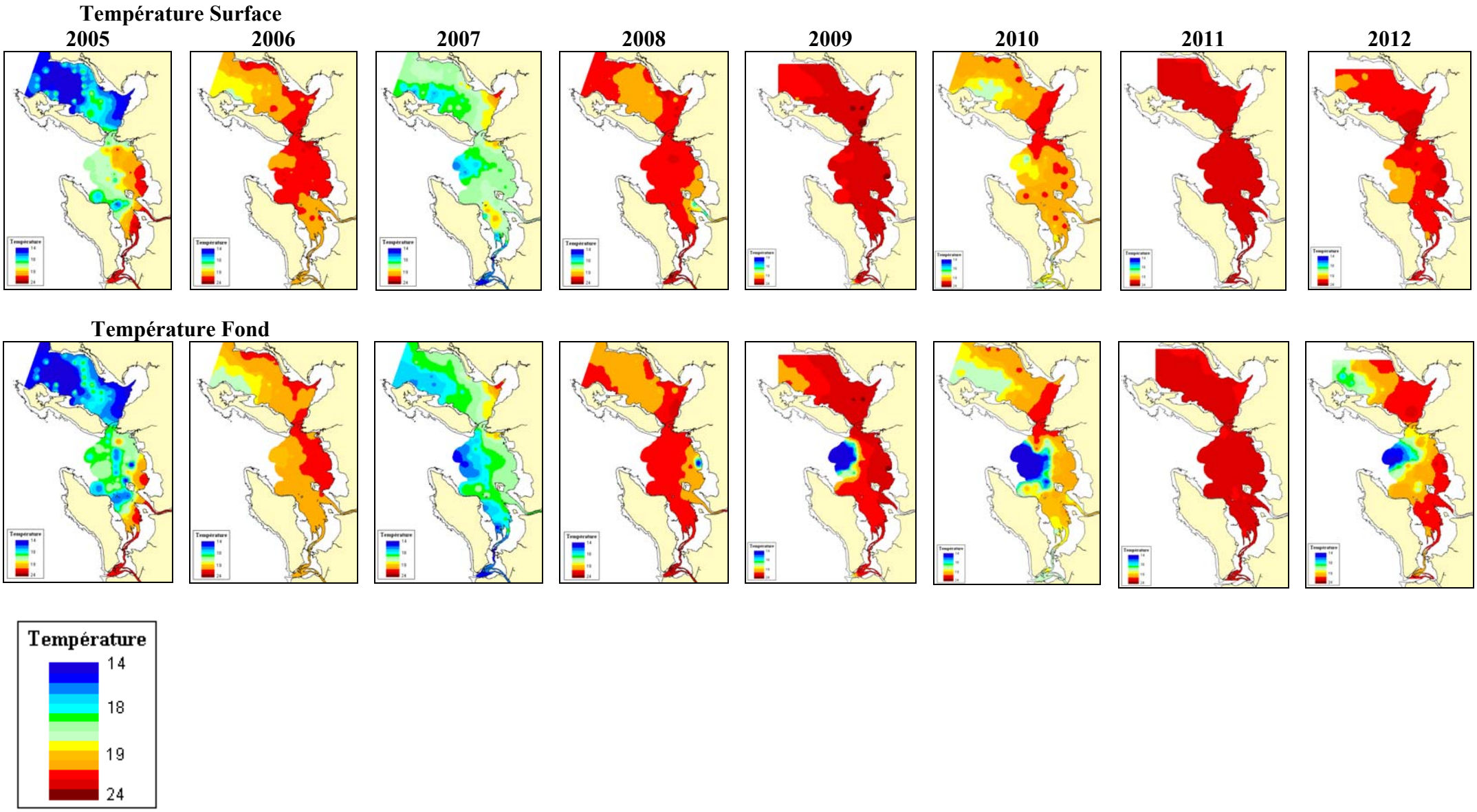



Figure 17 - Distribution des températures (°C) de surface et de fond pendant les campagnes SOLPER de 2005 à 2012

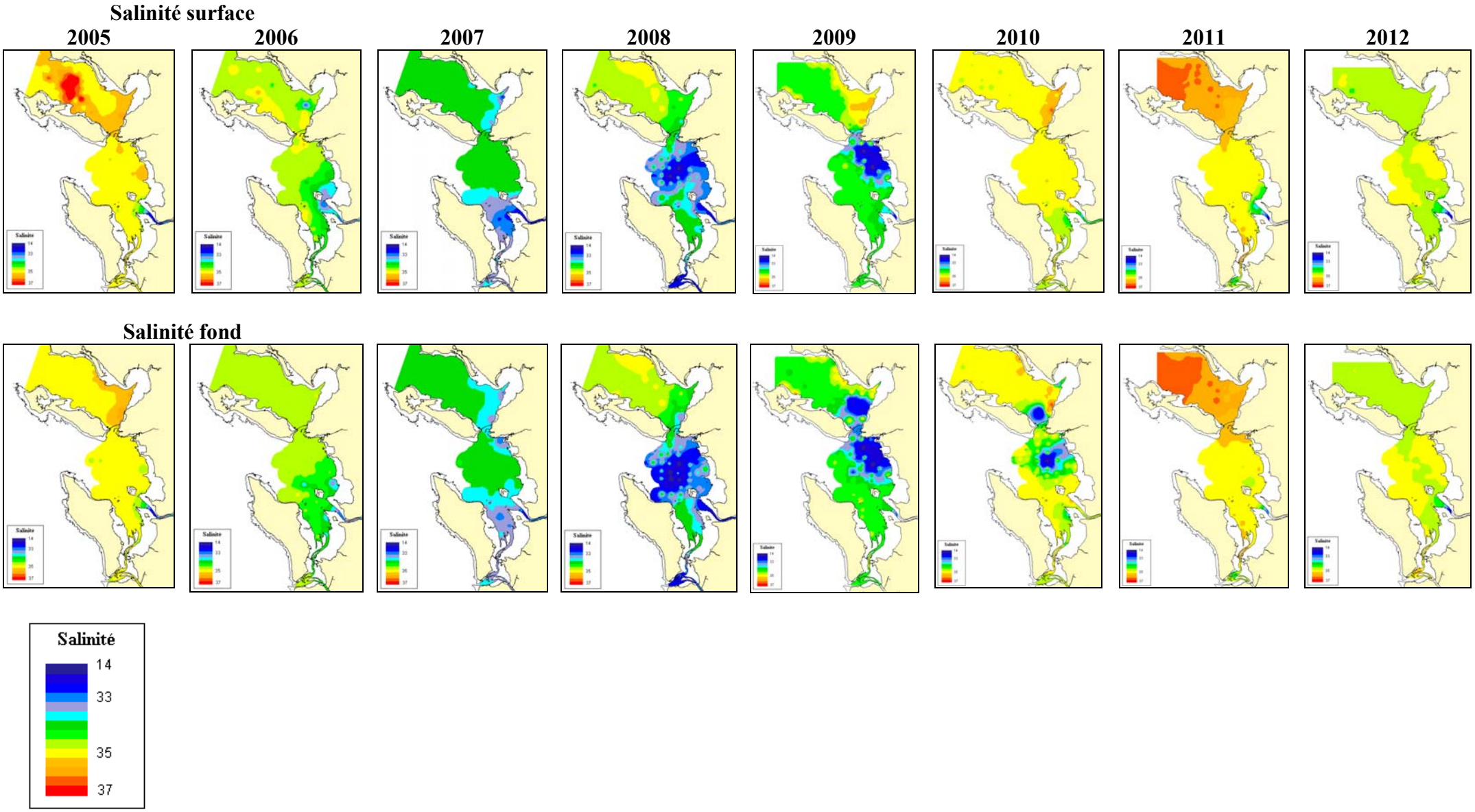



Figure 18 - Distribution des salinités de surface et de fond pendant les campagnes SOLPER de 2005 à 2012

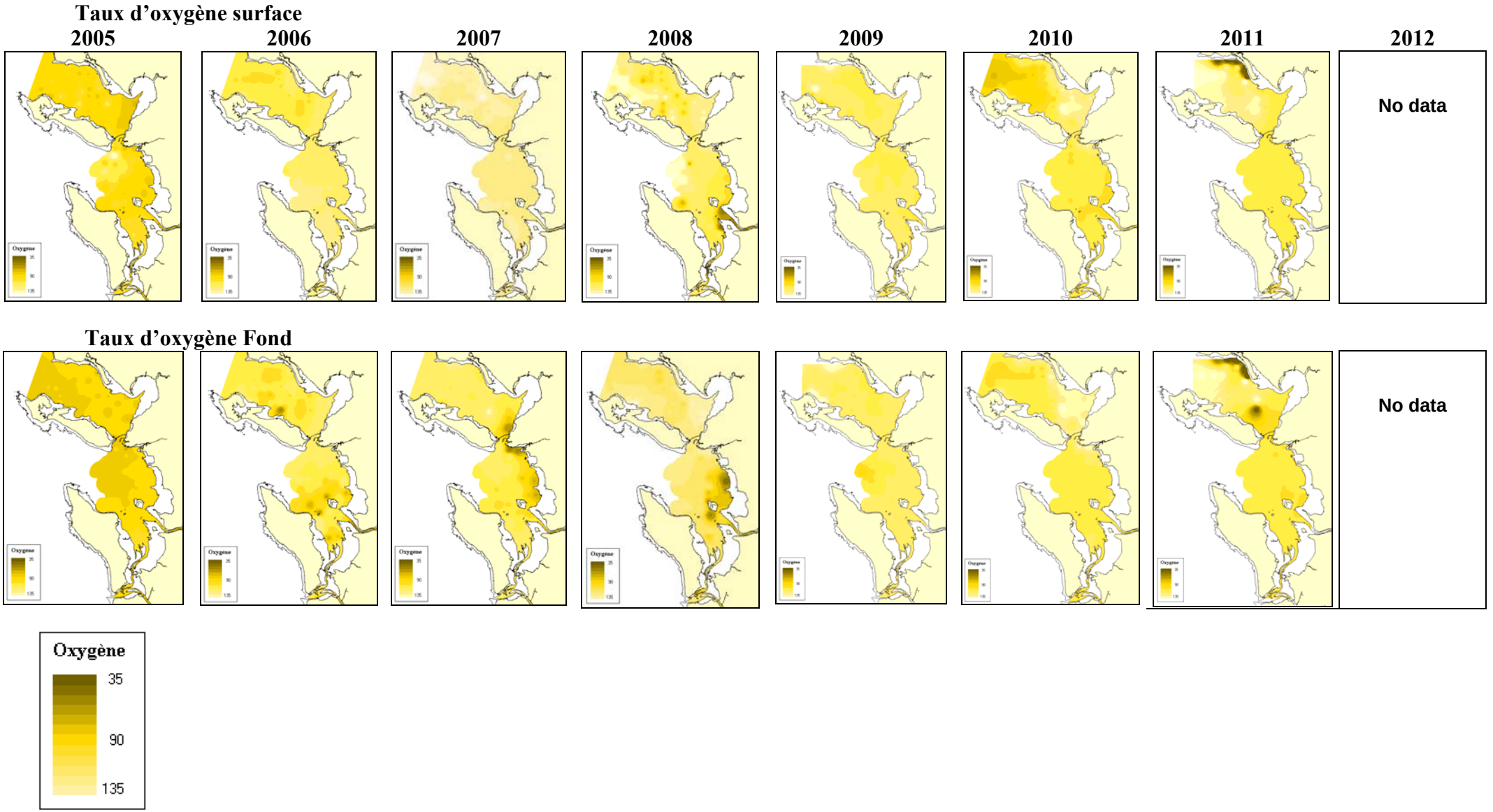



Figure 19 - Distribution des taux de saturation en oxygène dissous (en %) à la surface et au fond pendant les campagnes SOLPER de 2005 à 2012

# Analyses des campagnes SOLPER

La capacité des nourriceries à accueillir et favoriser la survie des soles nées au printemps et pour les 2-3 années qui suivent ne dépend pas uniquement des conditions environnementales qui existent sur ces espaces mais aussi des caractéristiques liées à ces juvéniles en terme de croissance, variabilité interannuelle de l'abondance, densités, et alimentation. La prédation et l'impact anthropique ne sont pas abordés dans cette étude.

Lors des campagnes (fin août-début septembre) la taille des soles du groupe 0 est inférieure à 12 cm (Figure 20). Les âges sont déterminés par la lecture des stries d'accroissement des otolithes mais la taille permet aussi de bien distinguer les soles du groupe 0 du reste de la population

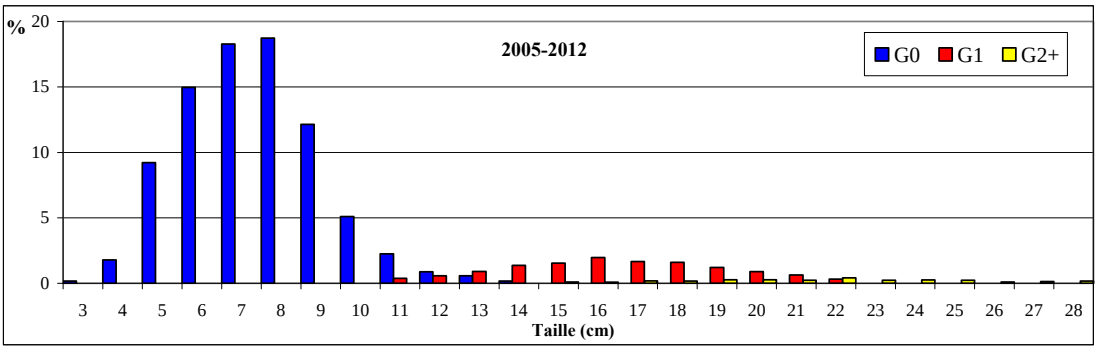



Figure 20 – Distribution des tailles moyennes par groupe d'âge (0, 1 et 2) pour les campagnes SOLPER (2005-2012)

### 3.1. Abondance des soles

Pour calculer la densité des soles par hectare, sur chaque station de chalutage, la surface balayée par le chalut est obtenue par l'enregistrement par GPS de la trace du trajet.

Entre 2005 et 2012, avec 4 années où plus de 1150 soles ont été capturées par campagne et 4 où moins de 750 l'ont été, ces deux groupes d'années se différencient par leur densité moyenne par hectare, supérieure à 72 individus/ha pour les « An+1150 » et inférieure à 41 pour les « An-750 » ; sur les huit années l'année 2007 apparaît exceptionnelle (Tableau 10). A part l'année 2006, la densité moyenne totale du pertuis d'Antioche est toujours supérieure à celle du pertuis Breton.

Tableau 10 – Densité moyenne des soles (en nombre par ha) par âge et par pertuis, de 2005 à 2012,

| | 2005 | | | 2006 | | | 2007 | | | 2008 | | | 2009 | | | 2010 | | | 2011 | | | 2012 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | G0 | G1 | Tout | G0 | G1 | Tout | G0 | G1 | Tout | G0 | G1 | Tout | G0 | G1 | Tout | G0 | G1 | Tout | G0 | G1 | Tout | G0 | G1 | Tout |
| Pertuis Breton | 16 | 7 | 27 | 79 | 8 | 89 | 112 | 4 | 119 | 16 | 11 | 31 | 59 | 5 | 67 | 17 | 6 | 25 | 19 | 3 | 24 | 72 | 2 | 82 |
| Pertuis d'Antioche | 20 | 5 | 27 | 52 | 6 | 63 | 116 | 6 | 125 | 21 | 23 | 49 | 60 | 13 | 78 | 22 | 13 | 39 | 32 | 7 | 42 | 83 | 2 | 90 |
| Pertuis | 18 | 6 | 27 | 65 | 7 | 77 | 114 | 5 | 122 | 19 | 17 | 40 | 60 | 9 | 73 | 20 | 10 | 31 | 26 | 5 | 33 | 77 | 2 | 85 |

*Note : en vert, suivi de la cohorte 2007*

Les années de grandes abondances sont caractérisées par une densité plus importante des soles du groupe 0 devant la baie de l'Aiguillon et un déploiement dans le centre du pertuis d'Antioche (Figure 21). Le groupe 1 colonise plus largement les Pertuis (Figure 22) et sa densité est proportionnellement plus forte devant la baie de l'Aiguillon pour les années où les G0 sont moins abondants (2008, 2010 et 2011). La figure 23 traduit ces distributions par interpolation. En annexe 3, la totalité des soles pêchées est traduite en cartes de nombre d'individus par hectare ainsi que l'interpolation de la distribution.

En 2008, la cohorte 2007 est plus présente dans le pertuis d'Antioche que dans le pertuis Breton, de même que la cohorte 2009, en 2010. Par contre la forte cohorte 2006 apparait peu en 2007 ; la cause peut être, soit liée à des perturbations environnementales intervenues entre septembre 2006 et août 2007, soit en relation avec la forte densité du groupe 0 de 2007 qui aurait « repoussé » les G1 plus vers l'extérieur des Pertuis.

**AGE 0**

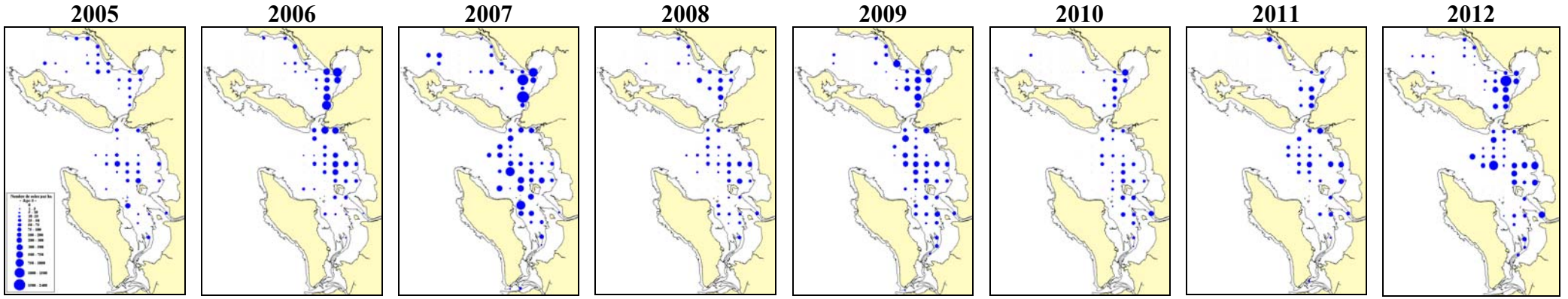



Figure 21 - Densité des soles G0 par hectare

**AGE** 1

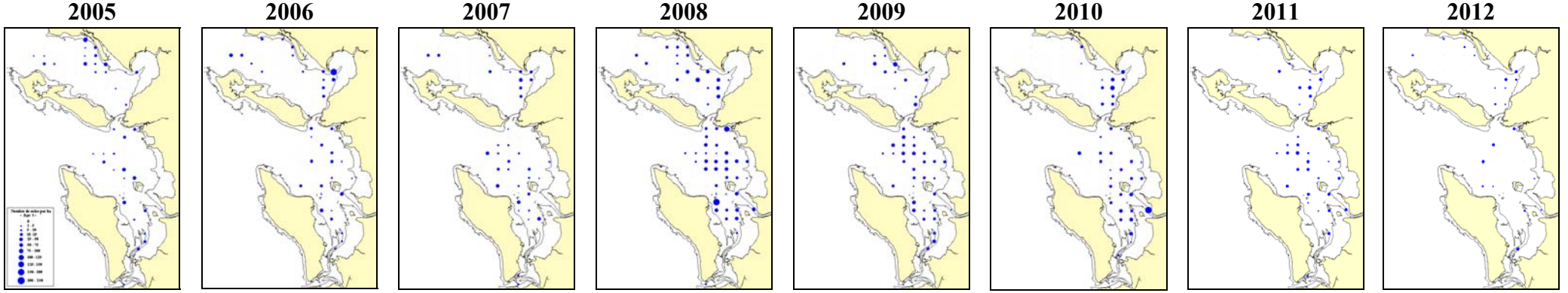
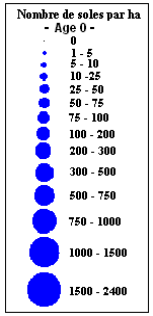
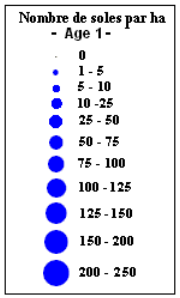



Figure 22 - Densité des soles G1 par hectare



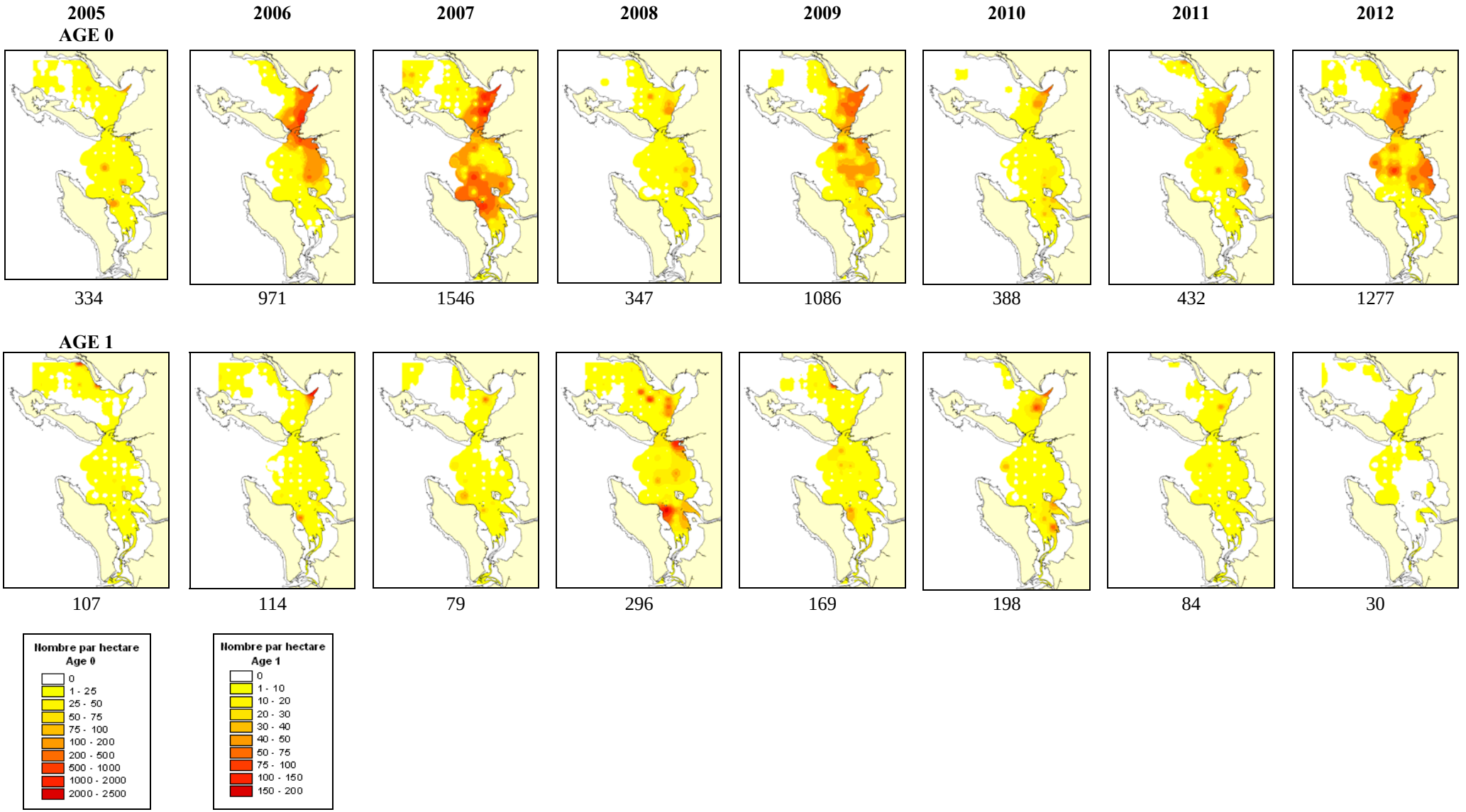



Figure 23 - Interpolation des densités de soles pour les âges 0 et 1

### 3.2. Tailles des soles.

En cumulant la totalité des mensurations de soles pour la période d'étude (Figure 24), la taille moyenne pour le groupe 0 est de 7,4 cm (± 0,89), 16 cm (± 0,96) pour le G1 et 21,7 cm (± 1,90) pour le G2. Pour le pertuis Breton la taille moyenne du G0 est de 7 cm (± 1,00) contre 7,8 cm (± 0,83) pour le pertuis d'Antioche. Seulement 2,6 % des soles capturées mesurait plus de 23 cm.

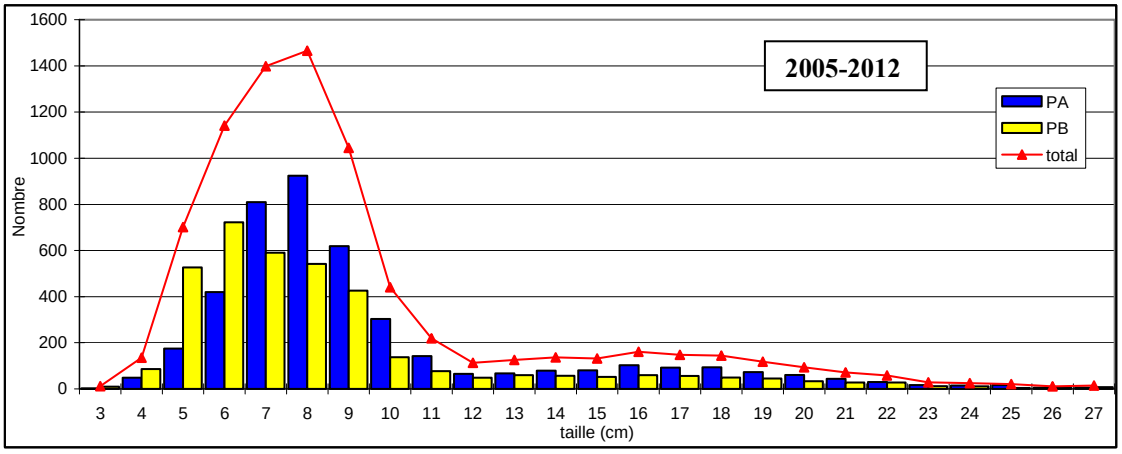
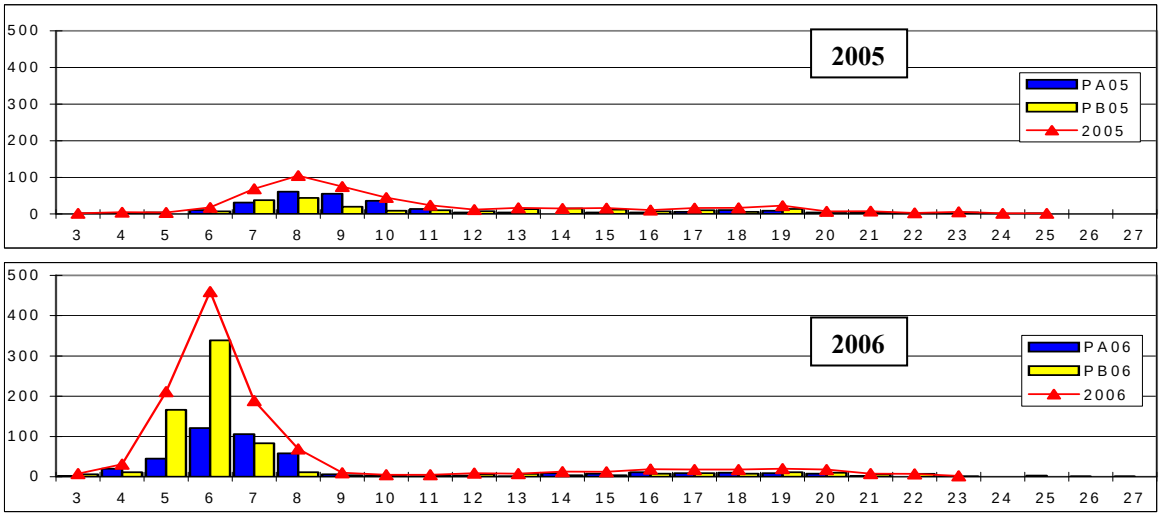



Figure 24 – Distribution en tailles des soles par Pertuis de 2005 à 2012

Les distributions en taille (Figure 25) présentent de fortes disparités d'une année à l'autre. Les G0 du pertuis Breton sont systématiquement de taille inférieure à celle du pertuis d'Antioche (Tableau 11), de -0,3 à -1,3 cm, sauf en 2012 où la différence était inversée (+1,2 cm). En 2006 et 2007, les tailles moyennes des G0 sont les plus faibles, avec un écart inférieur à la moyenne de respectivement -1,3 cm et -0,8 cm. A priori, à part pour ces deux années il ne semble pas avoir une corrélation entre une petite taille des G0 et l'abondance des soles, la date de colonisation de la nourricerie peut aussi expliquer ces petites tailles aux mois de septembre. On notera une distribution de taille plus resserrée en 2006 autour de la moyenne (de 4 à 8 cm) qu'en 2007 où les tailles atteignent 12 cm surtout dans le pertuis d'Antioche. L'hypothèse de plusieurs vagues de colonisation et/ou d'une arrivée tardive de larves de sole (surtout dans le pertuis Breton) peut être avancée (Van der Veer *et al.*, 2001), de même que pour 2012 mais dans l'autre pertuis.



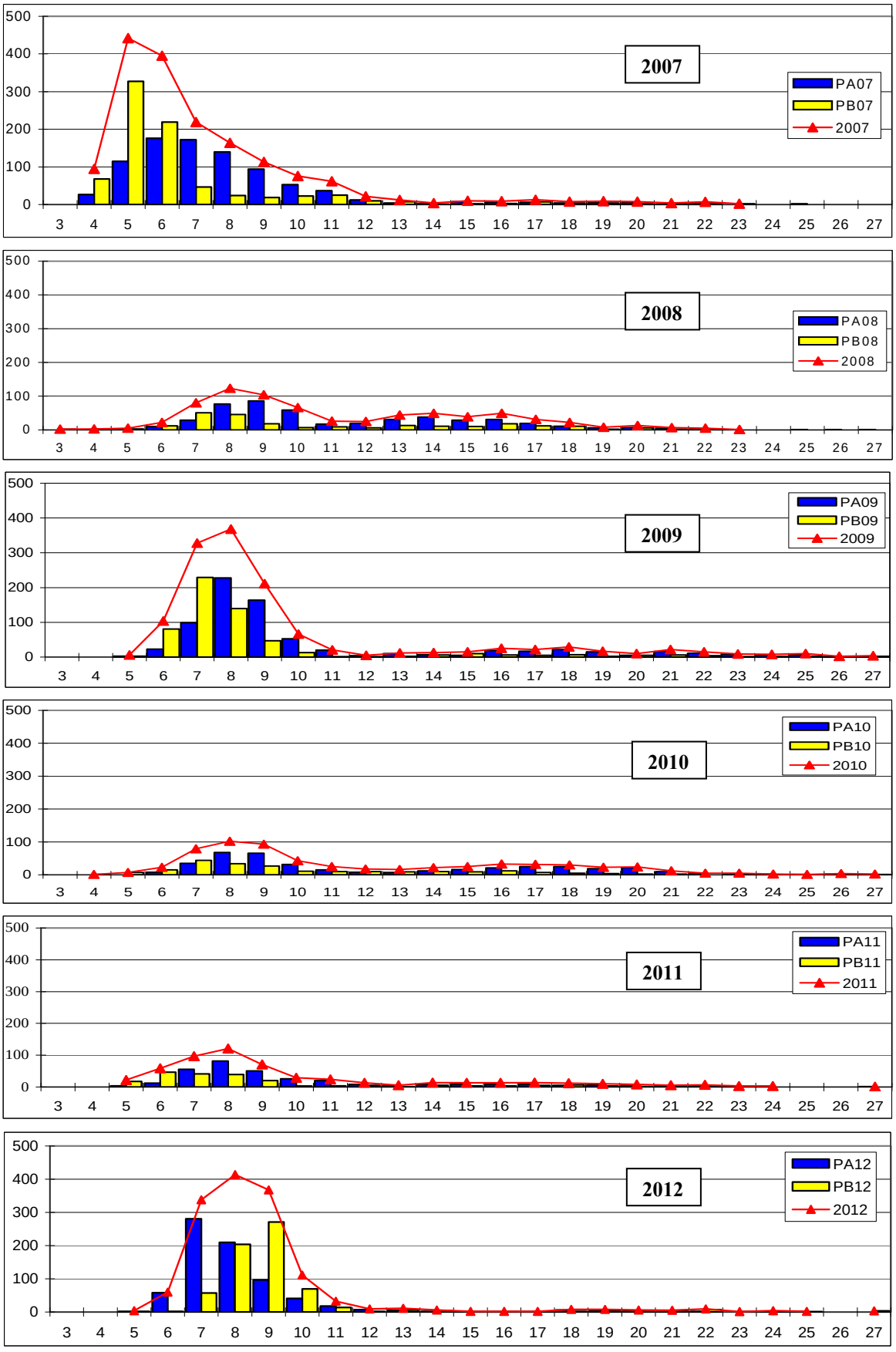



Figure 25 - Comparaison des distributions en taille des soles par Pertuis, de 2005 à 2012

Tableau 11 - Moyenne des tailles (cm) par âge et par pertuis de 2005 à 2012

| Groupes d'âges | Groupe 0 | | | | | | | | Groupe 1 | | | | | | | | Groupe 2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Années | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Pertuis Breton | 8,1 | 5,9 | 5,9 | 7,5 | 7,4 | 8,2 | 7,2 | 8,6 | 15,0 | 17,0 | 17,0 | 15,3 | 16,0 | 15,9 | 16,4 | 17,8 | 18,2 | 22,0 | 20,2 | 23,1 | 22,6 | 27,0 | 21,9 | 22,6 |
| Pertuis d'Antioche | 8,4 | 6,4 | 7,2 | 8,8 | 8,3 | 8,8 | 8,4 | 7,8 | 14,2 | 16,2 | 16,5 | 14,5 | 16,3 | 17,6 | 16,9 | 16,1 | 19,9 | 20,4 | 19,0 | 20,8 | 23,1 | 24.1 | 24,4 | 21,8 |
| Pertuis | 8,3 | 6,1 | 6,6 | 8,3 | 7,9 | 8,6 | 7,9 | 8,2 | 14,8 | 16,7 | 16,7 | 14,8 | 16,2 | 17,1 | 16,7 | 17,1 | 19,0 | 21,0 | 19,9 | 21,8 | 22,9 | 24,9 | 23,2 | 22,2 |

Tableau 12 – Nombre de soles dont les otolithes ont été lus par âge et par pertuis de 2005 à 2012

| Groupes d'âges | Groupe 0 | | | | | | | | Groupe 1 | | | | | | | | Groupe 2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Années | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Pertuis Breton | 135 | 625 | 757 | 132 | 510 | 155 | 174 | 585 | 58 | 73 | 27 | 89 | 49 | 54 | 29 | 17 | 23 | 9 | 9 | 8 | 17 | 3 | 8 | 14 |
| Pertuis d'Antioche | 199 | 354 | 803 | 215 | 576 | 233 | 258 | 692 | 48 | 56 | 43 | 195 | 120 | 144 | 55 | 13 | 20 | 16 | 3 | 10 | 43 | 8 | 9 | 12 |
| Pertuis | 334 | 979 | 1560 | 347 | 1086 | 388 | 432 | 1277 | 106 | 129 | 70 | 284 | 169 | 198 | 84 | 30 | 43 | 25 | 12 | 18 | 60 | 11 | 17 | 26 |

*Note : en vert, suivi de la cohorte 2007*

Tableau 13 – Différentiel de croissance (cm) d'une année à l'autre entre les groupes d'âges

| Différentiels de croissance | Entre groupe 0 et groupe 1 | | | | | | | Entre groupe 1 et groupe 2 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Années | 2005-2006 | 2006-2007 | 2007-2008 | 2008-2009 | 2009-2010 | 2010-2011 | 2011-2012 | 2006-2007 | 2007-2008 | 2008-2009 | 2009-2010 | 2010-2011 | 2011-2012 |
| Pertuis Breton | 8,9 | 11,1 | 9,3 | 8,5 | 8,6 | 8,2 | 10,6 | 3,2 | 6,2 | 7,3 | 11,0 | 5,9 | 6,2 |
| Pertuis d'Antioche | 7,8 | 10,1 | 7,3 | 7,5 | 9,2 | 8,1 | 7,6 | 2,8 | 4,3 | 8,6 | 7,9 | 6,9 | 4,9 |
| Pertuis | 8,4 | 10,6 | 8,2 | 7,9 | 9,2 | 8,2 | 9,1 | 3,3 | 5,1 | 8,2 | 8,7 | 6,1 | 5,5 |

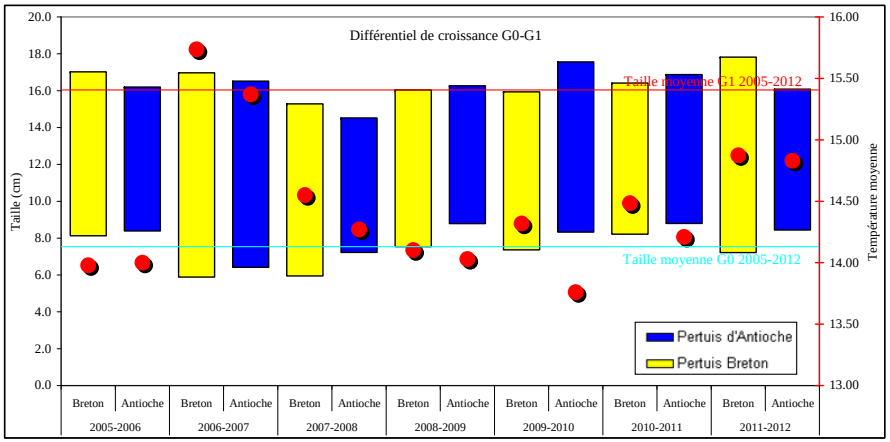



Figure 26 – Différentiels de croissance moyens entre G0 et G1, par pertuis entre 2005 et 2012 ; Points rouges = température moyenne de septembre à août

Dans le tableau 12 est répertorié le nombre de sole dont les otolithes ont été lus par classe d'âge, par an et par pertuis ; on peut suivre la présence de l'importante cohorte de 2007 jusqu'en 2009. Le tableau 13 présente les différentiels de croissance entre le groupe 0 de l'année n et le groupe 1 de l'année n+1, et le groupe 2 de l'année n+2. En moyenne, entre G0 et G1, ce différentiel est de +8,8 cm (± 0,9), et en général il est supérieur dans le pertuis Breton (+9,3 cm ± 1,1) que dans le pertuis d'Antioche (+8,2 cm ± 1,0). Dans le pertuis Breton pour les G0 de l'année 2006 dont la taille moyenne était de 5,9 cm (± 0,92), la croissance vers le G1 est très supérieure à la moyenne (+11,1 cm), et pour les G0 de 2007 s'ils ont un peu conservé en 2008 un déficit de croissance il y a quand même eu un phénomène de compensation puisque les 9,3 cm d'accroissement sont supérieurs aux différentiels des autres années sauf 2006-2007 et 2011-2012. A contrario dans le pertuis d'Antioche, avec une taille moyenne des G0 de 2007 de 7,2 cm (± 1,86), la croissance vers les G1 a été plus faible en 2008 (+7,3 cm). La figure 26 fait bien apparaitre des différentiels de croissance plus élevés pour le pertuis Breton. Les points rouges représentent la température moyenne de l'eau par pertuis entre deux Solper consécutives soit de septembre de l'année N à août de l'année N+1. Les stations de mesures utilisées ont été retenues au plus près des secteurs principaux de présence de juvéniles, à savoir La Carrelère pour le pertuis Breton et l'Ile d'Aix pour le pertuis d'Antioche. Pour le pertuis Breton la relation entre le taux de croissance des soles et une température plus élevée offre un coefficient de corrélation de 72 %, mais il n'est que de 19 % pour le pertuis d'Antioche sauf si on exclut la croissance et la température moyenne de 2009 à 2010 ; dans ce cas le coefficient passe à 62 %. Pour cette période le différentiel de croissance a été de 9,2 cm pour une température moins élevée de 13,76° (4,5°C en janvier 2010)

Le différentiel de croissance entre G1 et G2 est plus faible (+6,6 cm ± 2,3) et plus dispersé. On notera que la taille moyenne des G2 du pertuis Breton de 2010 (27 cm ± 0,82) est un peu différente de même que le différentiel de croissance avec 2009, car seulement trois grands individus ont été capturés.

### 3.3. Distribution des soles (sédiments, profondeur).

Le type bio-sédimentaire structure fortement la répartition des juvéniles de soles (Le Pape *et al*., 2003a, Biais *et al*., 2010) Dans les Pertuis les vases franches sont le substrat sur lequel le nombre de soles capturées est le plus élevé que ce soit pour le groupe 0 ou le groupe 1 (Figure 27). C'est sur les 48 % de stations à fond de vase que sont capturées en moyenne 83 % des G0 (de 68 à 92 % suivant les années) et 61 % des G1 (de 47 à 75 %). Le second type de sédiment privilégié par les soles dans le pertuis Breton est le sable fin, tandis que ce sont les vases sableuses qui attirent en second lieu les soles du pertuis d'Antioche puisque les 5 % de stations présentant ce fond captent 13 % des G1 qui apparaissent aussi sur les autres types de substrat.

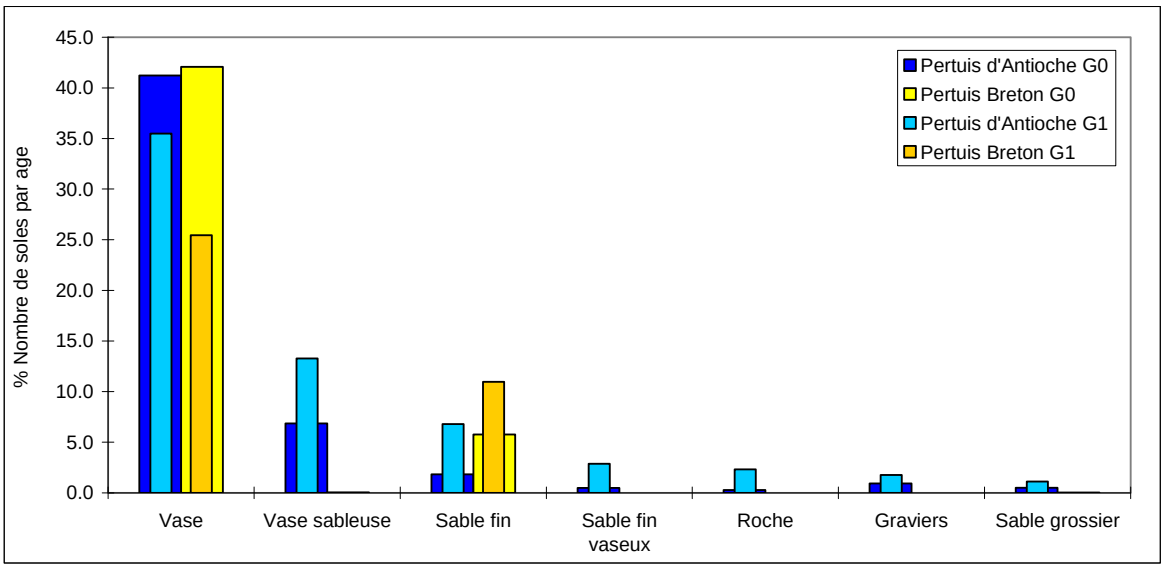



Figure 27 – Contribution 2005-2012 (en % par groupe d'âge) du nombre de soles par type de sédiment et pertuis.

Pour analyser les effets de la profondeur sur la distribution des soles, les calculs ont été réalisés par classe de strate de 5 m pour chaque groupe d'âge, et pour le calcul des densités moyennes par taille en fonction de la profondeur, des classes de taille de 3 cm ont été utilisés.

Les soles se localisent en majorité dans la tranche d'eau inférieure à 10 m ; cela correspond à 83 % des G0 et 80 % des G1 (Figure 28). Sur les 63 % de G0 capturés entre 0 et 5 m, 46 % le sont dans le pertuis Breton et 18 % dans le pertuis d'Antioche et sur les 54 % de G1, le pourcentage est le même dans chacun des Pertuis (28 % PB et 26 % PA). Cependant 96 % des soles du pertuis d'Antioche (G0 et G1) colonisent les fonds jusqu'à 20 m tandis que 95 % des G0 et 80 % des G1 du pertuis Breton ont été pêchés entre 0 et 5 m, en majorité devant l'ouvert de la baie de l'Aiguillon.

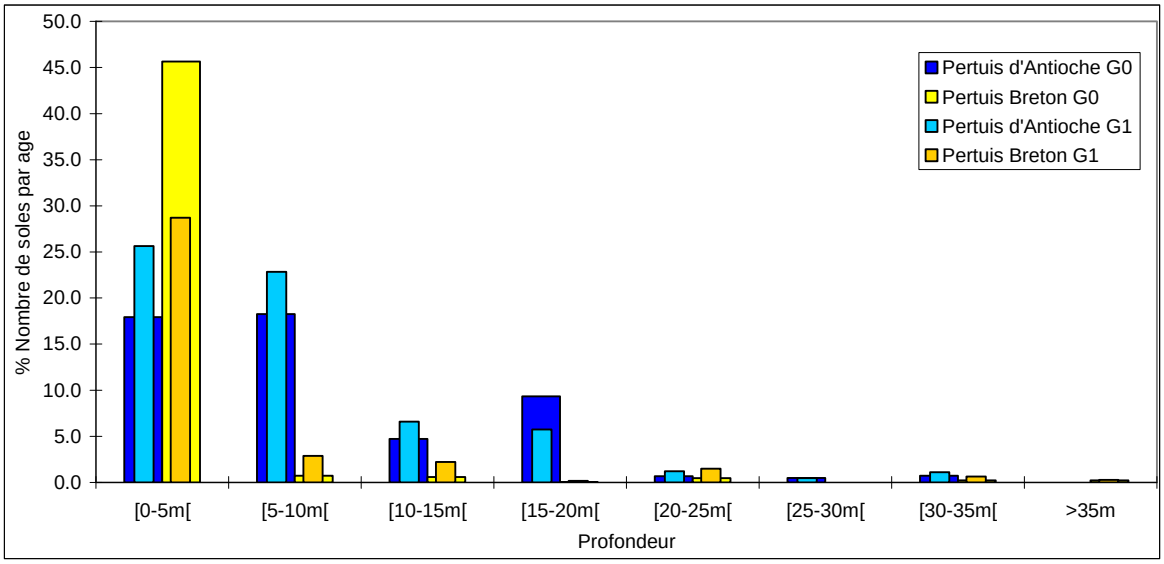



Figure 28 – Contribution 2005-2012 (en % par groupe d'âge) du nombre de soles par classe de profondeur et pertuis.

La segmentation par groupe de taille (Figures 29a et 29b) montre que dans le pertuis Breton, les individus de moins de 9 cm occupent préférentiellement les fonds de moins de 5 m quelque soit l'année (abondante ou pas) avec quelques exceptions de colonisations plus profondes en 2005, 2007 et 2008 pour la classe 6-8 cm.

Dans le pertuis d'Antioche il ne semble pas y avoir de fonds privilégiés entre 0 et 20 m car la colonisation est plus étalée dans l'espace pour toutes les classes de taille sauf pour les soles de moins de 6 cm peu présentes dans ce pertuis.

Le tableau 14 complète les fonds privilégiés par la présentation d'un indice de «sélection» (Begout-Anras *et al.*, 1999 ; Léauté, 2006) qui établi un ratio entre le pourcentage de soles pêchées sur un type de sédiment et le pourcentage de disponibilité de ce sédiment sur un secteur donné. Le même indice (Tableau 15) est utilisé pour les classes de profondeur.

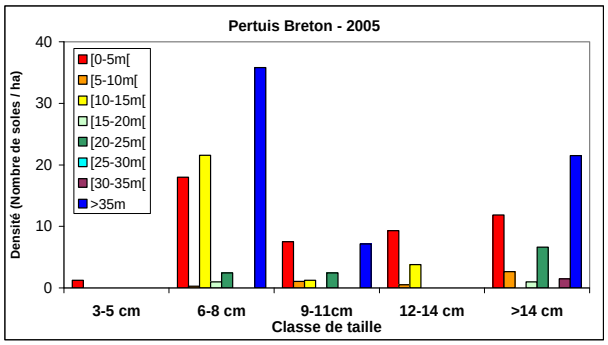
Un indice de sélection proche de 1 signifie que la fréquentation du fond sédimentaire (ou de la classe de profondeur) n'est pas privilégiée, un indice supérieur traduit une préférence, et un indice nettement inférieur indique une moindre utilisation de la nature des fonds (ou de la profondeur) par rapport à la superficie/profondeur disponible.

Tableau 14 – Indices de sélection du type de sédiment fréquenté par les juvéniles de soles

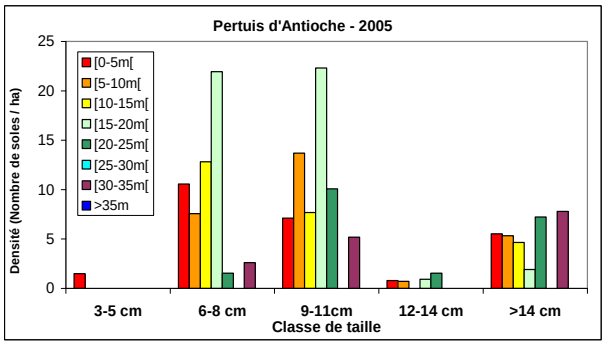
| | Groupe 0 | | | Groupe 1 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Type de sédiment | P. Breton | P. Antioche | Total | P. Breton | P. Antioche | Total |
| Vase | 2,1 | 1,5 | 1,7 | 1,2 | 1,3 | 1,3 |
| Vase sableuse | 0,0 | 1,3 | 0,7 | 0,0 | 2,6 | 1,3 |
| Sable fin | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 0,5 |
| Sable fin vaseux | | 0,5 | 0,5 | | | |
| Roche | | 0,1 | 0,1 | | | |
| Graviers | | 0,9 | 0,9 | | | |
| Sable grossier | 0,0 | 0,2 | 0,2 | | | |
| Total | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 0,7 | 1,3 | 1,0 |

Tableau 15 – Indices de sélection de la profondeur fréquentée par les juvéniles de soles

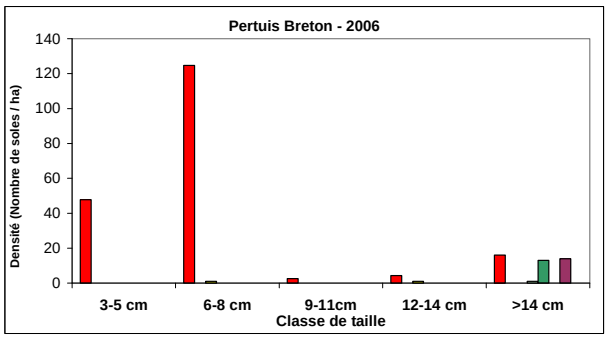
| | Groupe 0 | | | Groupe 1 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Classes de profondeur | P. Breton | P. Antioche | Total | P. Breton | P. Antioche | Total |
| [0-5m[ | 1,9 | 0,9 | 1,5 | 1,2 | 1,3 | 1,3 |
| [5-10m[ | 0,1 | 1,4 | 0,7 | 0,2 | 1,7 | 1,0 |
| [10-15m[ | 0,1 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,9 | 0,8 |
| [15-20m[ | 0,0 | 1,8 | 0,8 | 0,0 | 1,1 | 0,5 |
| [20-25m[ | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,7 | 0,6 | 0,7 |
| [25-30m[ | | 0,5 | 0,5 | | 0,5 | 0,5 |
| [30-35m[ | 0,1 | 0,7 | 0,3 | 0,3 | 1,1 | 0,6 |
| >35m | 0,2 | | 0,2 | 0,3 | | 0,3 |
| Total | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 0,7 | 1,3 | 1,0 |



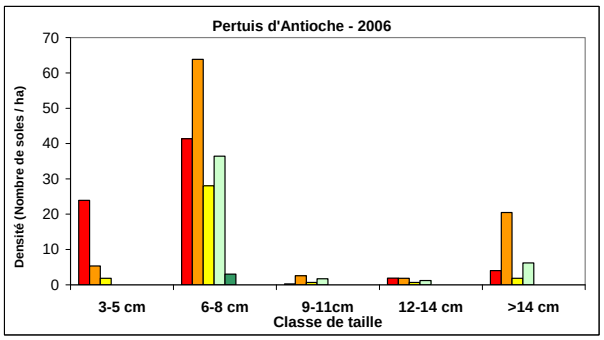

*232 soles capturées en 2005*



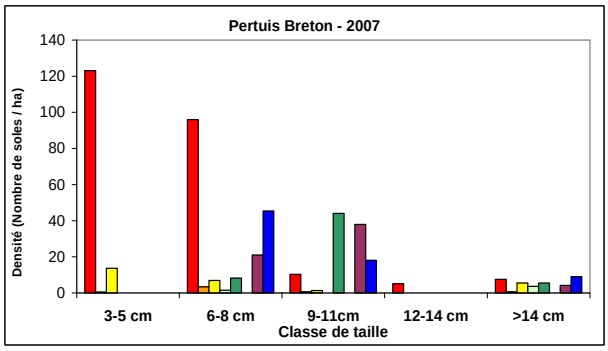

*269 soles capturées en 2005*



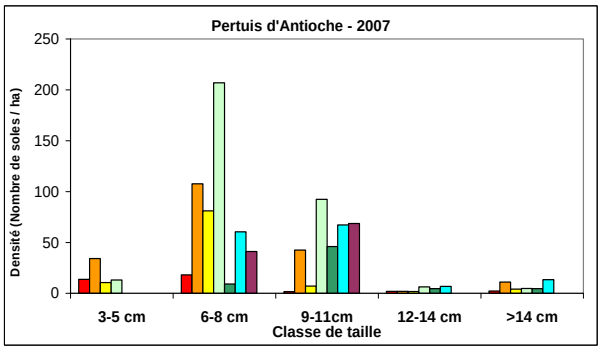

*711 soles capturées en 2006*



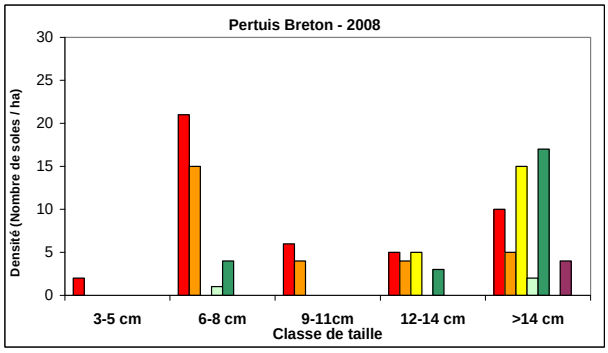

*441 soles capturées en 2006*



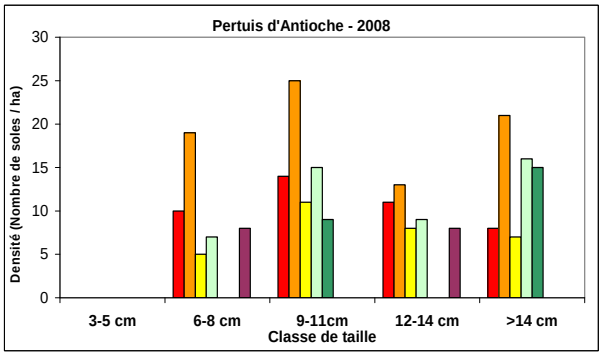

*790 soles capturées en 2007*




*876 soles capturées en 2007*

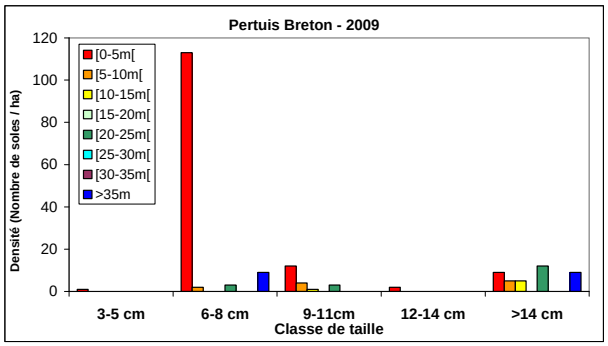



*249 soles capturées en 2008*

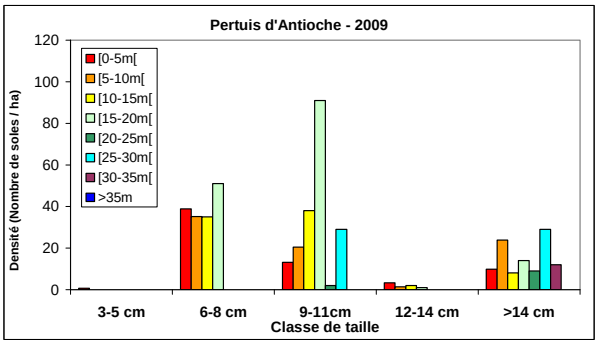



*480 soles capturées en 2008*

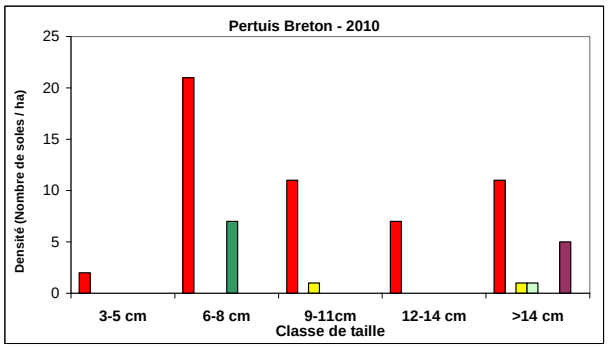
Figure 29a – Densités des soles (en nombre/ha) par classe de taille en fonction de la profondeur



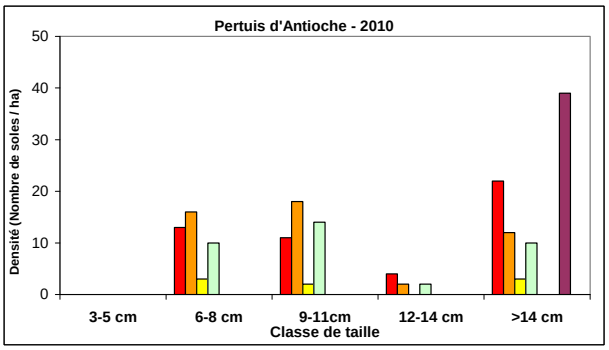

*580 soles capturées en 2009*



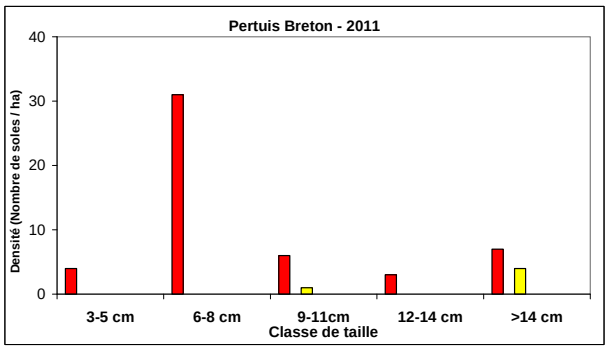

*748 soles capturées en 2009*



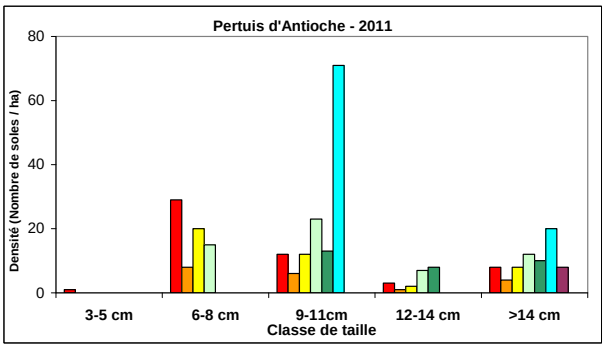

*226 soles capturées en 2010*



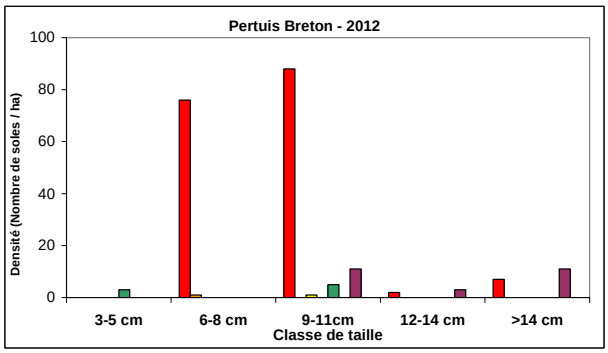

*408 soles capturées en 2010*



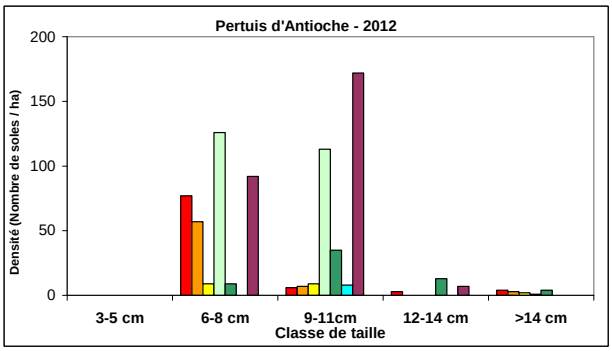

*216 soles capturées en 2011*




*392 soles capturées en 2011*




*663 soles capturées en 2012*




*744 soles capturées en 2012*

Figure 29b – Densités des soles (en nombre/ha) par classe de taille en fonction de la profondeur

### 3.4. Les campagnes PRESOLPER.

En 2010, une série mensuelle de chalutages, de fin avril à fin août, pour capturer des juvéniles de soles a été réalisée dans le pertuis Breton sur les trois stations les plus abondantes qui représentent suivant les années de 20 % à plus de 70 % des soles capturées dans ce pertuis (Tableau 16). Ces stations sont localisées devant l'ouvert de la baie de l'Aiguillon (Figure 5). Une opération plus ponctuelle sur les mêmes points a aussi été effectuée en 2011 (début juin) et 2012

(fin mai). Elles ont toutes été réalisées autour de l'heure de la basse-mer (± 2h) sauf en juin 2010 et 2011, et octobre 2011.

Tableau 16 – Nombre de soles capturées (< 21 cm) lors des SOLPER sur les 3 stations retenues pour les PRESOLPER

| Années | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Total SPB11, 13 et 17** | 47 | 339 | 589 | 76 | 233 | 126 | 41 | 336 | 1787 |
| **Total Pertuis Breton** | 221 | 698 | 785 | 240 | 558 | 217 | 209 | 645 | 3581 |
| **Pourcentage** | *21,3* | *48,6* | *75,0* | *31,7* | *41,8* | *58,1* | *19,6* | *52,1* | *49,9* |

La série de mensurations mensuelles obtenue en 2010 permet de voir l'évolution des tailles des jeunes soles depuis leur arrivée sur la nourricerie jusqu'à la campagne SOLPER de fin août (Figure 30) sur les 3 stations retenues.

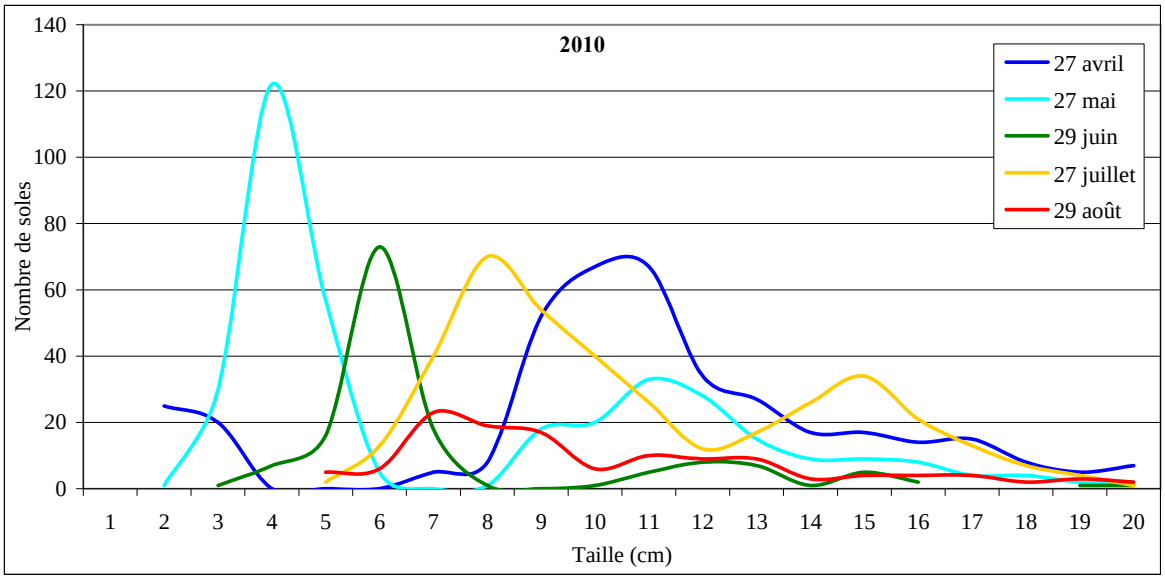



Figure 30 – Distributions mensuelles des tailles de soles de fin avril à fin août 2010

Les premiers jeunes individus capturés à la fin du mois d'avril sont d'une taille à la limite de la sélectivité minimale du chalut soit ~2,5 cm[2] (Kuipers, 1975). Cependant les principaux occupants du secteur avant et au début de la colonisation par les juvéniles de l'année sont les G1 dont la présence diminue au fur et à mesure de l'avancée de l'année et de la présence des G0.

D'avril à juillet la taille moyenne des G0 a augmenté de 2 cm environ par mois (Tableau 17) mais lors de la campagne SOLPER 2010 de fin août la taille moyenne des G0 capturés est plus petite qu'en juillet. De plus la distribution des tailles présente un plateau entre 7 et 9 cm dont les effectifs sont le tiers du mois précédent. Une partie de la cohorte est manquante sur ce secteur surtout sur la station la plus proche de la baie de l'Aiguillon (SPB11).

Les faibles effectifs constatés en juin 2010 peuvent s'expliquer car la pêche a été réalisée moins de deux heures après l'heure de la pleine mer et les juvéniles sont alors plus dispersés sur la vasière intertidale inondée de la Baie, mais ce n'est pas le cas pour la campagne SOLPER réalisée à l'heure de la basse mer.

Une des hypothèses qui pourrait être avancée serait qu'une partie des soles (de 7 à 9 cm) aurait migré vers l'entrée du Pertuis ou plus au large ; elles n'ont cependant pas été capturées ni dans les stations adjacentes, ni dans le reste du Pertuis. L'autre hypothèse concerne des évènements environnementaux (non connus) qui auraient perturbés au mois d'août la survie des soles. Van der Veer *et al*. (1986) propose pour la plie (*Pleuronectes platessa*) une mortalité naturelle estimée à

[2] Des soles capturées le même jour devant l'estran du point SPB11 avec un haveneau de 4 mm (maille étirée) mesuraient entre 1 et 1,5 cm (comm. pers. M.L. Bégout) ; des juvéniles récemment métamorphosés étaient donc présents sur ce secteur.

70 % pour les premiers stades benthiques, de 50 % d'avril à juin et de 14 % par mois en juillet-août. Ces estimations vont dans le sens de l'évaluation de la mortalité saisonnière établi par Desaunay *et al* (1987)

Les figures 31a et 31b complètent la figure précédente et montrent que la taille moyenne dans les Pertuis, fin mai-début juin se situe autour de 4-5 cm et celle de fin août-début septembre est de 7-8 cm que ce soit pour des années d'abondance faible comme 2010 et 2011, ou forte comme 2012. On notera que la légère dissymétrie de la distribution en taille des G0 de mai 2011 et qui se retrouve en septembre pourrait être l'indicateur de plusieurs vagues de colonisation de la nourricerie du pertuis Breton.

Tableau 17 – Distribution des tailles moyennes par station PRESOLPER (2010, 2011 et 2012) pour les G0 et les G1,

| | | Taille moyenne par âge (cm) | | | | Nombre de soles capturées | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dates | SPB11 | SPB13 | SPB17 | Total | SPB11 | SPB13 | SPB17 | Total |
| **Groupe 0** | 27 avril 2010 | 2,7 | 2,3 | | 2,4 | 15 | 30 | 0 | 45 |
| | 27 mai 2010 | 4,3 | 3,8 | 4,0 | 4,2 | 137 | 49 | 29 | 215 |
| | 29 juin 2010 | 6,3 | 4,7 | 5,8 | 5,9 | 36 | 7 | 73 | 116 |
| | 27 juillet 2010 | 8,7 | 7,0 | 7,5 | 8,6 | 217 | 6 | 22 | 245 |
| | 29 aout 2010 | 7,8 | 7,5 | 7,7 | 7,7 | 49 | 16 | 11 | 76 |
| | 8 juin 2011 | 4,2 | 6,2 | 4,5 | 4,8 | 6 | 13 | 51 | 70 |
| | 6-7 septembre 2011 | 8,8 | | 7,3 | 7,5 | 4 | 0 | 27 | 31 |
| | 6 octobre 2011 | 8,5 | | 8,0 | 8,2 | 11 | 0 | 14 | 25 |
| | 31 mai 2012 | 4,0 | 3,6 | 3,4 | 3,7 | 335 | 74 | 207 | 616 |
| | 12 septembre 2012 | 8,9 | 8,4 | 9,0 | 8,7 | 31 | 155 | 136 | 322 |
| **Groupe 1** | 27 avril 2010 | 11,8 | 10,3 | 12,3 | 11,5 | 238 | 77 | 8 | 323 |
| | 27 mai 2010 | 12,3 | 10,7 | 11,3 | 11,9 | 105 | 36 | 4 | 145 |
| | 29 juin 2010 | 13,1 | 11,8 | 13,1 | 12,9 | 17 | 5 | 7 | 29 |
| | 27 juillet 2010 | 14,1 | 13,0 | 15,8 | 14,3 | 138 | 3 | 19 | 160 |
| | 29 aout 2010 | 13,6 | 15,8 | 17,3 | 14,2 | 41 | 6 | 4 | 51 |
| | 8 juin 2011 | | 12,9 | 14,1 | 13,1 | 0 | 33 | 8 | 41 |
| | 6-7 septembre 2011 | 14,3 | 20,0 | 17,0 | 15,7 | 6 | 1 | 3 | 10 |
| | 6 octobre 2011 | 16,3 | 16,0 | 20,5 | 16,7 | 23 | 8 | 4 | 35 |
| | 31 mai 2012 | 14,2 | 11,0 | 12,0 | 14,1 | 38 | 1 | 1 | 40 |
| | 12 septembre 2012 | 14,8 | 19,7 | 21,0 | 16,1 | 12 | 3 | 1 | 16 |

*Note : en jaune Campagne SOLPER*

La croissance des G1 est plus réduite avec une moyenne de 0,9 cm par mois entre fin avril et fin juillet. On constate aussi une réduction de la taille moyenne fin août sur la station la plus proche de l'entrée de la baie de l'Aiguillon.

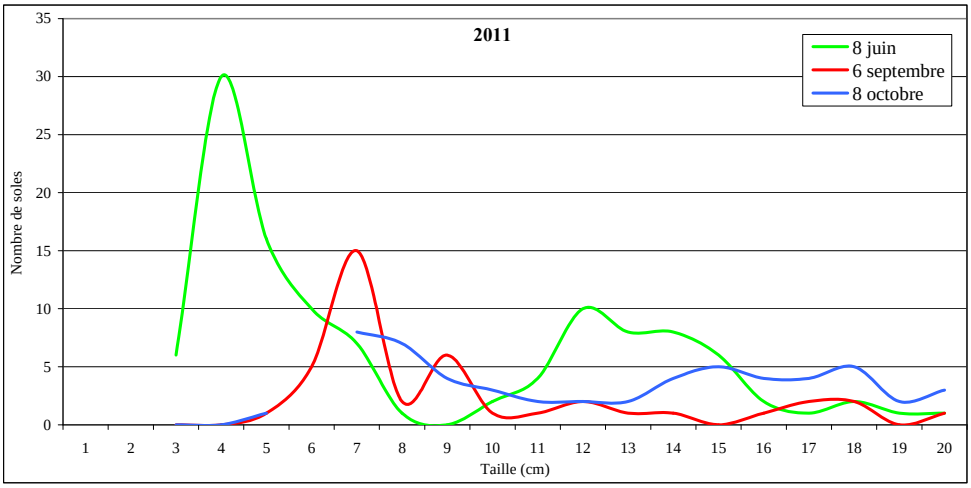



Figure 31a – Distributions mensuelles des tailles de soles de 2011 (PRESOLPER, SOLPER et POSTSOLPER)

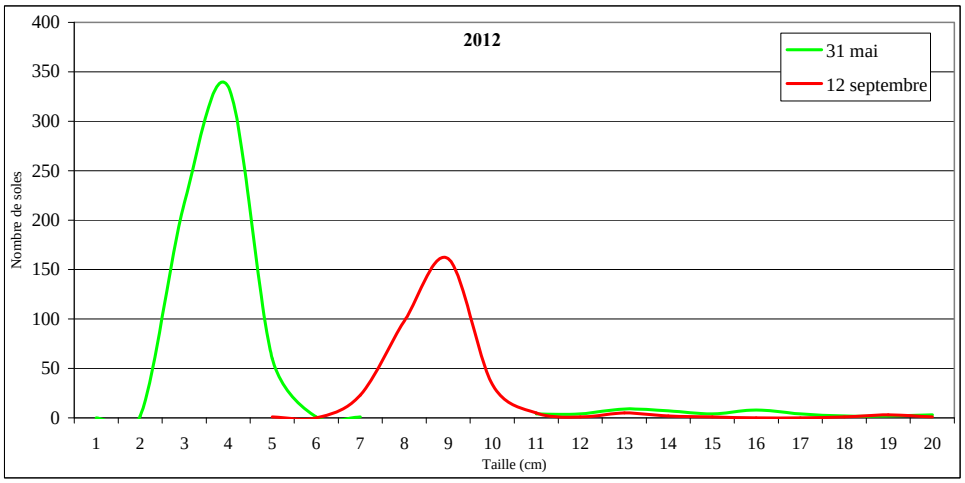



Figure 31b – Distributions mensuelles des tailles de soles de 2012 (PRESOLPER, SOLPER)

### 3.5. Cas particulier de la cohorte de l'année 2007.

Au cours de la période d'étude, au moins deux années, 2006 et 2007, ont eu des effectifs capturés supérieurs à 1000 individus et une taille moyenne (5,9 cm) début septembre dans le pertuis Breton, inférieure à celles des autres années à la même période. Ces petites tailles, semblables à la taille moyenne du mois de juin (Tableau 13), peuvent s'expliquer soit par une croissance estivale très faible, soit par une colonisation tardive de la nourricerie et éventuellement une disparition plus ou moins importante des premières vagues de larves ; on retrouve une partie de ces juvéniles (9-11 cm) en 2007 dans des secteurs plus profonds (Figure 29a).

Un focus peut être fait pour l'année 2007 car ce phénomène (faibles tailles) ne s'est pas localisé que dans les Pertuis. Par ailleurs la cohorte 2007 a été assez abondante pour qu'elle puisse être suivie jusqu'à son recrutement et dans les débarquements sous criée des professionnels.

En septembre 2007, des tests sur la sélectivité des chaluts à crevettes (Meillat *et al.* 2008) ont été réalisés devant l'entrée de la Vilaine avec un engin de pêche d'un maillage étiré de 12,5 mm. La distribution en taille des soles capturées (6 traits) est semblable à nos mensurations (Figure 32) effectuées à la même période dans les Pertuis

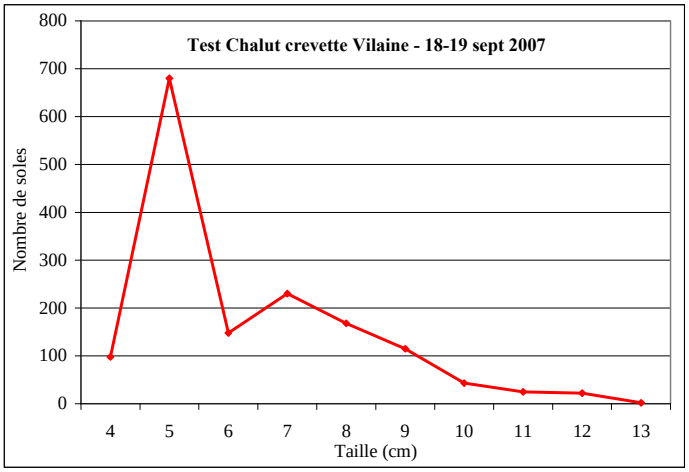



Figure 32 - Distribution en taille des soles capturées avec un chalut à crevette sélectif devant l'estuaire de la Vilaine en septembre 2007 (Meillat *et al*., 2008)

D'autres études menées la même année par le bureau d'étude Creocean dans le cadre des inventaires piscicoles, demandés par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne suivant la directive Européenne Cadre sur l'eau (Directive 2000/60/CEE), ont été réalisées en mai et en octobre 2007 (Figure 33) dans les embouchures des estuaires de la Sèvre niortaise et de la Vilaine (Anon., 2007, Dernouny, 2007). Un chalut à perche de 20 mm de maille étirée a été utilisé pour ces échantillonnages.

La synthèse de leurs études tant en Vilaine qu'en Sèvre niortaise rapporte que : « *Pour **Solea solea**, le nombre d'individus appartenant au printemps à la classe de taille [40-70[mm* (pour la Sèvre niortaise), *[50-90[mm* (pour la Vilaine) *s'est singulièrement accru, reflétant un recrutement important et étalé suite à l'échantillonnage printanier.* » De plus pour le Sèvre niortaise il est indiqué que : « *En ce qui concerne la cohorte supérieure, le nombre d'individus à considérablement chuté traduisant une très forte prédation et/ou des conditions abiotiques contraignantes pour ces individus dans cet écosystème* ».

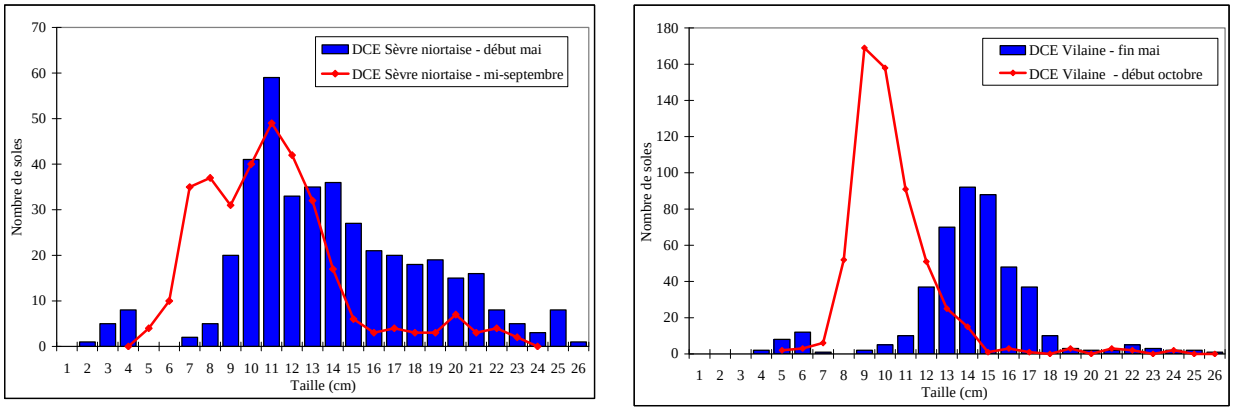



Figure 33 – Distribution des tailles des soles capturées devant les estuaires de la Sèvre niortaise et la Vilaine en mai et septembre-octobre 2007 (sources Creocean et Denourny, 2007)

De plus, lors de la campagne ORHAGO[3] de novembre 2007, la capture de juvéniles de soles de tailles inférieures à la moyenne pour la saison a aussi été constatée entre le pertuis d'Antioche et l'embouchure de la Gironde.

Un même phénomène de colonisation tardive et/ou de conditions environnementales défavorables semble bien être intervenu sur ces nourriceries. Cependant pour expliquer l'abondance importante de cette cohorte, au moins dans les Pertuis, on peut émettre l'hypothèse que les derniers juvéniles arrivés sur les nourriceries ont rencontré des conditions plus favorables à leur survie.

[3] Campagne scientifique ciblant la sole, en novembre, avec un chalut à perche (4 m) du sud Bretagne à la latitude d'Arcachon, entre la côte et 100 m de profondeur.

Du fait de cette abondance de juvéniles on peut suivre cette cohorte dans les Pertuis en 2008 et 2009 (Tableaux 9 et 11) jusqu'à son recrutement, qui intervient entre 2 et 3 ans. Les rapports du groupe de travail WGHMM du CIEM (Anon., 2013), signalent la présence de cette cohorte dans les débarquements comme le montre la figure 34 pour les années 2010 (G3) et 2011 (G4).

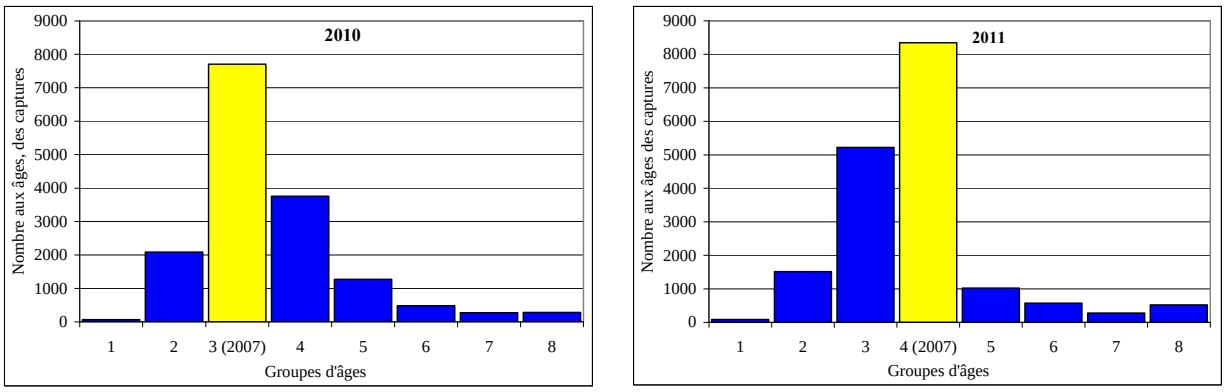



Figure 34 - Suivi de l'abondance de la cohorte 2007, dans les captures professionnelles de 2010 et 2011, par le nombre d'individus aux différents groupes d'âges

### 3.6. Analyse des indices de condition de Fulton

Les facteurs de condition sont utilisés pour comparer la "condition", "l'engraissement" ou "le bien-être" des poissons et sont basés sur l'hypothèse qu'un poisson d'un poids plus élevé à une longueur donnée est dans une meilleure condition relative (Froese, 2006). La condition relative des poissons est importante car elle influence la croissance, la reproduction et la survie des individus (Lambert et Dutil, 1997). La condition d'un poisson peut être évaluée avec plusieurs méthodes qui comprennent des mesures morphométriques, physiologiques et biochimiques (teneur en lipides).

Le facteur de condition de Fulton (K) utilisé dans cette étude est défini comme suit :

$$\mathbf{K=100*Poids}\ (g)/\mathbf{Longueur\ standard}^{3}\ (cm)$$

Plus l'indice morphométrique est important, plus la condition du poisson est bonne. Le tableau 18 présente les facteurs de conditions annuels moyens et les figures 35 et 36 les écarts à la moyenne ; moyenne interannuelle utilisée : 1,034. Globalement les soles des années de faibles abondances présentent un facteur de condition supérieur à la moyenne et celles de fortes abondances un facteur plus faible voire négatif. En règle générale les juvéniles nés dans l'année sont en moins bonne condition que les G1 et plus particulièrement dans le pertuis Breton de 2006 à 2008. Sur les 8 années un cycle sur les indices de condition des G0 pour chaque pertuis semble se dessiner, incluant 2008 entre 2006-2007 et 2009. En règle générale sur la période, l'indice des G0 est de 0,995, celui des G1 de 1,206 et de 1,313 pour les G2.

Tableau 18 – Indices de conditions annuels moyens par âge et par pertuis

| | **Pertuis Breton** | | **Pertuis d'Antioche** | | **Pertuis** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Année** | **Age 0** | **Age 1** | **Age 0** | **Age 1** | **Age 0** | **Age 1** | **Total** |
| 2005 | 1,133 | 1,293 | 1,104 | 1,260 | 1,116 | 1,278 | 1,177 |
| 2006 | 0,854 | 1,270 | 1,047 | 1,313 | 0,924 | 1,289 | 0,976 |
| 2007 | 0,861 | 1,346 | 0,937 | 1,203 | 0,900 | 1,260 | 0,921 |
| 2008 | 0,933 | 1,174 | 0,979 | 1,146 | 0,962 | 1,154 | 1,059 |
| 2009 | 1,016 | 1,146 | 1,049 | 1,124 | 1,034 | 1,130 | 1,056 |
| 2010 | 1,109 | 1,227 | 1,094 | 1,226 | 1,100 | 1,226 | 1,146 |
| 2011 | 1,049 | 1,238 | 1,106 | 1,197 | 1,083 | 1,211 | 1,111 |
| 2012 | 1,047 | 1,286 | 1,053 | 1,131 | 1,050 | 1,219 | 1,058 |
| **Total** | **0,959** | **1,235** | **1,029** | **1,188** | **0,995** | **1,206** | **1,034** |

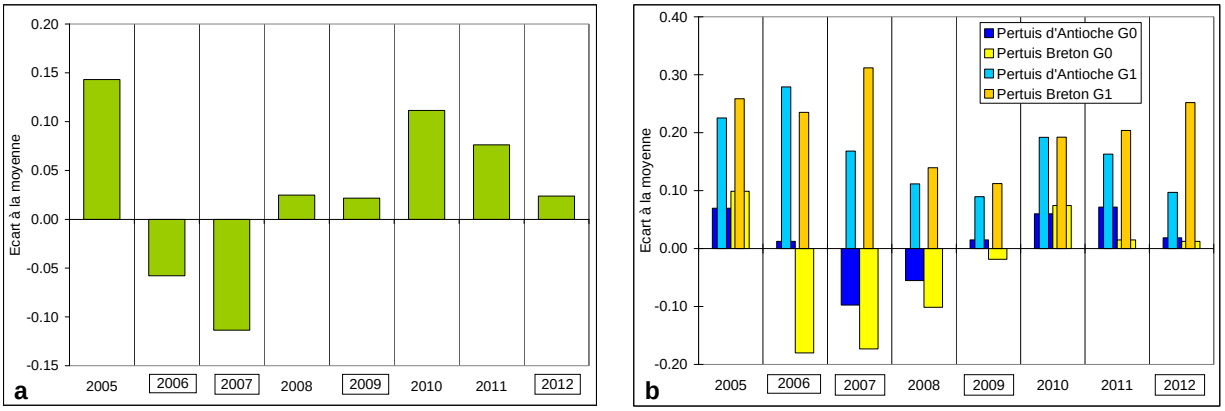



Figure 35 – Ecarts à la moyenne des facteurs de conditions annuels moyens – *(années encadrées= An+1150)*
a - Global b - Par pertuis et groupes d'âge 0 et 1

Pour identifier s'il existe un gradient côte-large des facteurs de conditions, 11 stations proches de l'ouvert de la baie de l'Aiguillon (pertuis Breton) et 18 points côtiers proches de l'estuaire de la Charente (pertuis d'Antioche) ont été séparés des autres points situés plus vers l'entrée des Pertuis (Figure 3b). Pour le groupe 0, entre côte et large les écarts à la moyenne sont de même signe (sauf PA 2005 et PB 2009) mais la condition des juvéniles du large est plus proche de la moyenne. Pour les soles du groupe 1 quelque soit l'année et la localisation elles sont en bonne condition (Figure 36). On notera que la faible condition des G0 de 2006 (Pertuis Breton) ne s'est pas retrouvée dans les G1 de 2007 pour le même pertuis. Tandis que pour les G1 de 2008 (G0 de 2007) et de 2009 (G0 de 2008), la faible condition de l'année précédente est encore apparente l'année suivante. Bien que 2008 soit une année de faible abondance de sole, les conditions climatiques particulières du printemps peuvent avoir eu une influence sur le déficit de condition des G1 enregistré en 2009.

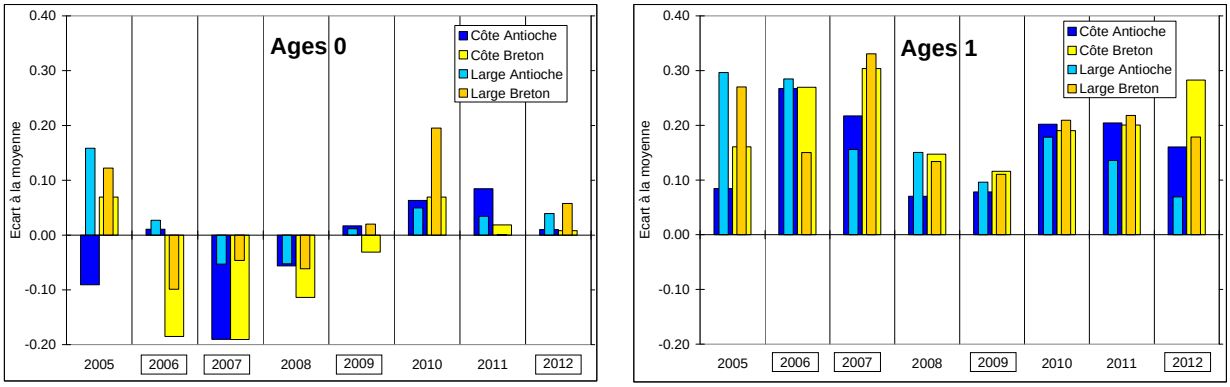



Figure 36 – Ecarts à la moyenne des facteurs de conditions annuels moyens par pertuis, stations 'côte' ou 'large' et groupes d'âges 0 et 1 – *(années encadrées = An+1150)*

La cartographie des valeurs moyennes de cet indice par station (Figures 37 et 38) confirme que le groupe 0 est généralement en moins bonne condition que le groupe 1.

On notera que les années de fortes abondances comme 2006 et 2007 comptent dans les années d'indice faible, mais 2005 et 2008 (An-750) en font aussi partie, ce qui pourrait indiquer que d'autres paramètres concourent à cette débilité des juvéniles. Les valeurs les plus élevées pour les G0 se situent plutôt vers les sorties des Pertuis.

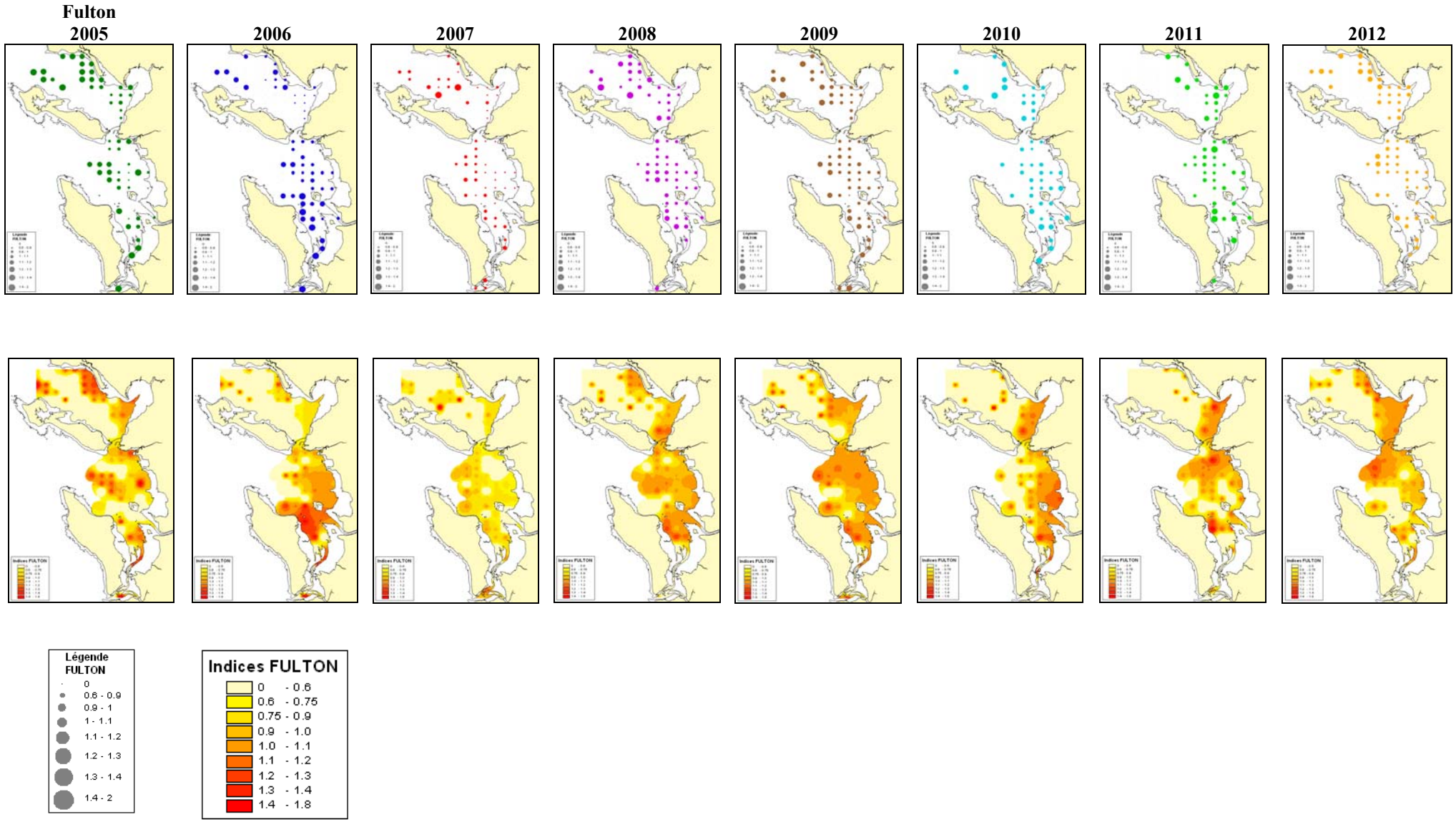



Figure 37 - Valeurs moyennes des indices de Fulton par station et par année et interpolation de ces indices

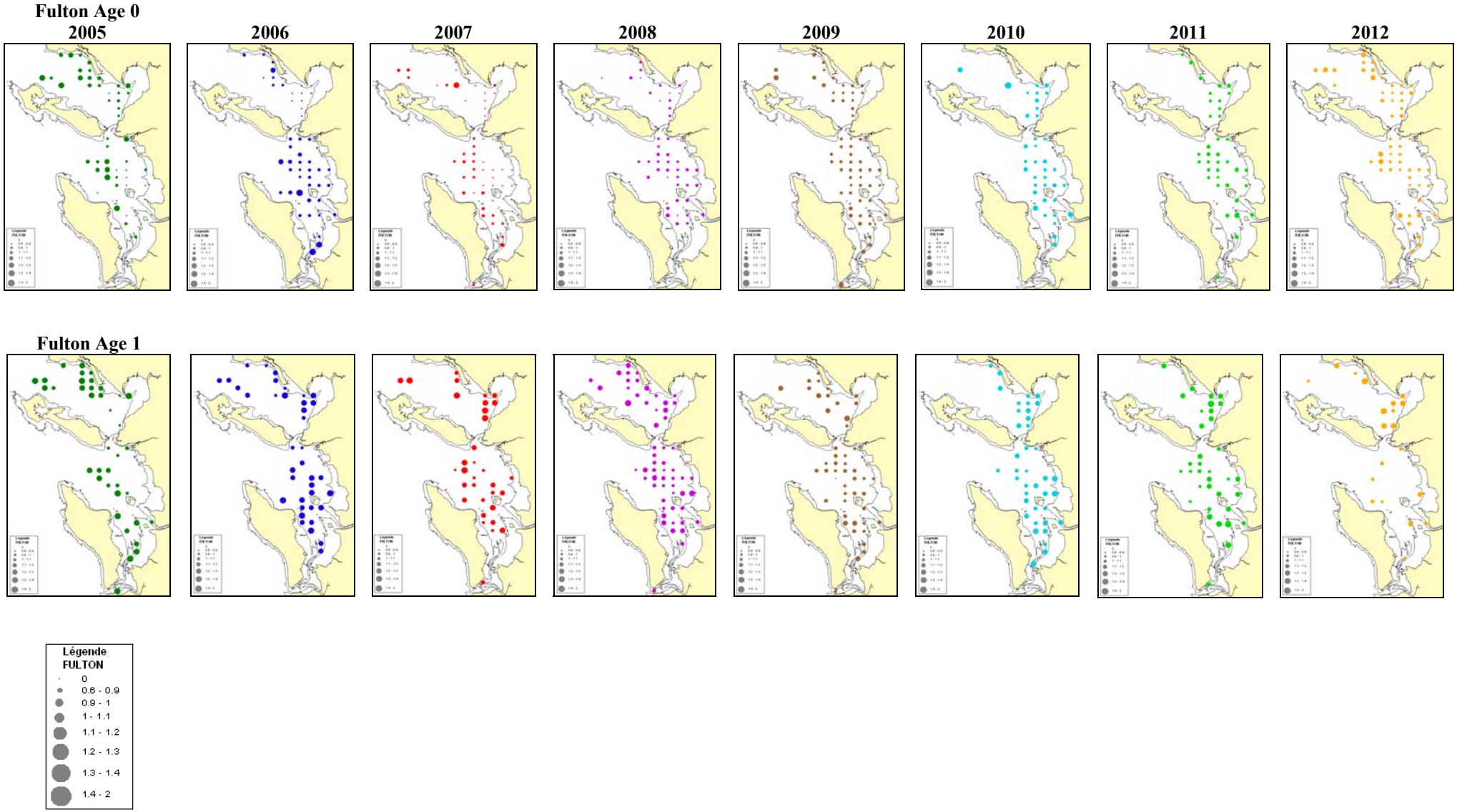



Figure 38 - Valeurs moyennes des indices de Fulton pour les groupes d'âge 0 et 1, par station et par année

Les indices de conditions des campagnes PRESOLPER

Quand on analyse les indices de condition obtenus au cours des PRESOLPER (Tableau 19) pour les G0, en particulier pour la distribution mensuelle de 2010 on constate qu'après une légère augmentation après la colonisation la tendance est plutôt à une diminution vers septembre-octobre. On notera qu'en 2012, année de forte abondance, la diminution a été plus marquée entre mai et septembre que pour 2010 et 2011. La taille augmentant en cours d'année signifie que la tendance des G0 est à l'amaigrissement. Les indices des G1 sont à peu près stables avec parfois une légère augmentation en fin de saison.

Tableau 19 -Distribution des indices de condition moyens par station PRESOLPER (2010, 2011 et 2012) pour les G0 et les G1,

| | | Indice de condition moyen par âge | | | | Ecart-type | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dates | SPB11 | SPB13 | SPB17 | Total | SPB11 | SPB13 | SPB17 | Total |
| Groupe 0 | 27 avril 2010 | 1,217 | 1,016 | | 1,083 | 0,15 | 0,23 | | 0,22 |
| | 27 mai 2010 | 1,229 | 1,117 | 1,145 | 1,192 | 0,13 | 0,23 | 0,17 | 0,17 |
| | 29 juin 2010 | 1,179 | 1,133 | 1,156 | 1,161 | 0,10 | 0,13 | 0,11 | 0,11 |
| | 27 juillet 2010 | 1,181 | 1,069 | 1,198 | 1,180 | 0,09 | 0,05 | 0,11 | 0,09 |
| | 29 aout 2010 | 1,149 | 1,055 | 1,072 | 1,126 | 0,10 | 0,07 | 0,06 | 0,10 |
| | 8 juin 2011 | 1,099 | 1,159 | 1,009 | 1,045 | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,12 |
| | 6-7 septembre 2011 | 1,124 | | 1,036 | 1,054 | 0,17 | | 0,08 | 0,11 |
| | 6 octobre 2011 | 1,086 | | 0,943 | 1,012 | 0,09 | | 0,07 | 0,11 |
| | 31 mai 2012 | 1,297 | 1,336 | 1,254 | 1,287 | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,18 |
| | 12 septembre 2012 | 1,070 | 1,028 | 1,033 | 1,034 | 0,08 | 0,10 | 0,08 | 0,09 |
| Groupe 1 | 27 avril 2010 | 1,186 | 1,128 | 1,158 | 1,172 | 0,11 | 0,10 | 0,12 | 0,11 |
| | 27 mai 2010 | 1,128 | 1,100 | 1,050 | 1,119 | 0,11 | 0,09 | 0,02 | 0,10 |
| | 29 juin 2010 | 1,131 | 1,575 | 1,246 | 1,208 | 0,13 | 0,31 | | 0,22 |
| | 27 juillet 2010 | 1,182 | 1,160 | 1,234 | 1,189 | 0,10 | 0,11 | 0,09 | 0,10 |
| | 29 aout 2010 | 1,248 | 1,168 | 1,225 | 1,226 | 0,12 | 0,08 | 0,09 | 0,11 |
| | 8 juin 2011 | | 1,181 | 1,083 | 1,161 | | 0,09 | 0,10 | 0,10 |
| | 6-7 septembre 2011 | 1,237 | 1,415 | 1,251 | 1,274 | 0,14 | | 0,11 | 0,12 |
| | 6 octobre 2011 | 1,175 | 1,148 | 1,212 | 1,171 | 0,08 | 0,10 | 0,03 | 0,08 |
| | 31 mai 2012 | 1,303 | 1,181 | 1,241 | 1,299 | 0,12 | | | 0,12 |
| | 12 septembre 2012 | 1,285 | 1,277 | | 1,283 | 0,13 | 0,06 | | 0,11 |

*Note : en jaune Campagne SOLPER*

### 3.7. Le régime alimentaire des juvéniles de soles

Dans ce chapitre la comparaison du régime alimentaire des soles a été faite en fonction de la taille (plus ou moins 9 cm) et non de l'âge car le diamètre de la bouche conduit les petites soles à ne pouvoir ingérer que des proies inférieures à 5 mm (Biais *et al*, 2010)

Les juvéniles de soles des quatre campagnes étudiées du point de vue des contenus stomacaux (Lepareur, 2007 ; Couturier, 2008 ; Aubert, 2010) ont en moyenne 5 à 7 proies dans les estomacs, avec un maximum pour l'année 2009. Le nombre moyen de proies est plus important pour les individus d'une taille supérieure à 9 cm que pour les plus petits, et cela pour les campagnes 2007, 2008 et 2009 (Tableau 20). Le coefficient de vacuité, a contrario, diffère fortement en fonction des campagnes.

Tableau 20 - Coefficient de vacuité et nombre moyen de proie en fonction de la classe de taille et de la campagne.

| | | <9 cm | ≥9 cm | total |
|---|---|---|---|---|
| **2006** | **Coefficient de vacuité** | 27% | 28% | 27% |
| | **Nm** | 5,5 | 4,9 | 5,3 |
| **2007** | **Coefficient de vacuité** | 46% | 65% | 51% |
| | **Nm** | 5,4 | 7,8 | 6,2 |
| **2008** | **Coefficient de vacuité** | 40% | 32% | 34.7% |
| | **Nm** | 4,5 | 5,8 | 5,8 |
| **2009** | **Coefficient de vacuité** | 51% | 32% | 42,5% |
| | **Nm** | 6 | 7,6 | 6,9 |

L'évolution du coefficient de vacuité en fonction de l'heure de pêche, permet de mettre en évidence les phases d'alimentation des juvéniles de soles. La phase d'alimentation nocturne des soles décrite par Kruuk (1963) est caractérisée par un taux de vacuité faible entre 6 h et 7 h. En effet, plus de 87 % des soles ont l'estomac plein (Figure 39). A contrario, en fin de journée, le coefficient de vacuité est supérieur à 65 %. L'évolution du coefficient de vacuité au cours de la journée ne se fait pas de façon linéaire, cela est dû aux phases d'alimentation diurne signalées par Massé *et al.* (1982), qui peuvent avoir lieu pour certains individus ; conditions environnementales défavorables (brassage des fonds par des tempêtes empêchent l'alimentation), ou favorables (forte turbidité diurne).

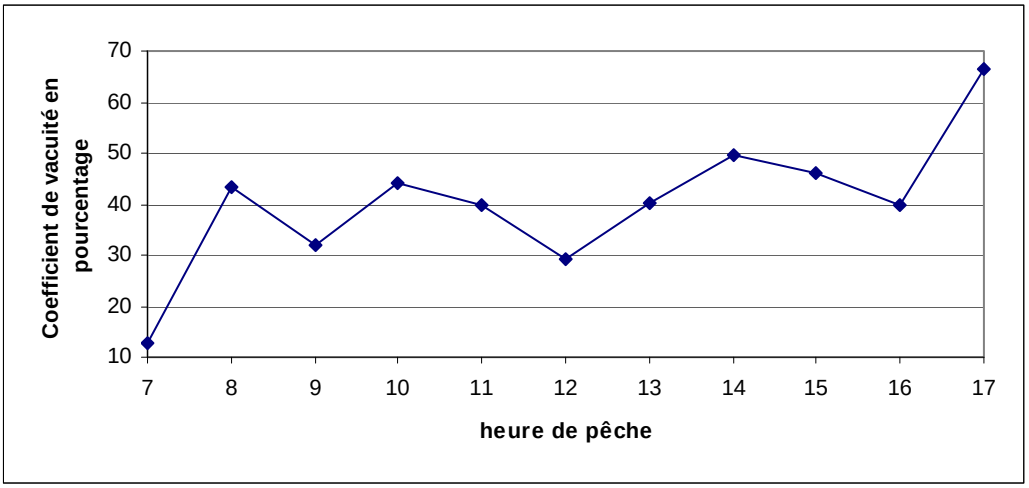



Figure 39 - Evolution du coefficient de vacuité moyen en fonction de l'heure de pêche (campagnes 2006 à 2009).

*Le pertuis Breton*

Une différence dans le régime alimentaire des soles est observable entre les soles de moins et plus de 9 cm (Tableau 21 et figure 40). Pour les soles de moins de 9 cm l'alimentation est principalement composée de crustacés et sauf pour 2008, les copépodes harpacticoïdes représentent plus de 50 % du régime alimentaire surtout pour les individus de moins de 6 cm (Amara *et al,* 2001), moins de 8 cm pour Lepareur (2007).

Pour les soles de tailles supérieures l'alimentation se compose essentiellement de crustacés, ainsi que de polychètes, représentés par *Diopatra sp* et *Pectinaria koreni,* et de bivalves. Pour ce qui est des mollusques bivalves, une légère différence est observable entre les quatre campagnes, cette classe étant représentée par *Spisula subtruncata* en 2006 et 2007, par des bivalves indéterminés en 2008, et par *Spisula solida* en 2009.

Tableau 21 - Résumé du régime alimentaire des juvéniles de soles du pertuis Breton entre 2006 et 2009.

| **Pertuis Breton (inférieur à 9 cm)** | **Proies préférentielles** | **Proies d'appoint** |
|---|---|---|
| 2006 | Crustacés (*Copépodes harpacticoïdes, Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne)* | Mollusques bivalves (*Spisula subtruncata*) |
| 2007 | Crustacés (*Copépodes harpacticoïdes,* Cumacés, *Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne*) | Mollusques bivalves (*Spisula subtruncata*) |
| 2008 | Crustacés (*Copépodes harpacticoïdes, Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne, Ampelisca sp.*) | Mollusques bivalves (Bivalves indéterminés) + Annélides polychètes (Ampharetidés) |
| 2009 | Crustacés (*Ampelisca sp., Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne*.) | Mollusques bivalves (*Spisula solida*) + Annélides polychètes (*Pectinaria koreni*) |

| **Pertuis Breton (supérieur à 9 cm)** | **Proies préférentielles** | **Proies d'appoint** |
|---|---|---|
| 2006 | Annélides polychètes (*Diopatra neapolitana*) | Crustacés (*Cragon crangon*) + Mollusques bivalves (*Phaxas pellucidus*) |
| 2007 | Crustacés (*Bodotria scorpioides* , *Diastylis laevis*) | Annélides polychètes (*Pectinaria koreni*) + Mollusques bivalves (Bivalves indéterminés) |
| 2008 | Crustacés (*Ampelisca sp., Photis longicaudata*) | Annélides polychètes (*Pectinaria koreni*) + Mollusques bivalves (*Phaxas pellucidus*) |
| 2009 | Crustacés (*Ampelisca sp.*) | Annélides polychètes (*Pectinaria koreni*) + Mollusques bivalves (*Abra alba*) |

*Proies préférentielles (%O • 50%) et proies d'appoint (10%<O%<50%).*

*Le pertuis d'Antioche*

A part pour 2006 et dans une moindre mesure pour 2007, peu ou pas de copépodes harpacticoïdes sont consommés par les juvéniles de moins de 9 cm dans le pertuis d'Antioche, même si ce type de proie est présent dans ce pertuis comme le montre Biais *et al* (2010) dans le rapport final du projet Fonsole. Sauf exceptionnellement pour 2007 où 24 % des proies sont représentés par des ascidies (Urochordés) les proies principales sont les crustacés, les bivalves et les polychètes.

L'alimentation des soles de plus de 9 cm du pertuis d'Antioche diffère de celles du pertuis Breton (Tableau 22 et figure 40). En 2006 le régime alimentaire de ces individus se composait principalement de mollusques bivalves avec *Abra nitida* et *Phaxas pellucidus* et complété par des proies d'appoint tel que des crustacés, représentés par *Ampelisca spp*., et des polychètes.

En 2007, ce sont les crustacés, représentés par le sous-ordre des gammaridés, qui sont les proies préférentielles, Les proies d'appoint étant des mollusques bivalves et pour 20 % des échinodermes.

La campagne Solper 2008 met en avant une consommation préférentielle de crustacés, avec pour espèce principale *Photis longicaudata*, *Ampelisca spp*. venant compléter ce subphylum. Les proies secondaires sont des annélides polychètes avec *Pectinaria koreni*, ainsi que les mollusques bivalves représentés par *Abra alba*.

A contrario, en 2009, les crustacés, proies principales, sont représentés majoritairement par *Ampelisca spp, Diastylis rugosa* vient compléter ce subphylum. Les proies secondaires sont les annélides polychètes, avec comme pour 2008 *Pectinaria koreni* en espèce principale ainsi que les mollusques bivalves représentés par *Acanthocardia paucicostata.* A cela s'ajoutent les mollusques gastéropodes représentés par *Philine aperta*.

Tableau 22 - Résumé du régime alimentaire des juvéniles de soles du pertuis d'Antioche entre 2006 et 2009.

| **Pertuis d'Antioche (inférieur à 9 cm)** | **Proies préférentielles** | **Proies d'appoint** |
|---|---|---|
| 2006 | Crustacés (*Copépodes harpacticoïdes, Ampelisca sp.*) | Mollusques bivalves (*Spisula subtruncata, Phaxas pellucidus*) + Annélides polychètes (*Pectinaria koreni*) |
| 2007 | Crustacés (Gammaridés) | Mollusques bivalves (*Abra nitida*) + Urochordés (*Ascidia sp.*) |
| 2008 | Crustacés (*Ampelisca sp.*) | Annélides polychètes (*Pectinaria koreni*) |
| 2009 | Crustacés (*Ampelisca sp., Photis longicaudata, Diastylis rugosa*) | Mollusques bivalves (*Acanthocardia paucicostata*) + Mollusques gastéropodes (*Philine aperta*) + Annélides polychètes (*Pectinaria koreni*) |

| **Pertuis d'Antioche (supérieur à 9 cm)** | **Proies préférentielles** | **Proies d'appoint** |
|---|---|---|
| 2006 | Mollusques bivalves (*Abra nitida*) | Crustacés (*Ampelisca sp.*) + Annélides polychètes (*Pherusa monilifer*) |
| 2007 | Crustacés | Mollusques bivalves + Echinodermes |
| 2008 | Crustacés (*Ampelisca sp., Photis longicaudata*) | Annélides polychètes (*Pectinaria koreni*) + Mollusques bivalves (*Abra alba*) |
| 2009 | Crustacés (*Ampelisca sp., Diastylis rugosa, Photis longicaudata*) | Annélides polychètes (*Pectinaria koreni*) + Mollusques bivalves (*Acanthocardia paucicostata*) + Mollusques gastéropodes (*Philine aperta*) |

*Proies préférentielles (%O • 50%) et proies d'appoint (10%<O%<50%).*

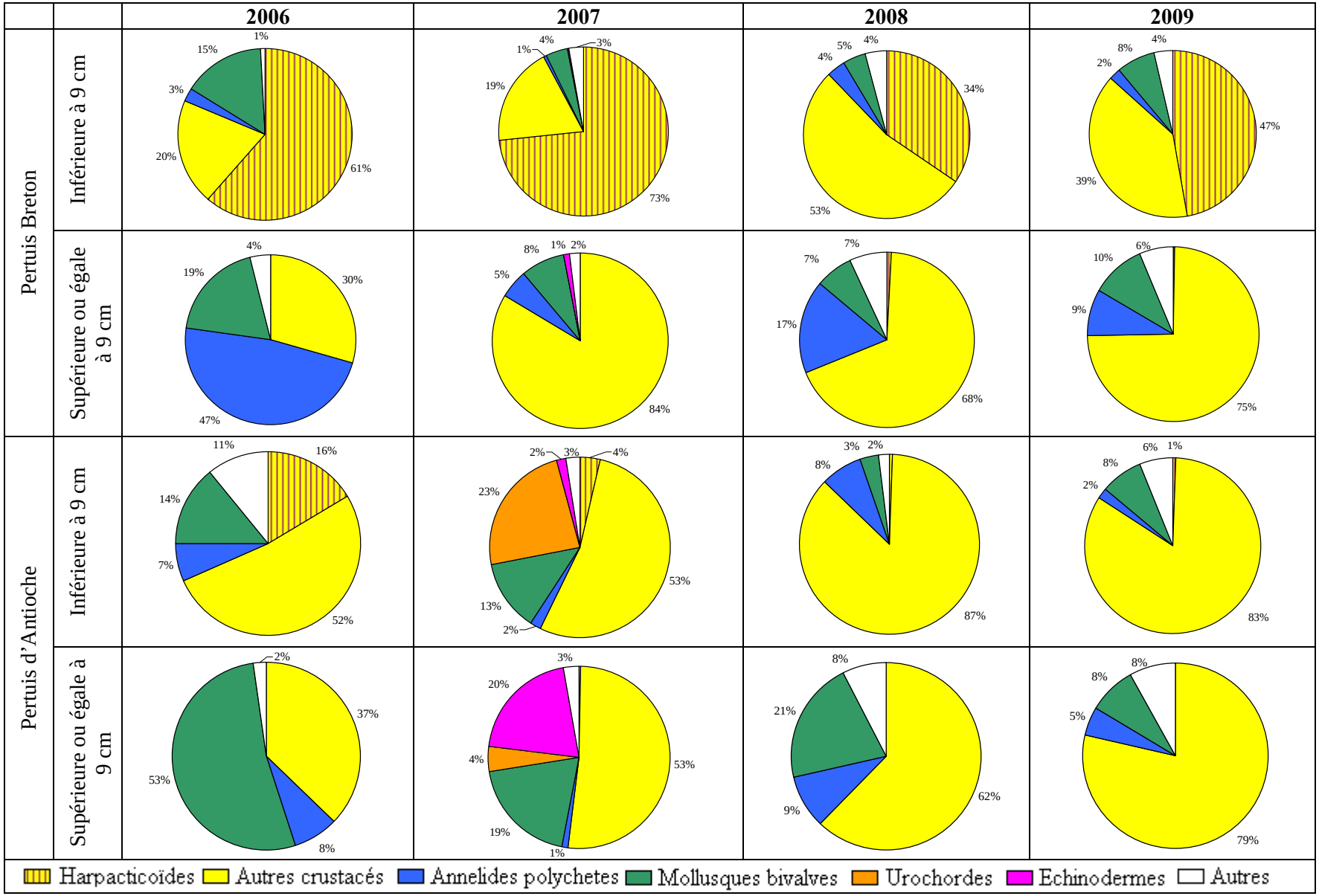



Figure 40 - Composition des contenus stomacaux des soles par an, classe de taille et pertuis.

## Discussion

Après ce bilan des facteurs environnementaux, abiotiques et biotiques concernant les colonisations des juvéniles de soles sur les nourriceries des Pertuis charentais, quatre thèmes semblent apparaitre : la répartition géographique, les structures de taille, la croissance et la variabilité inter-annuelle.

Dans la littérature qui aborde des comparaisons entre nourriceries à sole de la façade atlantique (Guerault *et al*. 1996, Le Pape *et al*. 2003c, Gilliers *et al*. 2002, 2004) l'unité géographique que constitue les Pertuis charentais a été *a priori* séparée en deux entités (Pertuis Breton et pertuis d'Antioche). Les résultats de ces travaux ont confirmé que ces deux espaces, bien que très proches, ne constituent pas des compartiments identiques en tant que nourriceries à sole. Dans le cadre de notre étude le constat *a posteriori* confirme cette différence.

- La répartition géographique

Plusieurs caractéristiques concourent à cette différence.

- La bathymétrie et le relief marin

Les deux pertuis sont constitués de paléo-vallées fluviales qui se terminent vers le large par des fosses de plus de 35 m, (la fosse de Chevarache creusée par le Lay et la Sèvre niortaise pour le pertuis Breton, et la fosse d'Antioche creusée par la Charente pour le pertuis d'Antioche) mais la circulation des eaux dans les Pertuis présente quelques différences.

Pour Antioche la paléo-vallée pénétrant plus profondément dans le Pertuis permet une meilleure entrée d'eau océanique, et par conséquent un meilleur renouvellement des eaux, au plus proche des côtes et en particulier le long de la côte nord-est de l'Ile d'Oléron. Cela permet aussi une entrée d'eau saumâtre en provenance de la Gironde quand certaines importantes crues de printemps ont un flux vers le nord comme en 2008.

- La répartition des sédiments

Les stations de prélèvements sont à peu près également réparties sur les mêmes types de sédiments dans chacun des pertuis, mais il existe des estrans intertidaux essentiellement vaseux ou sablo-vaseux qui n'ont pas pu être échantillonnés (profondeur trop faible pour y accéder) comme la baie de l'Aiguillon, ou le bassin de Marennes-Oléron et la baie d'Yves. A marée haute ces espaces peuvent permettre un déploiement de la population de juvéniles en quête de nourriture.

- Les régimes fluviaux

Les deux Pertuis ne bénéficient pas des mêmes débits de crues. Le Lay et la Sèvre niortaise ont de petits débits qui de plus sont régies par des écluses en amont et la Sèvre niortaise peut déposer une partie de ses apports terrigènes nécessaires à l'enrichissement de la nourricerie de la baie de l'Aiguillon et de son ouvert, en traversant le Marais poitevin.

Cependant sur les 8 années d'étude c'est dans ce secteur que les plus fortes densités de juvéniles ont été observées, mais une corrélation entre forts débits et fortes abondances de soles n'a pas été systématiquement établie.

Entre 2005 et 2012, avec 4 années où plus de 1150 soles ont été capturées par campagne et 4 années où moins de 750 l'ont été, a priori un caractère cyclique à la présence des soles en nombre ou pas, ne semble pas non plus se dégager.

Malgré ces différences, la répartition géographique des juvéniles de soles est en corrélation avec la bathymétrie et le type bio-sédimentaire comme pour les autres nourriceries de la façade atlantique ; 80 % des G0 occupe des fonds vaseux et 80 % des G0 et G1 colonise les fonds inférieurs à 10 m.

- Les structures de taille

Les G0 des Pertuis mesurent en moyenne (sur plusieurs années en excluant 2006 et 2007) 8,2 cm en fin d'été ; ils sont plus petits dans le pertuis Breton avec 7,8 cm. Cette taille les place à peu près au même niveau que les G0 de la baie de Bourgneuf, de la Gironde et de la Loire et un peu inférieur à la Vilaine pour cette époque de l'année (Gilliers et al, 2006).

Cependant il est difficile d'établir une comparaison avec les autres campagnes sur les nourriceries à sole du Golfe, car la différence de maillage utilisé sur le chalut à perche (8 mm étiré pour Solper et 20 mm pour les autres sites), ainsi qu'un échantillonnage en zone subtidale par petits fonds (moins de 1,50 m) a permis d'accéder à une fraction de la population de juvéniles qui, en particulier en 2006 et 2007, présentaient de faibles tailles moyennes et une abondance littorale importante principalement dans le pertuis Breton. Ainsi, à titre d'exemple en analysant les données des stations Solper proches des stations de la campagne Nurse-secteur Pertuis charentais (Guérault *et al.,* 1996) (Annexe 4) et avec le maillage de 20 mm utilisé (sélectivité minimale à 6 cm), le pourcentage des juvéniles de soles qui n'aurait pas pu être capturé par cette campagne, dans le pertuis Breton est de 97 % en 2006 et 92 % en 2007**,** pour une moyenne de 75 % pour les autres années, et pour le pertuis d'Antioche, 67 % en 2006 et 50 % pour les autres années.

Pour les tailles moyennes du pertuis Breton de 2006 et 2007 (5,9 cm) pour un nombre important de juvéniles, une hypothèse pourrait être avancée car ces petites tailles mesurées fin août-début septembre, équivalentes à la taille moyenne du mois de juin des autres années, peuvent s'expliquer soit i) par une croissance estivale très faible, ii) par une colonisation tardive de la nourricerie et éventuellement une disparition plus ou moins importante des premières vagues de larves. Dans le cadre d'études menées en 2007 par le bureau d'étude Créocean (Anon., 2007, Dernouny, 2007) sur les juvéniles de poissons localisés dans les embouchures de la Vilaine et de la Sèvre niortaise, leurs conclusions font état des mêmes constatations.

- La croissance

Du point de vue de la croissance de G0 à G1, le différentiel mesuré sur les juvéniles du pertuis Breton en 2007 (G0 de 2006) et 2008 (G0 de 2007) est supérieur à la moyenne. Un phénomène de « compensation / rattrapage » est donc intervenu par rapport aux autres années. Cependant, même supérieur à la moyenne, ce rattrapage est moindre en 2008 qu'en 2007. Deux hypothèses peuvent être émises :

- les perturbations qui auraient affecté la colonisation des G0 de 2008, ont pu perturber la croissance des G1 au printemps 2008.
- A l'inverse ce pourrait être les G0 de 2006 qui ont effectué une croissance de compensation plus importante au printemps 2007, peut-être du fait d'un éventuel retard de colonisation par les G0 de 2007, et d'une absence de concurrence sur l'espace et l'ouvert de la baie de l'Aiguillon. En effet, il a été constaté lors des PRESOLPER 2010 que le nombre de G1 diminue dans ce secteur au fur et à mesure de l'arrivée et de la croissance des G0 (Annexe 5).

- La variabilité inter-annuelle

L'année 2008 semble constituer une particularité dans le déroulé des campagnes Solper surtout dans le pertuis Breton.

- Les données hydroclimatiques (pluviométrie, débits) se rapprochent plus d'une année « An+1150 », avec une pluviométrie printanière importante,

- L'écart négatif à la moyenne du facteur de condition des G0 du pertuis Breton en 2008 semble participer au cycle des années 2006 et 2007, prolongé en 2009 d'une façon moindre.

Si on admet une corrélation entre fortes abondances/densités des juvéniles de soles et facteurs de condition faibles, 2008 fait figure d'intrus entre 2006-2007 et 2009. Supposons que 2008 ait été une « future » année de forte abondance jusqu'à l'été, induisant un facteur de condition peu élevé, mais qu'une forte mortalité soit intervenue en juillet-août, dans ce cas-là un cycle de fortes abondances sur plusieurs années suivi de faibles abondances pourrait être identifié.

# Conclusion

A la suite de nombreux programmes nationaux et régionaux et diverses études conduits depuis des années sur la sole par un nombre important de chercheurs, cette étude s'est attachée à faire un focus sur l'une des principales nourriceries de la façade Atlantique, au cours de huit années de pêche des juvéniles dans les Pertuis charentais.

Quelques uns des résultats obtenus au cours de ce bilan confirment des constatations antérieures, comme le fait i) que les deux Pertuis charentais ne constituent pas deux compartiments identiques en tant que nourricerie, ii) que plus de 80 % des G0 occupent des fonds vaseux et à une profondeur inférieure à 5 m, iii) que les G0 sont plus petits dans le pertuis Breton ou iv) qu'il existe une relative corrélation entre débits et pluviométries importants au printemps et fortes abondances des juvéniles de sole sur les nourriceries.

Cependant cela ne se traduit pas dans le pertuis Breton par une extension de la zone colonisée par les individus nés dans l'année, mais plutôt par une forte augmentation de la densité en zone littorale et subtidale, zone peu explorée habituellement à cause d'une profondeur trop faible et non accessible à des navires de pêche/recherche.

De plus, si la colonisation de la nourricerie qui se déroule habituellement entre avril et juin dans les Pertuis, marque un retard pour diverses raisons et que les juvéniles, issus de vagues de colonisation tardives qui sont pêchés fin août-début septembre, présentent une taille moyenne inférieure à la sélectivité du chalut utilisé, un phénomène de forte abondance peut passer complètement inaperçu.

Une abondance de juvéniles du groupe 0 de grande ampleur qui peut être encore suivie les deux années suivantes en groupe 1 et 2, pourrait permettre de prévoir l'arrivée de cette cohorte importante accessible à la pêche, après le recrutement, comme pour les G0 de 2007 identifiés à partir de 2010 dans les groupes de travail du CIEM.

Il a aussi été observé, au cours de cette étude un phénomène de compensation de taille (croissance supérieure à la moyenne) entre la première et la deuxième année de vie, quand les G0 étaient de petites tailles, qui a permis aux G1 de rattraper une taille moyenne « normale ».

Enfin, en admettant une corrélation entre fortes abondances/densités et faible indice de condition des G0, il semble exister des possibilités de cycle de fortes abondances sur plusieurs années consécutives mais des conditions environnementales estivales défavorables réduisent le potentiel de la cohorte annuelle en devenir. Ceci demande à être vérifié par des études complémentaires mensuelles du type PRESOLPER sur plusieurs années (de mars à octobre par exemple), tant en zone subtidale qu'intertidale, dans le secteur de la baie de l'Aiguillon qui accueille régulièrement les plus fortes abondances de juvéniles, permettant ainsi de mieux appréhender les variabilités interannuelles.

.

## Bibliographie


Amara R., Laffargue P., Dewarumez J-M., Maryniak C., Lagardère F. et Luczac C., 2001. Feeding ecology and growth of O-group flatfish (sole, dab and plaice) on a nursery ground (Southern Bight of the North Sea). Journal of Fish Biology, 58: 788-803.

Anon.., 1969. Report of the working group on assessment of demersal species in the North Sea. ICES Coop. Res. Rep. Series A, no. 9: 1-74.

Anon.., 1996. Report of the working group on the assessment of southern shelf demersal stocks. Cons. int. Explor. Mer, CM. 1996

Anon., 2007. Inventaires bentho-démersaux –Campagnes de pêche 2007 – Rapport de synthèse. Directive cadre européeenne – Inventaire poissons 2007 – Lot 5 et 6 – Masses d'eau « ET31 » et « ET27 ». Rapport Creocean pour Agence de l'Eau Loire-Bretagne. 68 p.

Anon., 2013. Report of the Working Group on the Assessment of Southern Shelf Stocks of Hake, Monk and Megrim (WGHMM). ICES WGHMM REPORT 2013 ICES CM 2013/ACOM:11A

Arbault S., Camus P., Le Bec C., 1986. Estimation du stock de sole *(Solea vulgaris,* Quensel 1806) dans le golfe de Gascogne à partir de la production d'œufs. *J. Appli. Ecol.* 4 : 145-156

Aubert F., 2010. Etude de l'alimentation des juvéniles de sole (*Solea solea*) des Pertuis charentais. Analyse de l'évolution interannuelle des contenus stomacaux et de leur répartition. Mémoire de stage de Master 2 professionnel Génie des Anthroposystèmes littoraux, Université de La Rochelle (RS J.P.Léauté, P.G. Sauriau) : 78 pp.

Begout Anras M.L., Cooley P. M., Bodaly R.A., Anras L., Fudge R. J. P., 1999. Movement and habitat Use by Lake Whitefish during Spawning in a Boreal Lake : Integrating Acoustic Telemetry and Information Systems. *Trans. of the American Fish. Soc.* 128. 939-952.

Biais G., Léauté J.-P., Sauriau P.-G, Loizeau V., Robert S., Lavesque N., Lepareur F., Aubert F., Joassard L., Paticat F., Roupsard F., 2010. Fonctionnement de la nourricerie à sole des Pertuis charentais. Rapport final, décembre 2010. Appel à projet "Excellence environnementale" 2006 de la Région Poitou-Charentes, Convention 06/RCP-R-004, 124 p.

Cabral H-N., 2000. Comparative feeding ecology of sympatric *Solea solea* and *S. senegalensis*, within the nursery areas of the Tagus estuary, Portugal. *Journal of Fish Biology,* 57: 1550-1562.

Cabral H-N., Lopes M. et Loeper R., 2002. Trophic niche overlap between flatfishes in a nursery area on the Portuguese coast. *Sci. Mar.*, 66: 293-300.

Castel J., 1985. Importance of the meiobenthic copepods in the diet of juvenile euryhaline fish. *Bull. Ecol.,* 16 (2): 169-176.

Couturier C., 2008. Régime alimentaire de la sole commune *Solea solea* dans les pertuis Charentais en 2007 (France). Rapport interne Laboratoire RHLR, Ifremer : 14 pp.

Darnaude A-M., Harmelin-Vivien M-L. et Salen-Picard C., 2001. Food partitioning among flatfish (Pisces: Pleuronectiforms) juveniles in a Mediterranean coastal shallow sandy area. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 81 : 119-127.

De Haldat C., 1978. La pêche à la crevette grise dans les Pertuis charentais par les bateaux du quartier maritime de La Rochelle. Rapport ENSAR/ISTPM - La Rochelle, 70 pages.

Dernouny M., 2007. Inventaires piscicoles dans les estuaires de la Sèvre niortaise et de la Vilaine dans le contexte de la directive cadre européenne sur l'eau. Stage M2 Creocean- Univ. La Rochelle 64 p.

Desaunay Y., Koutsikopoulos C., Dorel D., 1987. Evaluation de la mortalité saisonnière des jeunes soles durant la phase de pré-recrutement. CIEM CM/1987/G : 46 pp 201-206

Dorel D., Desaunay Y., Marchand J., 1989. Prise en compte des migrations saisonnières des soles juvéniles pour l'estimation d'abondance des pré-recrues sur une nourricerie (Golfe de Gascogne, France), CIEM CM/1989/G:30, 12 pp.

Durieux E., 2007. Ecologie du système hôte-parasite, juvéniles G0 de sole-métacercaires de Digènes : dynamique et effets de l'infestation. Thèse de doctorat, Université de La Rochelle. 204 pp.

Froese R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, metaanalysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22:241-253

Gilliers C., Amara R., Bergeron J.P., Le Pape O., Desaunay Y., 2002. Comparaison de la qualité des zones de nourriceries côtières du littoral français a partir de l'étude d'indices de condition mesures sur des juvéniles de soles. *J. Rech. Oceano.* 27(3-4), 232-235.

Gilliers C., Le Pape O., Amara R., Morin J., Desaunay Y., 2004. Rôle de la qualité du milieu sur la fonctionnalité des habitats côtiers en tant que nourriceries de poissons. Programme Seine-Aval II, Thème « Halieutique : habitats, peuplements et populations », Résultats des travaux de 'année 2003 : 21 pp

Gilliers C., Le Pape O., Desaunay Y., Bergeron J.P., Schreiber N., Gurault D., Amara R., 2006 Growth and condition of juvenile sole (*Solea solea* L.) as indicators of habitat quality in coastal and estuarine nurseries in the Bay of Biscay with a focus on sites exposed to the Erika oil spill. Scientia Marina 70S1 June 2006, 183-192, Barcelona (Spain) ISSN: 0214-8358.

Guérault D., Dorel D., Desaunay Y., 1996. Cartographie des nourriceries littorales de poissons du Golfe de Gascogne. Rapport IFREMER; Contrat Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation 95-I1-01-02. 150 p.

Koutsikopoulos C., Desaunay Y., Dorel D., Marchand J., 1989. The role of coastal areas in the life history of sole (*Solea solea* L.) in the Bay of Biscay. *Scientia marina* 53: 567-575.

Koutsikopoulos C., Fortier L., Gagne J.A., 1991. Cross-well dispersion of dover sole (*Solea solea* L.) eggs and larvae in Biscay Bay and recruitment to inshore nurseries. *J. Plankton. Res.* 13, 923–945.

Koutsikopoulos C., Lacroix N., 1992. Distribution and abundance of sole (*Solea solea* L.) eggs and larvae in the Bay of Biscay between 1986 and 1989. *Neth. J. Sea Res.* 29 (1-3), 81-91

Kruuk H., 1963. Diurnal periodicity in the activity of the common sole, *Solea vulgaris*. Quensel. Neth. J. Sea Res. 2 1 (1963), pp. 1–28.

Kuipers B., 1975. On the efficiency of a two-metre beamtrawl for juvenile plaice *(Pleuronectes platessa).--Neth.* J. Sea Res. 9: 69-85.

Laffargue P., 2004. Interactions entre comportement et variations de la croissance des juvéniles de la sole (*Solea solea*) dans les nourriceries des pertuis Charentais. Thèse de doctorat, Université de La Rochelle, 193 pp.

Lambert Y., Dutil J. D., 1997. Can simple condition indices be used to monitor and quantify seasonal changes in the energy reserves of Atlantic cod (*Gadus morhua*)? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 54(1):104-112.

Léauté J.P. 1984. Approche du régime alimentaire des juvéniles de bars et de limandes en baie de Somme. *Rev. Trav.ISTPM*, 48(1-2), 55-63.

Léauté J.P., 2000. Typologies et composantes des flottilles du sud du golfe de Gascogne, en 1986, 1989, 1992 et 1995 - de Noirmoutier à Bayonne, Description et évolution des composantes de pêches, IFREMER La Rochelle R. int, DRV/RH/RST/2000-08, 112 p.

Léauté J.P., 2006. Les flottilles de pêche dans la mer territoriale du golfe de Gascogne – *in* « Pêche et aquaculture » Presses Universitaire de Rennes –ISBN 2-7535-0222-6, pp337-352

Léauté J.P., 2006a. Manuel des protocoles de campagne halieutique - Campagnes SOLPER (SOLe PERtuis) – rapp. Int. HGS/06-001 – 11 p.

Léauté J.P., 2006b. Rapport de la campagne SOLPER 1 – (26 août - 2 sept 2005) – rapp. Int. HGS/06-002 janvier 2006 – 12 p.

Léauté J.P., 2007. Rapport de la campagne SOLPER 2 (28 août - 2 sept 2006) - rapp. Int. HGS/07-002 février 2007 – 15 p.

Léauté J.P., 2008. Rapport de la campagne SOLPER 3 (3 au 8 sept 2007) - rapp. Int. HGS/08-003 avril 2008 – 19 p.

Léauté J.P., 2009. Rapport de la campagne SOLPER 4 (8 au 12 sept 2008) - rapp. Int. HGS/09-002 février 2009 – 24 p.

Léauté J.P., 2010. Rapport de la campagne SOLPER 5 (26 août –1er septembre 2009) - rapp. Int. HGS/LRHLR 10-002 avril 2010 – 25 p.

Léauté J.P., 2011. Rapport de la campagne SOLPER 6 (30 août –3 septembre 2010) - rapp. Int. HGS/LRHLR 11-001 janvier 2011 – 27 p.

Léauté J.P., 2012. Rapport de la campagne SOLPER 7 (5 au 9 septembre 2011) - rapp. Int. HGS/LRHLR 12-003 janvier 2012 – 29 p.

Léauté J.P., 2013. Rapport de la campagne SOLPER 8 (10 au 14 septembre 2012) - rapp. Int. HGS/LRHLR 13-003 Février 2013 – 34 p.

Léauté J.P., Quero J-C., 2014. Liste des « poissons » capturés dans les Pertuis charentais de 2005 à 2012. Cartes de distribution annuelles pour 18 espèces. - Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Maritime, 2014, 10(5) : 533-549

Le Hir, Roberts W, Cazaillet O, Christie M, Bassoullet Philippe, Bacher Cedric 2000. Characterization of intertidal flat hydrodynamics. Continental Shelf Research, 20(12-13), 1433-1459.

Le Moine O., Soletchnik P., Stanisiere J.-Y., 2009. Caractérisation hydrologique des pertuis charentais. – CPER Poitou- Charentes 2007-2013 - SP2.

Le Moine O., Soletchnik P., Guesdon S., 2010. Impacts des différents fleuves côtiers – CPER Poitou- Charentes 2007-2013 - SP2. 11 p.

Le Pape O., Chauvet F., Mahevas S., Lazure P., Guérault D., Désaunay Y., 2003a. Quantitative description of habitat suitability for the juvenile common sole (*Solea solea*, L.) and contribution of different habitats to the adult population in the Bay of Biscay (France). Journal of Sea. Research, 50 (2-3): 139-149

Le Pape O., Chauvet F., Désaunay Y., Guérault G., 2003b. Relationship between interannual variations of the river plume and the extent of nursery grounds for the common sole (*Solea solea*, L.) in Vilaine Bay. Effects on recruitment variability. Journal of Sea Research, 50 (2-3): 177-185.

Le Pape O., Holley J., Guérault D., Désaunay Y., 2003c. Quality of coastal and estuarine essential fish habitats: estimations based on the size of juvenile common sole (*Solea solea* L.). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 58: 793–803

Le Pape O., 2005. Les habitats halieutiques essentiels en milieu côtier. Les identifier, comprendre leur fonctionnement et suivre leur qualité pour mieux gérer et pérenniser les ressources marines exploitées. L'exemple des nourriceries côtières de poissons plats. Mémoire HDR 78 p.

Lepareur F., 2007. Mise en perspective de l'alimentation des juvéniles de sole commune (*Solea solea*, L.) dans l'environnement des Pertuis charentais. Mémoire de stage Master 2

Professionnel Génie des Anthroposystèmes Littoraux (RS J.P.Léauté), Univ. La Rochelle - 56 p.

Marchand, J., 1991. Influence of environmental conditions on the settlement, the distribution and the growth of the 0-group sole (*Solea solea*) in a macrotidal estuary. Neth. J. Sea Res. 27, 307– 316.

Marchand, J., Masson, G., 1989. Process of estuarine colonization by 0-group sole (*Solea solea*): hydrological conditions, behaviour and feeding activity in the Vilaine estuary. ICES Symposium on the Early Life History of Fish, Bergen, Norway, 3 – 5 October 1988, vol. 191, pp. 287– 295.

Massé H., Lagardère J-P, Lagardère F., Deslous-Paoli J.M., Luan Lê K. et Holmière D., 1982. Recherches écologiques sur un écosystème estuarien à vocation aquicole : le bassin de Marennes-Oléron. *Rapport ISTPM*.

Meillat M., Mahe J-C., Morandeau F., Larnaud P., Talidec C., Barthelemy P., 2008. Sélectivité des chaluts à crevettes grises. Convention Aglia-Ifremer Ref. Ifremer n°07/1216757/BF. rapp. Int. STH/LTH 08-42, 29 p.

Paticat F., 2007. Flux et usages de l'eau de mer dans les marais salés endigués charentais : cas du marais salé de l'Ile de Ré. Thèse de doctorat, Université de Nantes, 387 pp.

Puillat I., Lazure P., Jegou A.-M., Lampert L., Miller P., 2004. Hydrographical variability on the French continental shelf in the Bay of Biscay, during the 1990s. Continental Shelf Research, 24(10), 1143-1163.

Quéro J-C.,Vayne J-J., 1997. Les poissons de mer des pêches françaises. Delachaux et Niestlé, Paris, 304p.

Rochette S., 2011. Effet des perturbations anthropiques sur la survie des juvéniles de poissons marins dans les nourriceries et conséquences sur le renouvellement des populations. Application au stock de sole commune (S*olea solea*) en Manche est. Thèse de doctorat, Agrocampus Ouest Rennes. 155 p.

Soletchnik P., Robert S., Le Moine O., 2013. Suivi expérimental de la croissance de la moule, *Mytilus edulis*, sur les bouchots des Pertuis Charentais entre 2000 et 2010. Etude des performances de croissance en liens avec l'environnement des élevages Rapp. Int. ODE/LERPC 2013 – 139p.

Teixeira C-M., Pinheiro A. et Cabral N., 2009. Feeding ecology, growth and sexual cycle of the sand sole, *Solea lascaris*, along the Portuguese coast. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 89(3), 621-627

Van der Veer H. W., 1986. - Immigration, settlement and density dependent mortality of a larval and early port-larval O-group plaice (*Pleuronectes platessa*) population in thé western. - Mar. Ecol., Progr. Ser., 29 : 223-236.

Van der Veer H. W., Dapper R., Witte J.I.J., 2001. The nursery function of the intertidal areas in the western Wadden Sea for 0-group sole *Solea solea* (L.). J Sea Res 45:271–279

Weber N., 2004. Morphologie, architecture des dépôts, évolution séculaire et millénaire du littoral charentais – Apports de la sismique réflexion combinée à des suivis bathymétriques et validée par des vibrocarottages. Thèse de doctorat, Université de La Rochelle, 374 pp

# Annexes

**ANNEXE 1 - Liste des participants aux embarquements et aux travaux de laboratoire des campagnes SOLPER 2005-2012**

Nombre de jours d'embarquement pour les participants aux campagnes

| Personnel campagne (35) | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Nombre de campagne | nbre jour |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jean-Pierre Léauté | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 8 | 44 |
| Yann Coupeau | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 8 | 37 |
| André Battaglia | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | | | 6 | 14 |
| Jacques Labastie | 3 | 4 | 4 | 3 | | | | | 4 | 14 |
| Didier Leguay | | | | | | 1 | 3 | 3 | 3 | 7 |
| François. Truffy | | | | 3 | 1 | | 2 | | 3 | 6 |
| Phillipe-Jacques Hatt | | | 2 | 1 | 2 | | | | 3 | 5 |
| Laura Lyphout | | | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| Françoise Mornet | | | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| Olivier Derridj | | | | | | | 3 | 3 | 2 | 6 |
| Marie-Laure Begout | 2 | 2 | | | | | | | 2 | 4 |
| Claude De Verdelhan | | 2 | 2 | | | | | | 2 | 4 |
| Blandine Brisset | | | | | 1 | 2 | | | 2 | 3 |
| Tiphaine Chouvelon | | | | | 1 | 1 | | | 2 | 2 |
| Sebastien Ferrari | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Jérémie Lachenal | | 4 | | | | | | | 1 | 4 |
| Gérard Biais | 2 | | | | | | | | 1 | 2 |
| Pierre-Guy Sauriau | 2 | | | | | | | | 1 | 2 |
| Sandy Millot | 2 | | | | | | | | 1 | 2 |
| Anik Brind'Amour | | | 2 | | | | | | 1 | 2 |
| Jérome Spitz | | | | | 2 | | | | 1 | 2 |
| Victor Martin-Baillet | | | | | | | | 2 | 1 | 2 |
| Hugues Evano | 1 | | | | | | | | 1 | 1 |
| Patrick Pinet | 1 | | | | | | | | 1 | 1 |
| Christine Couturier | | 1 | | | | | | | 1 | 1 |
| Jean-Michel Chabirand | | 1 | | | | | | | 1 | 1 |
| Eric Durieux | | | 1 | | | | | | 1 | 1 |
| Fanny Lepareur | | | 1 | | | | | | 1 | 1 |
| Julie Boyer | | | | 1 | | | | | 1 | 1 |
| J. Thomas | | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| Samuel Pean | | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| Fabien Aubert | | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| Jérome Hussenot | | | | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Lilian Ducci | | | | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Renaud Rebillard | | | | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Total | 24 | 27 | 24 | 21 | 24 | 21 | 21 | 21 | | 183 |

Présence des participants aux travaux de laboratoire

| Personnel Laboratoire (30) | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anne Boiron-Leroy | | | X | X | X | X | X | X | 6 |
| Aurélie Nadeau | | | X | X | X | X | X | | 5 |
| Jean-Jacques Vayne | X | X | X | X | X | | | | 5 |
| Lucette Joassard | | | X | X | | X | X | X | 5 |
| Marie-Laure Begout | | | X | | X | X | X | X | 5 |
| Laura Lyphout | | | | | X | X | X | X | 4 |
| André Battaglia | X | X | X | | X | | | | 4 |
| François Truffy | | | | X | X | | X | | 3 |
| Didier Leguay | | | | | X | | X | X | 3 |
| Françoise Mornet | | | | | | X | X | X | 3 |
| Raymonde Emmonet | X | X | X | | | | | | 3 |
| Blandine Brisset | | | | | X | X | | | 2 |
| Olivier Derridj | | | | | | | X | X | 2 |
| Sébastien Ferrari | | | | | | | X | X | 2 |
| Jacques Labastie | X | X | | | | | | | 2 |
| Renaud Rebillard | | | | | | X | | | 1 |
| Anne-Marie Le Guellec | | | | X | | | | | 1 |
| Eric Durieux | | | X | | | | | | 1 |
| Fanny Lepareur | | | X | | | | | | 1 |
| François Roupsard | | | X | | | | | | 1 |
| Joëlle Tricoire | | | | | X | | | | 1 |
| Julie Boyer | | | | X | | | | | 1 |
| Marie-Pierre Lussier | | | | | | | | X | 1 |
| Phillipe-Jacques Hatt | | | | | X | | | | 1 |
| Samuel Pean | | | | X | | | | | 1 |
| Victor Martin-Baillet | | | | | | | | X | 1 |
| Hugues Evano | X | | | | | | | | 1 |
| Jérémie Lachenal | | X | | | | | | | 1 |
| Maryvonne Thomas | X | | | | | | | | 1 |
| Yann Coupeau | | X | | | | | | | 1 |
| Total | 6 | 6 | 10 | 8 | 11 | 8 | 10 | 10 | 69 |

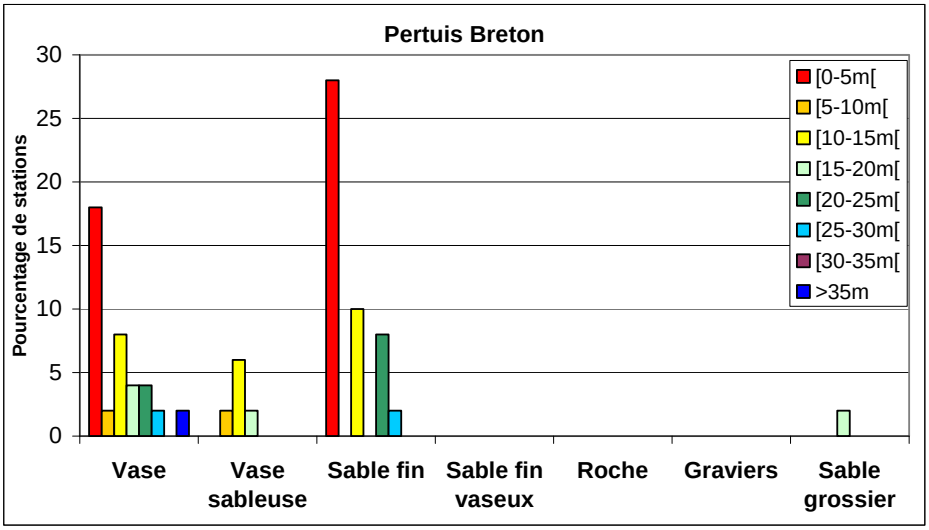
## ANNEXE 2 – Les stations SOLPER par classe de profondeur et type de sédiment

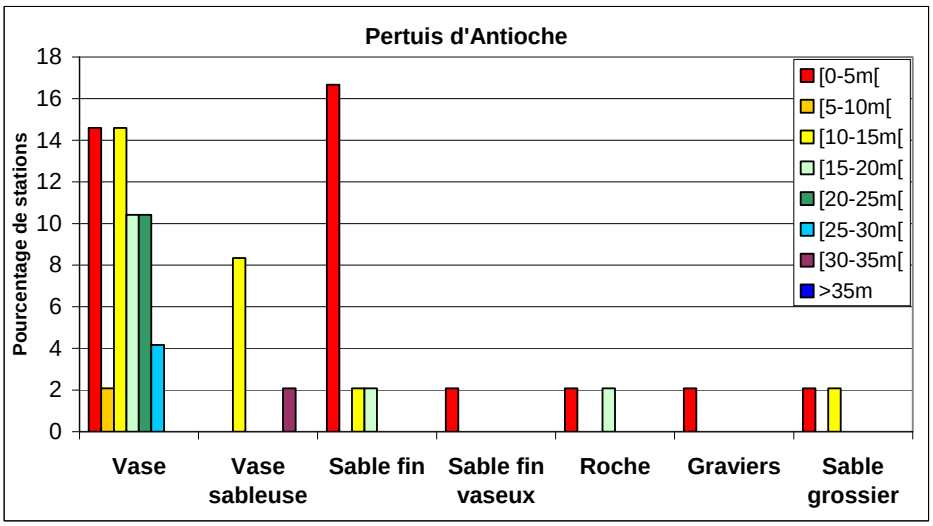
Répartition (%) des stations par classe de profondeur et type de sédiment

| Classes de profondeur | Pertuis Breton | Pertuis d'Antioche | Pertuis |
|---|---|---|---|
| [0-5m[ | 23,5 | 19,4 | 42,9 |
| [5-10m[ | 12,2 | 13,3 | 25,5 |
| [10-15m[ | 4,1 | 7,1 | 11,2 |
| [15-20m[ | 6,1 | 5,1 | 11,2 |
| [20-25m[ | 2,0 | 2,0 | 4,1 |
| [25-30m[ | | 1,0 | 1,0 |
| [30-35m[ | 2,0 | 1,0 | 3,1 |
| >35m | 1,0 | | 1,0 |
| Total | 51,0 | 49,0 | 100,0 |

| Type de sédiment | Pertuis Breton | Pertuis d'Antioche | Pertuis |
|---|---|---|---|
| Vase | 20,4 | 27,6 | 48,0 |
| Vase sableuse | 5,1 | 5,1 | 10,2 |
| Sable fin | 24,5 | 10,2 | 34,7 |
| Sable fin vaseux | | 1,0 | 1,0 |
| Roche | | 2,0 | 2,0 |
| Graviers | | 1,0 | 1,0 |
| Sable grossier | 1,0 | 2,0 | 3,1 |
| Total | 51,0 | 49,0 | 100,0 |

Pourcentage par pertuis du nombre de stations par type de sédiment et profondeur

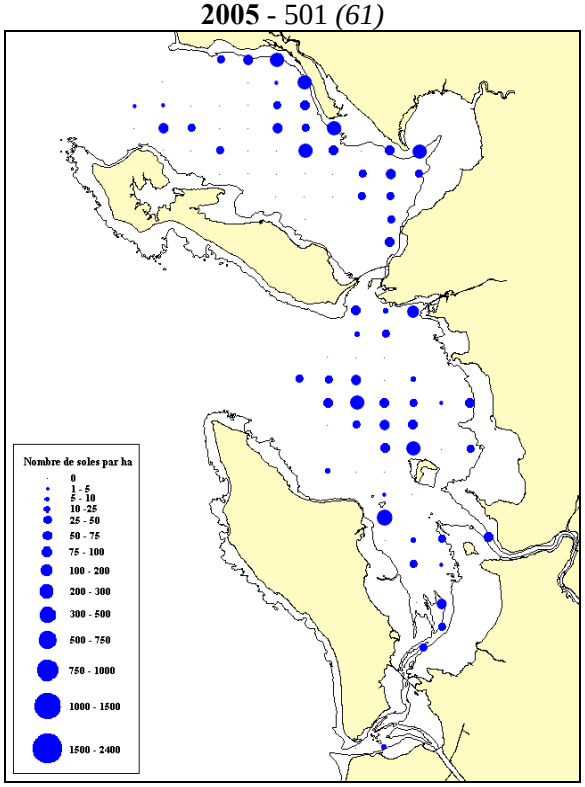


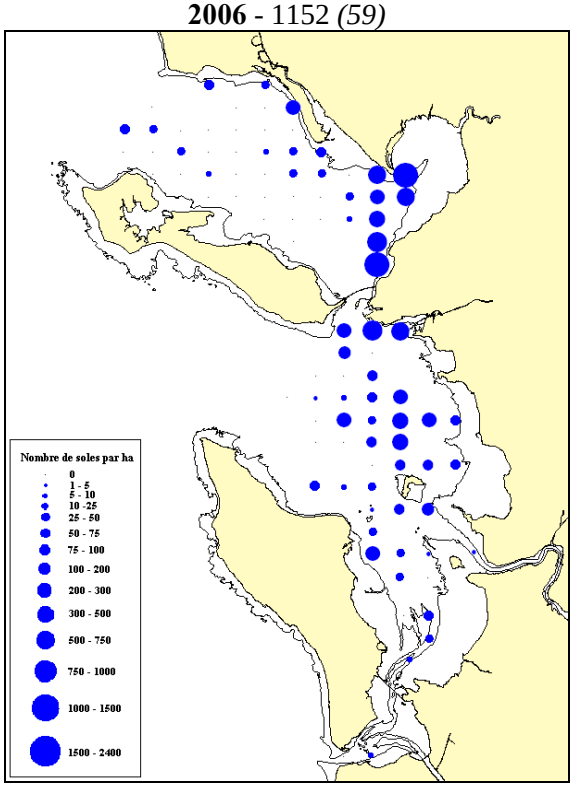
**ANNEXE 3 - Cartes de distribution des abondances annuelles de soles dans les Pertuis charentais (nombre par hectare) et interpolation du nombre pêché.**

Légende : **ANNEE** – nombre total pêché *(pourcentage d'occurrence)*

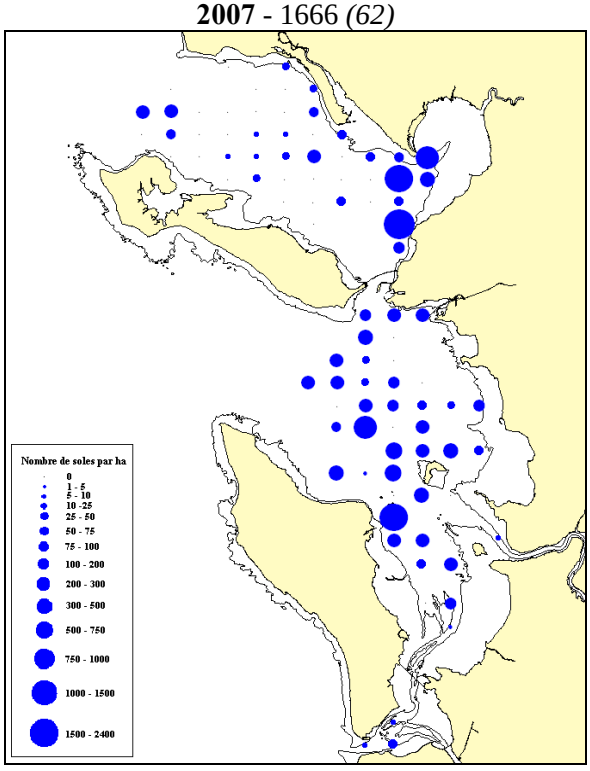
**2005** - 501 *(61)*



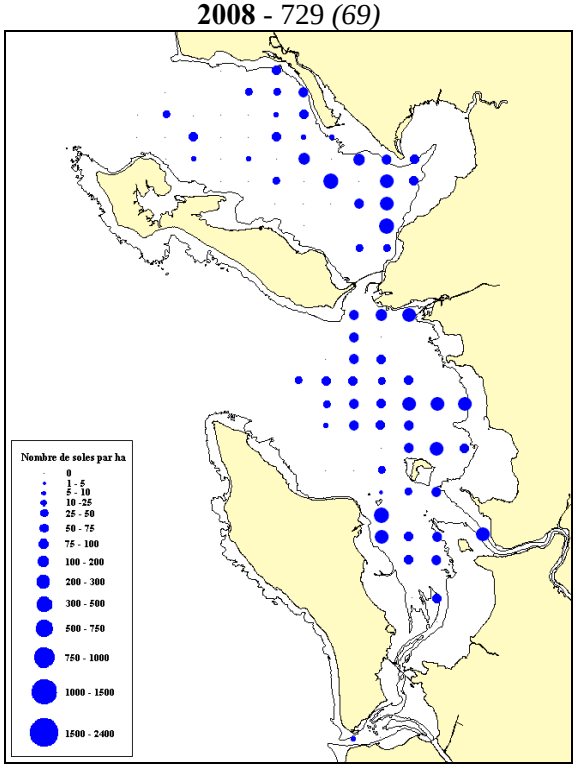

**2006** - 1152 *(59)*



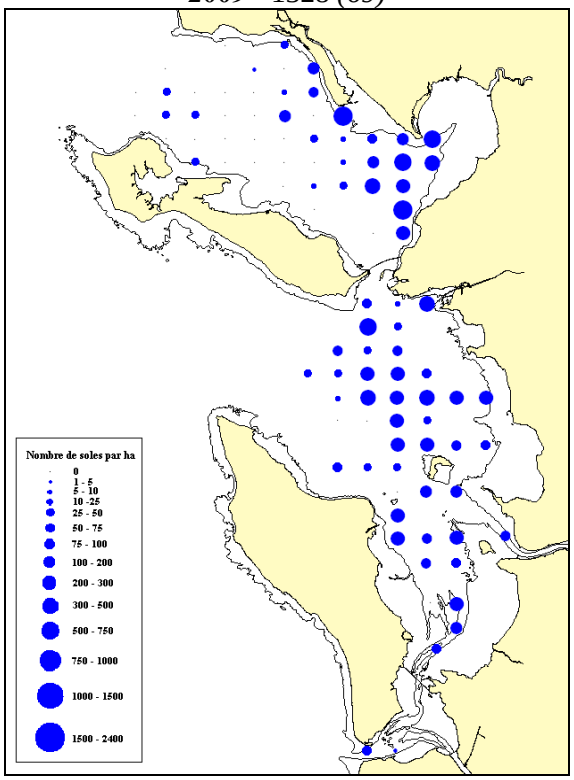

**2007** - 1666 *(62)*



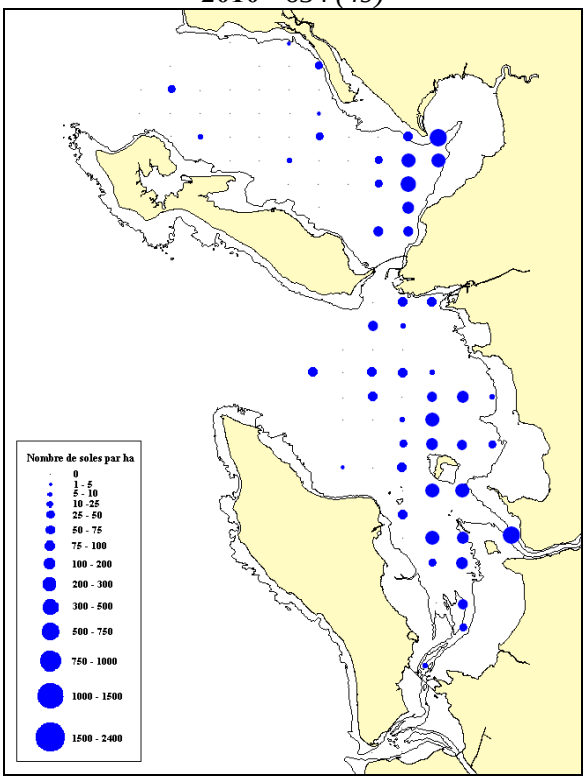

**2008** - 729 *(69)*



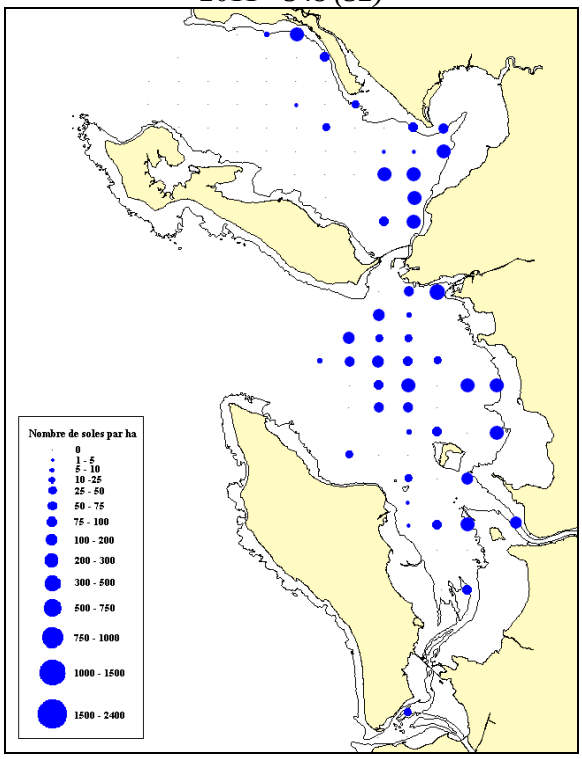
**2009** - 1328 *(69)*



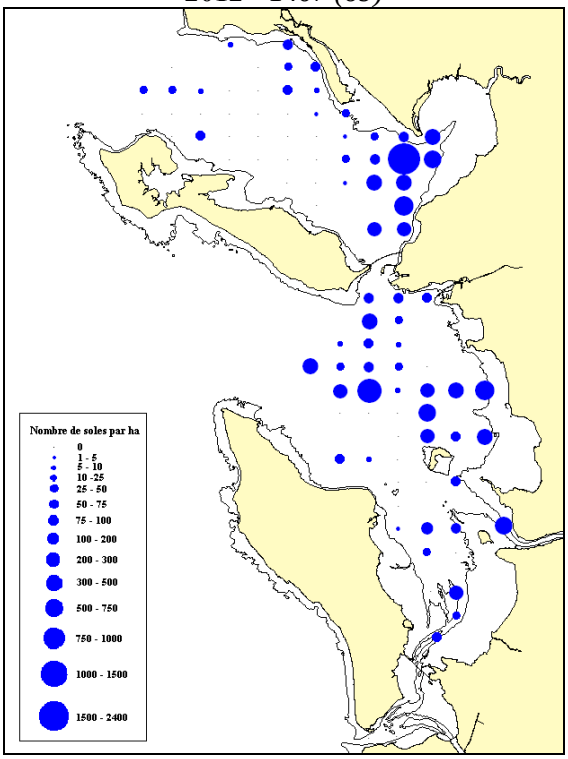

**2010** - 634 *(49)*



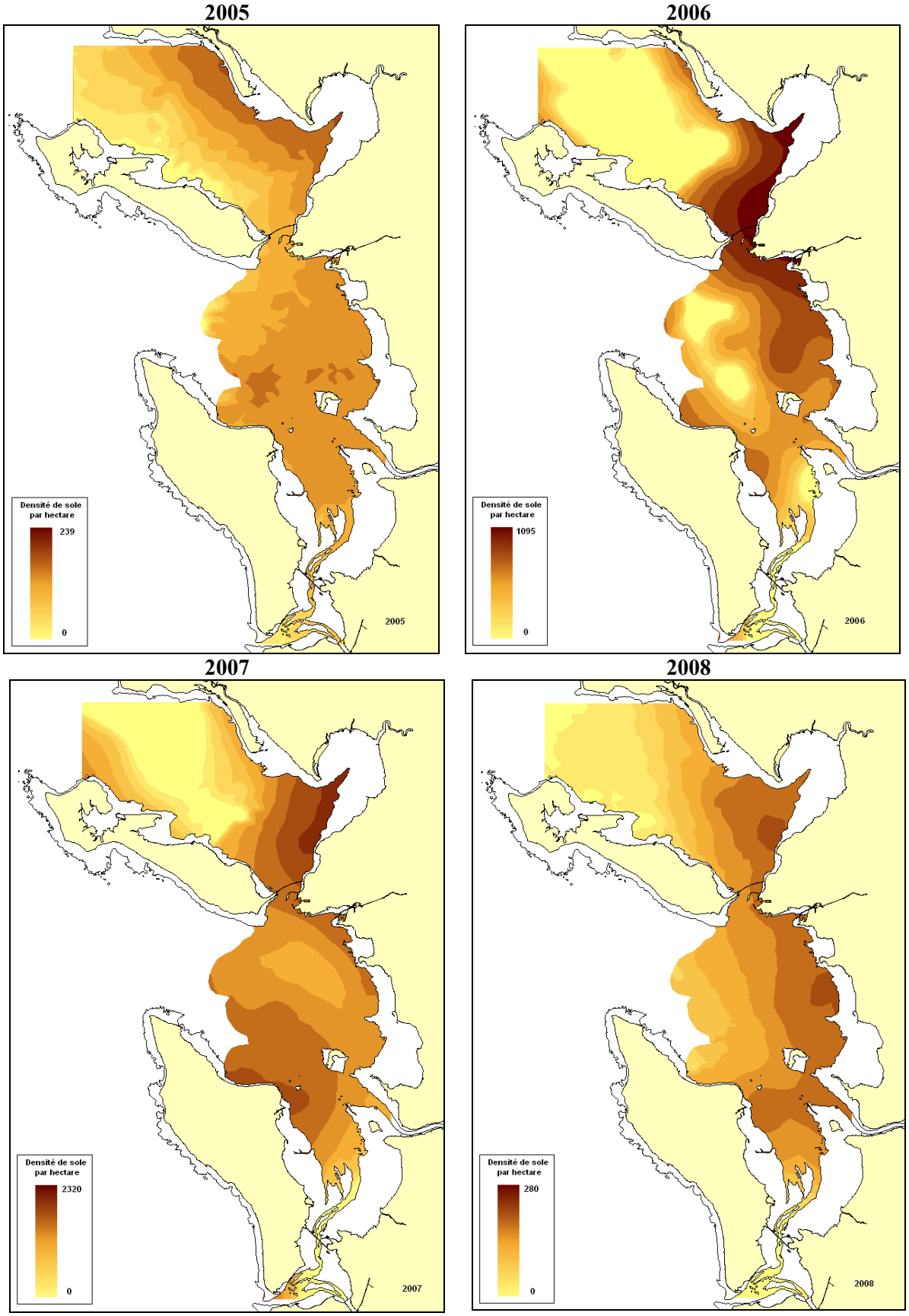

**2011 -** 548 *(52)*

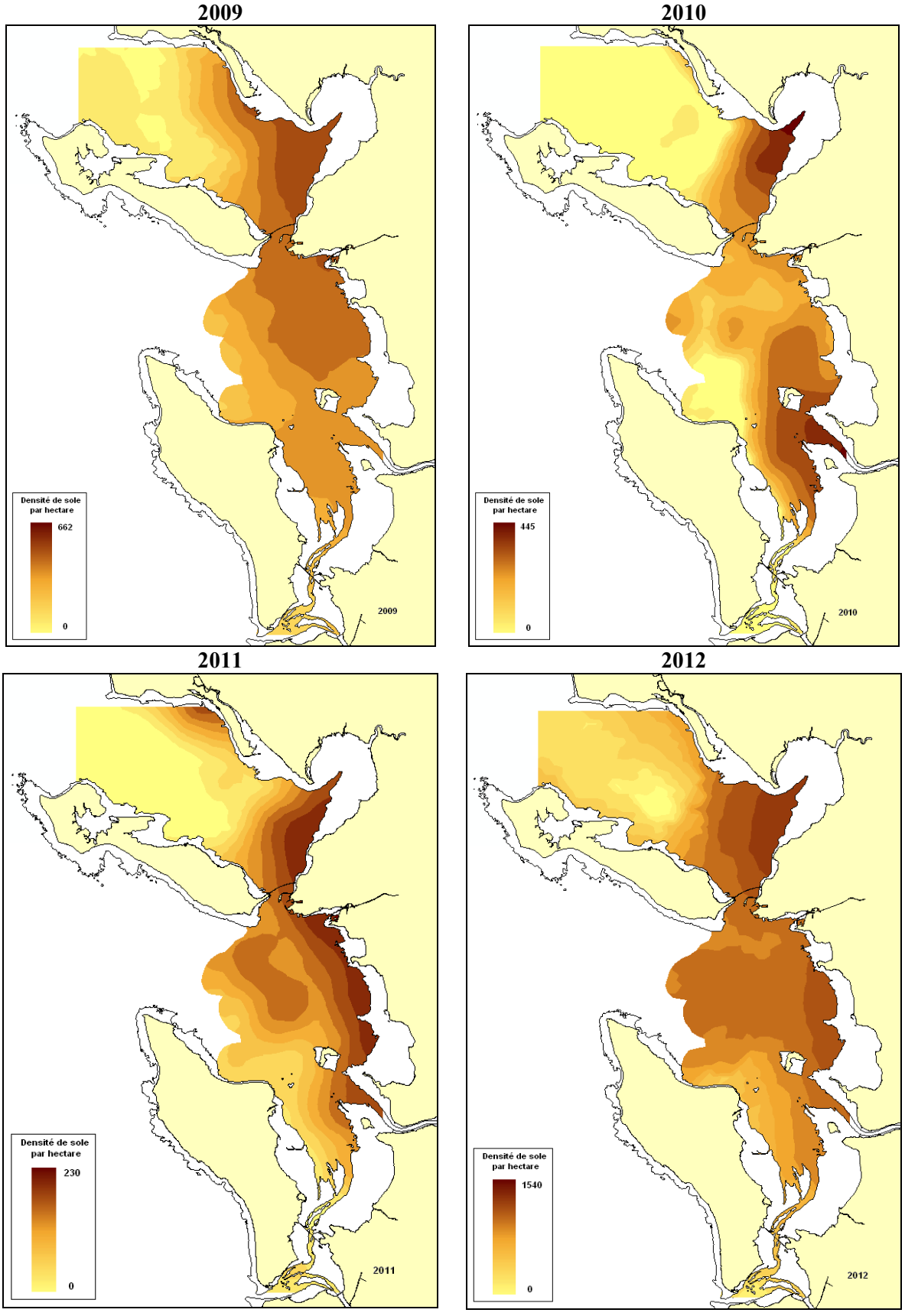



**2012** - 1407 *(69)*

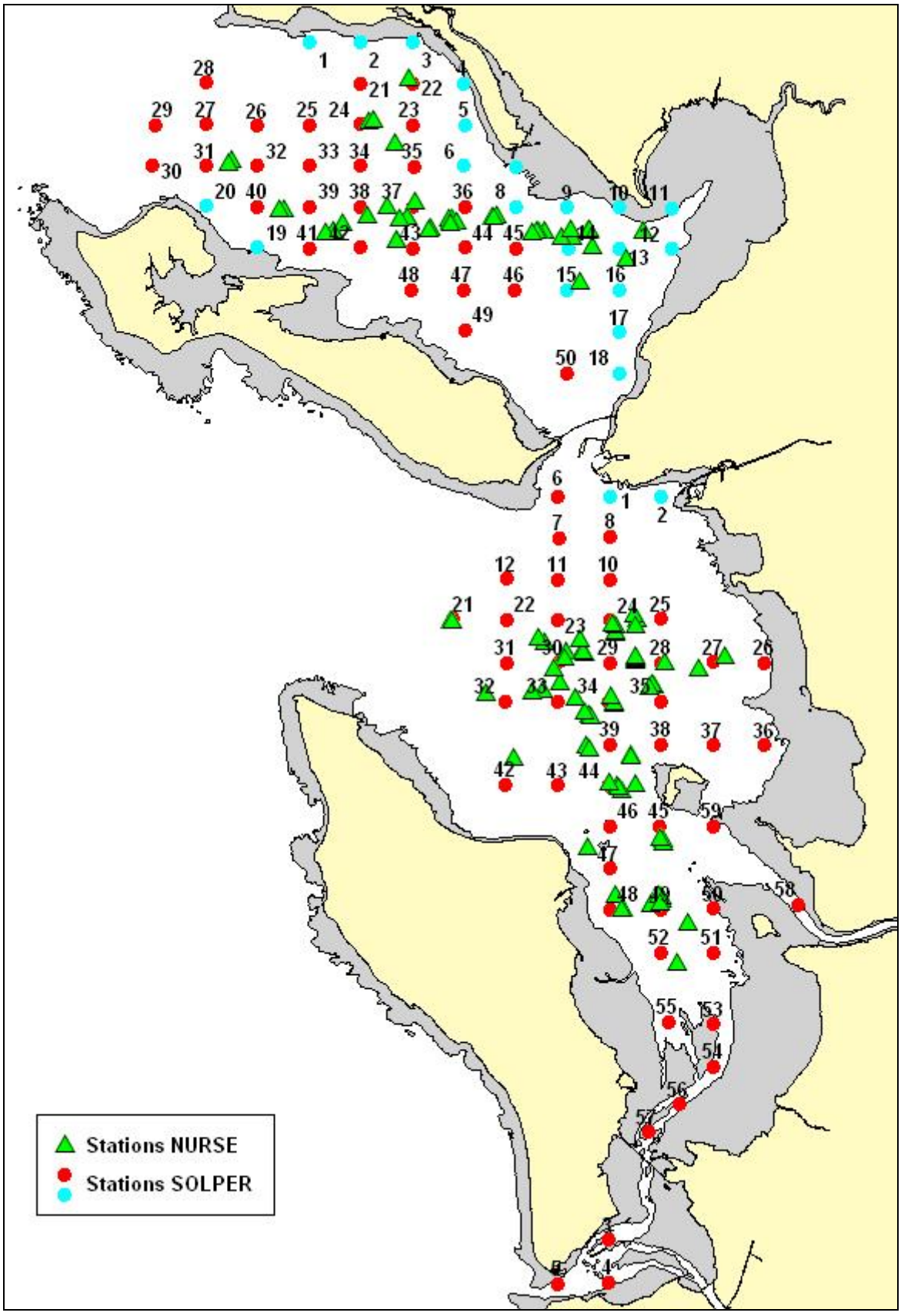
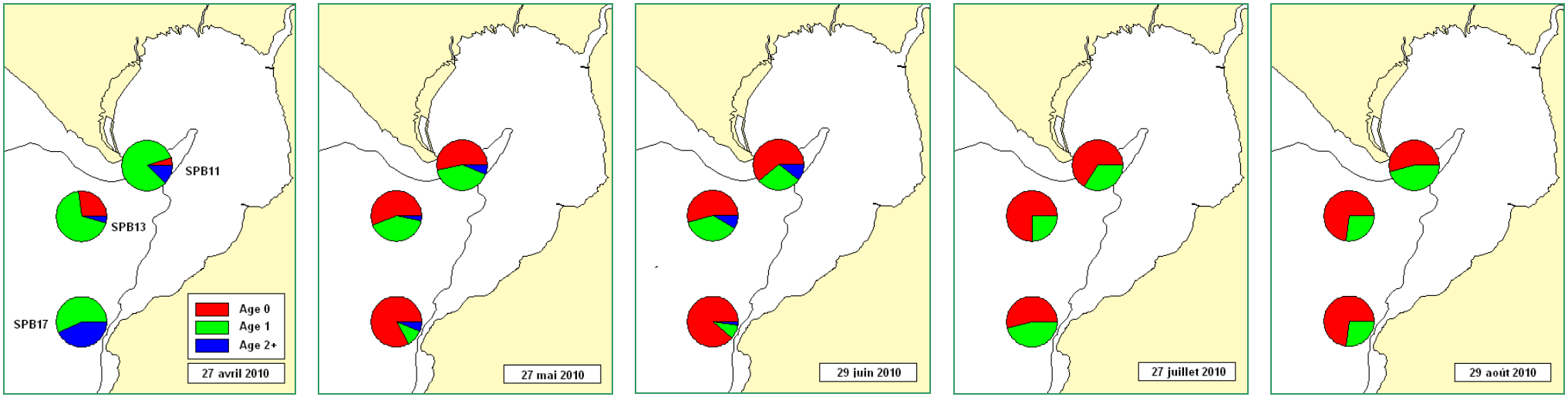


Carte des interpolations du nombre pêché par année




2009
Densité de sole par hectare
662
0
2009
2010
Densité de sole par hectare
445
0
2010
2011
Densité de sole par hectare
230
0
2011
2012
Densité de sole par hectare
1540
0
2012

**ANNEXE 4 - Carte de distribution des stations NURSE par rapport aux stations SOLPER**



**Annexe 5 - Evolution de l'occupation par les juvéniles de sole de l'ouvert de la baie de l'Aiguillon au printemps-été 2010**