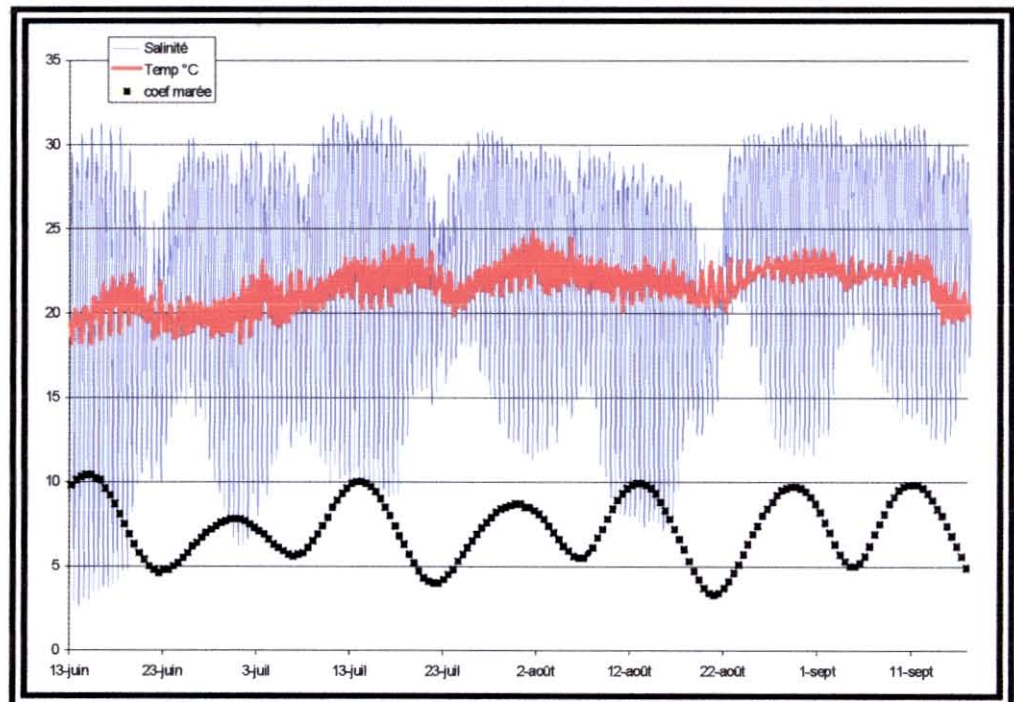


Evolution de la température et de la salinité dans l'estuaire de la Charente de juin à novembre 1999



SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	2
II. MATERIELS ET METHODES	3
2.1. Paramètres météorologiques	3
2.2. Paramètres hydrologiques	3
III. RESULTATS	6
3.1. Paramètres météorologiques	6
3.1.1. Températures et précipitations journalières	6
3.1.2. Comparaison décennale des précipitations	7
3.2. Paramètres	9
3.2.1. Période du 13 au 30 juin	9
3.2.2. Période du 1 ^{er} au 31 juillet	10
3.2.3. Période du 1 ^{er} au 31 août	11
3.2.4. Période du 1 ^{er} au 17 septembre	12
3.2.5. Période du 22 au 31 octobre	13
3.2.6. Période du 1 ^{er} au 8 novembre	14
3.3. Evolution de la salinité et de la température au cours des cycles de marée	15
3.3.1. Salinité	15
3.3.2. Température	16
3.3.3. Récapitulatif	17
3.4. Evolutions temporelles	18
3.4.1. Température	18
3.4.2. Salinité	19
IV. DISCUSSION	20
V. CONCLUSION	22
VI. BIBLIOGRAPHIE	23

I. INTRODUCTION

L'aménagement du fleuve Charente constitue un enjeu particulièrement important tant au niveau des activités de la bande côtière que pour le bassin versant. Au niveau du littoral charentais, et en particulier pour la conchyliculture, le fleuve Charente représente le principal apport d'eaux douces, et donc d'éléments nutritifs, essentiels au développement de la production primaire et des larves d'huîtres. Ainsi, les apports d'eau douce sont importants pour le développement du phytoplancton (printemps, été, automne), le développement des larves d'huîtres en période estivale qui requiert une dessalure, et la qualité des huîtres en fin d'année. Les suivis des caractéristiques de la Charente sont par conséquent particulièrement importants et ont déjà fait l'objet d'études spécifiques à des fins de modélisation. Sur le plan régional, la station du réseau hydrologique « RAZLEC », située en sortie d'estuaire, constitue l'un des cinq sites suivis depuis 1977 (Soletchnik et al., 1998 ; Faury et al., 1999). Toutefois, la fréquence bimensuelle de prélèvements ne permet pas une analyse fine des processus mis en jeu au niveau de cet estuaire. L'acquisition en continue de la salinité et de la température est un début de réponse à la compréhension globale de l'environnement de l'estuaire, en particulier afin de caractériser la Charente en période critique de débit d'étiage estivale.

L'objectif de ce suivi est par conséquent le développement d'une base de données pluriannuelle en la matière afin d'étudier l'évolution temporelle de l'estuaire ainsi que l'impact des aménagements présents et futurs sur le Bassin versant (e.g., barrage de La Trézence). L'objectif 1999 est donc la mise en place du réseau et le début d'acquisition en continu in-situ de ces paramètres hydrologiques.

Cette estimation des tendances sera à corrélérer à l'avenir avec un indice de recrutement du secteur afin de définir les conditions optimales de captage de *C. gigas*.

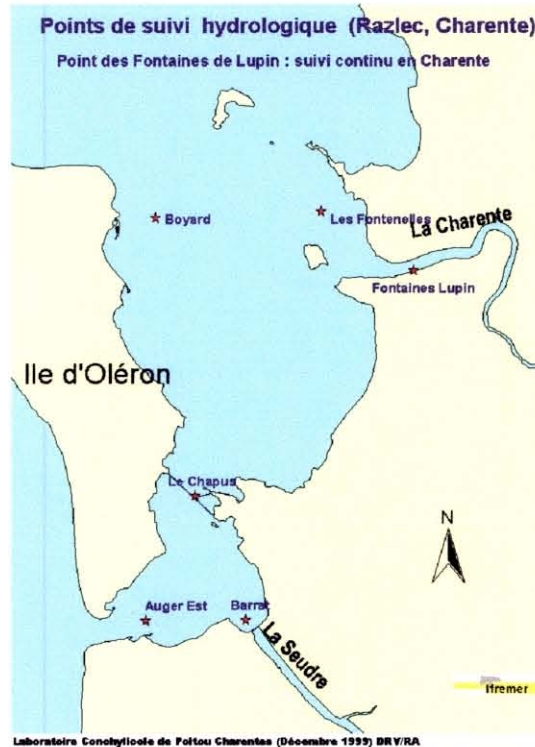


Figure 1 : Positionnement géographique du point de suivi Charente des Fontaines de Lupin, et des points de suivi hydrologique bimensuel de la base RAZLEC.

II. MATERIELS ET METHODES

2.1 Paramètres météorologiques

L'ensemble des données météorologiques concernant la température de l'air, pluviométrie, vent, est obtenu via la station météorologique de Météo France de La Rochelle. Ces données seront comparées aux mesures hydrologiques in-situ afin d'analyser les corrélations entre ces paramètres.

2.2 Paramètres hydrologiques

Une sonde de mesure multiparamètres, Ysi 6920, avec centrale d'acquisition intégrée a été positionnée dans l'estuaire de La Charente au niveau du ponton flottant de la base nautique de la Fontaine de Lupin le 13 juin 1999 (Figure 1). Cette sonde est immergée en permanence à 40 centimètres de la surface. La fréquence d'enregistrement de la salinité et de la température est fixée à 15 minutes. Le nettoyage et le déchargement des mesures sur un ordinateur portable sont effectués sur place selon une fréquence de 15 jours.

Compte tenu de l'enlèvement du ponton en période hivernale, une structure de soutien flottante a été développée afin de maintenir un suivi pérenne.

La conductivité est mesurée en milli-siemens par un capteur à quatre électrodes. La salinité est ensuite calculée à partir de la conductivité et de la température. La précision de la mesure est de $\pm 0,1\%$, pour une résolution de $0,01\%$.

Les températures sont mesurées à l'aide d'un capteur de type thermistor. La précision de la mesure est de $\pm 0,005^{\circ}\text{C}$, avec une résolution est de $0,001^{\circ}\text{C}$.

Les photos suivantes représentent la sonde Ysi 6920 et son positionnement estival sur la base nautique des Fontaines de Lupin. Le module d'acquisition (Photo 1) est équipé pour acquérir en continu les variations de salinité et de température de l'eau toutes les 15 minutes. Il est positionné à l'intérieur d'un conteneur en aluminium sur le ponton flottant de la base nautique, ce qui lui permet d'être toujours immergé et protégé (Photo 2). L'exploitation des données enregistrées n'est possible qu'après leur extraction de la sonde. Un câble de connexion est relié à un micro-ordinateur portable les données extraites sont transformées pour être utilisées par le tableur Excel 7 (photo 3).

Les enregistrements ont été effectués en continu depuis le 13 juin, avec cependant deux interruptions du 18.09 au 21.10 (incident technique), et du 8.11 au 8.12, lors du relevage du ponton et de la mise en place du caisson flottant.



Photo 1 : présentation de la sonde d'acquisition multiparamétriques Isy 6920 avant sa mise en place dans son conteneur de protection.



Photo 2 : Mise en place de la sonde de mesure salinité température Ysi dans son conteneur de protection sur le ponton flottant de la base nautique des Fontaines de Lupin.



Photo 3 : Extraction des données enregistrées de la sonde de mesure par l'intermédiaire d'un câble coaxial de liaison et d'un micro-ordinateur portable, sur le site de mesure des Fontaines de Lupin.

III. RESULTATS

3.1. Paramètres météorologiques

3.1.1. Températures et précipitations journalières

La figure 2 représente l'évolution de la température de l'air (mesurée sous abri) et de la pluviométrie quotidienne à La Rochelle pendant la période de suivi.

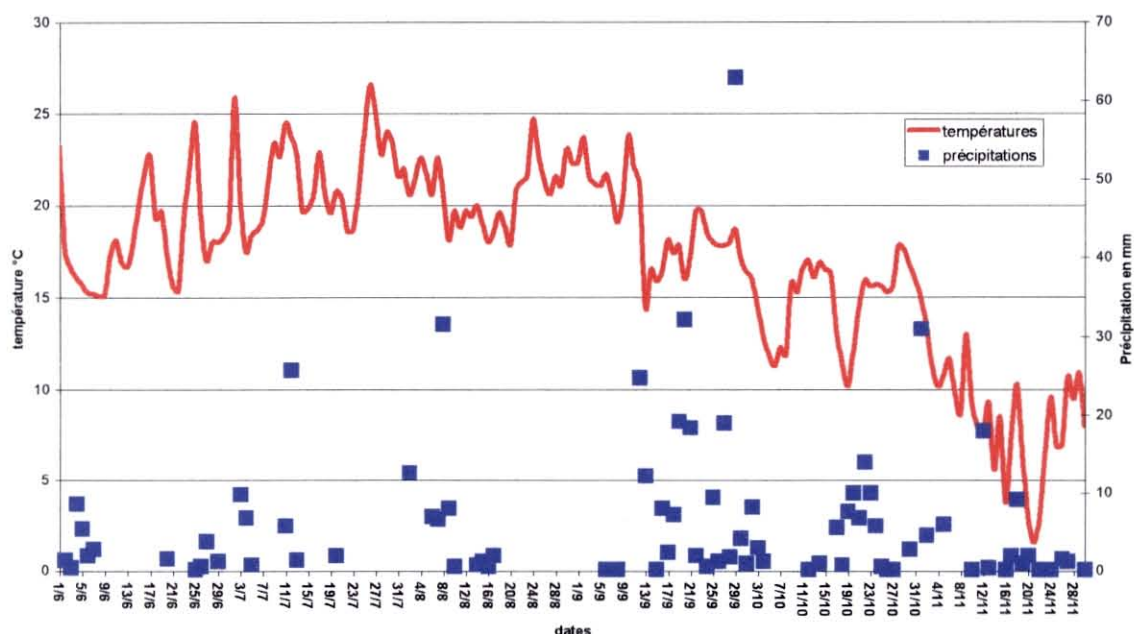


Figure 2 : Evolution journalière de la température (en °C) et de la pluviométrie (en millimètre) du 1^{er} juin au 30 novembre 1999. Données station météo-France de La Rochelle.

La température tend à augmenter puis se stabiliser entre le 15 juin et le 10 septembre. Par la suite, la température descend de 21°C à 1,6°C jusqu'au 21 novembre. La période est également marquée par quelques événements climatiques de pluviométrie, les 11 juillet, 7 août, 13 au 22 septembre, 20 octobre.

3.1.2. Comparaison décennale des précipitations

L'évolution des précipitations mensuelles au cours de ces dix dernières années situe l'année 1999 parmi les deux années les plus pluvieuses. Avec 1038 mm en 1994 et 905 mm en 1998, l'année 1999 cumule déjà 905 mm sur 11 mois.

Par rapport à 1994 et 1998 les pluies ont été beaucoup plus régulières en 1999. Le cumul mensuel oscille entre 52,4 et 92,6 mm, à l'exception du mois de juin, plus sec (28 mm), et du mois de septembre très pluvieux avec 226,2 mm.

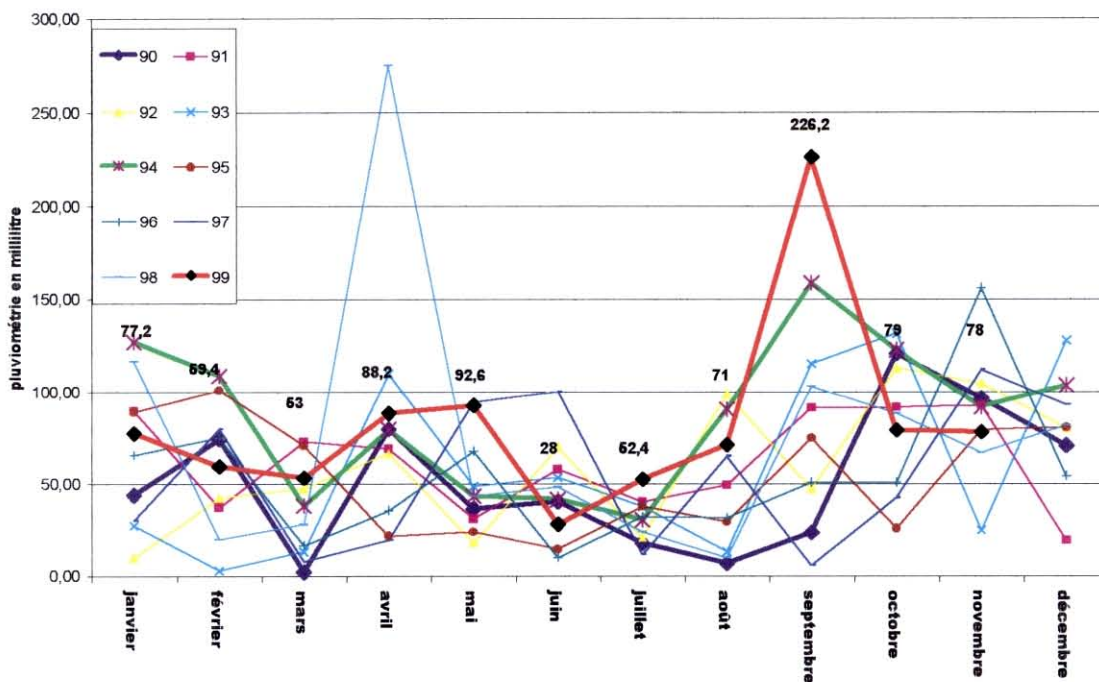


Figure 3 : Evolution de la pluviométrie moyenne mensuelle au cours des 10 dernières années. Les chiffres indiquent la pluviométrie mensuelle pour l'année 1999. Sont identifiées en traits plus épais l'année 1994 (la plus pluvieuse des dix dernières années) et l'année 1990 (année de relative sécheresse).

L'année 1999 se situe au-dessus de la moyenne mensuelle des dix dernières années à l'exception du mois de juin et de septembre octobre. L'année 1999 peut donc être considérée comme une année pluvieuse.

3.2. Paramètres hydrologiques (température – Salinité)

Les figures 4 à 9 présentent les enregistrements mensuels de température et de salinité obtenus depuis la mise à l'eau de la sonde.

3.2.1. Période du 13 au 30 juin

Les fluctuations de salinité du mois de juin sont directement corrélées aux entrées de masses d'eaux selon le cycle de la marée (figure 4). Les minima sont relevés au moment de la basse mer et les maxima aux alentours de la pleine mer. Le minimum a été enregistré le 14 juin (2,5‰) et le maximum le 16 juin (31,3‰).

L'évolution de la température diffère du paramètre précédant et ne suit pas directement le cycle de la marée : hormis entre le 13 et le 19 juin avec des températures basses lors des flots nocturnes, la température est systématiquement plus élevée au niveau de la basse mer de jour comme de nuit. Les températures maximale (22,3°C) et minimale (18,2°C) sont enregistrées respectivement le 19 et 13 juin.

L'amplitude journalière de la salinité présente une forte variabilité avec toutefois des valeurs plus faibles autour de la période des mortes eaux (e.g., 9,4‰ le 21 juin pour un coefficient de 50). Par contre, l'amplitude journalière est la plus forte pendant la période de vives eaux (e.g., 27,8‰ le 16 juin pour un coefficient de 104).

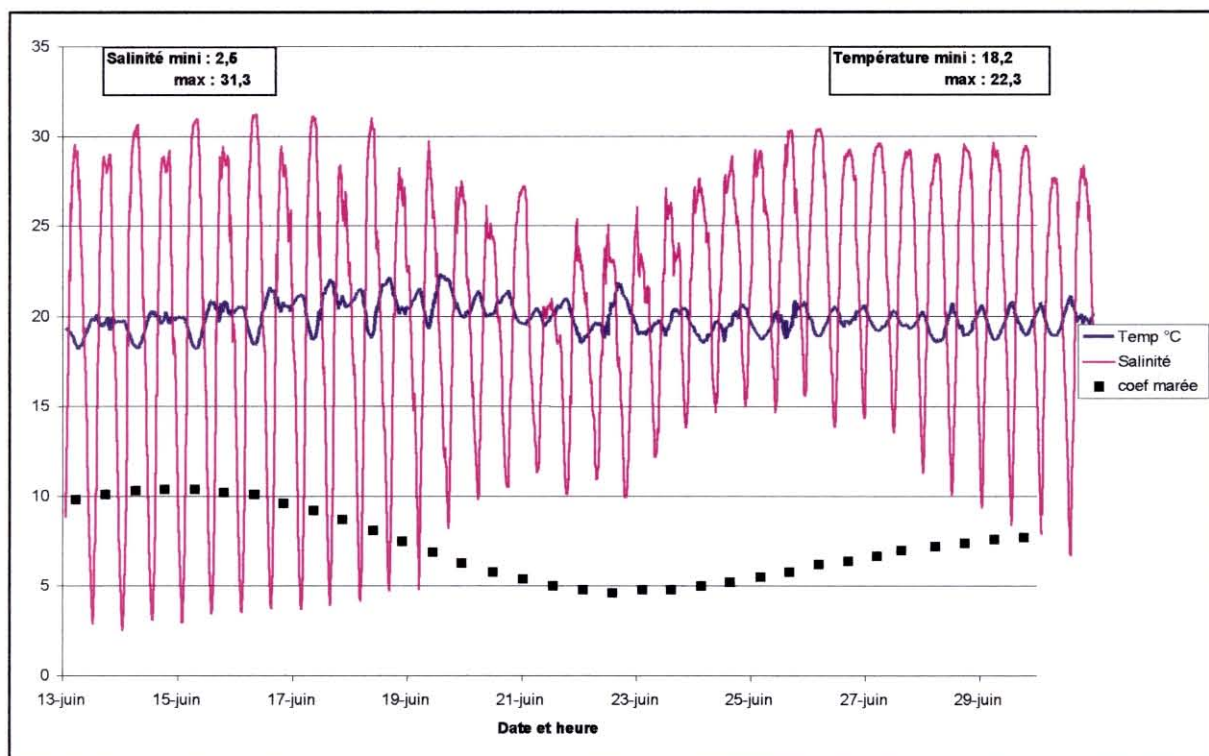


Figure 4 : Evolution de la salinité (en ‰), de la température (en °C) et des coefficients de marée au lieu dit Fontaines de Lupin entre le 13 et le 30 juin.

3.2.2. Période du 1^{er} au 31 juillet

L'évolution de la salinité suit globalement le schéma général observé en juin (Figure 5) : les salinités maximale et minimale sont enregistrées respectivement le 15 juillet (32,7‰) et le 1^{er} juillet (6,2‰).

L'évolution de la température est similaire à celle notée fin juin avec une eau plus chaude au flot qu'au jusant. La température maximale a été relevée le 31 juillet et atteint 24,4 °C. Par contre, la température minimale atteint 18,2°C le 1^{er} juillet.

Pour la salinité, l'amplitude journalière la plus faible est toujours aux environs des mortes eaux : elle atteint 7,8‰ le 22 juillet pour un coefficient de marée de 42. L'amplitude journalière la plus forte se situe aux alentours des vives eaux avec des écarts de salinité de 23,2‰ le 1^{er} juillet pour un coefficient de 78. Au cours des vives eaux (coeff. 99) du 15 juillet, cette variation atteint 22,1‰.

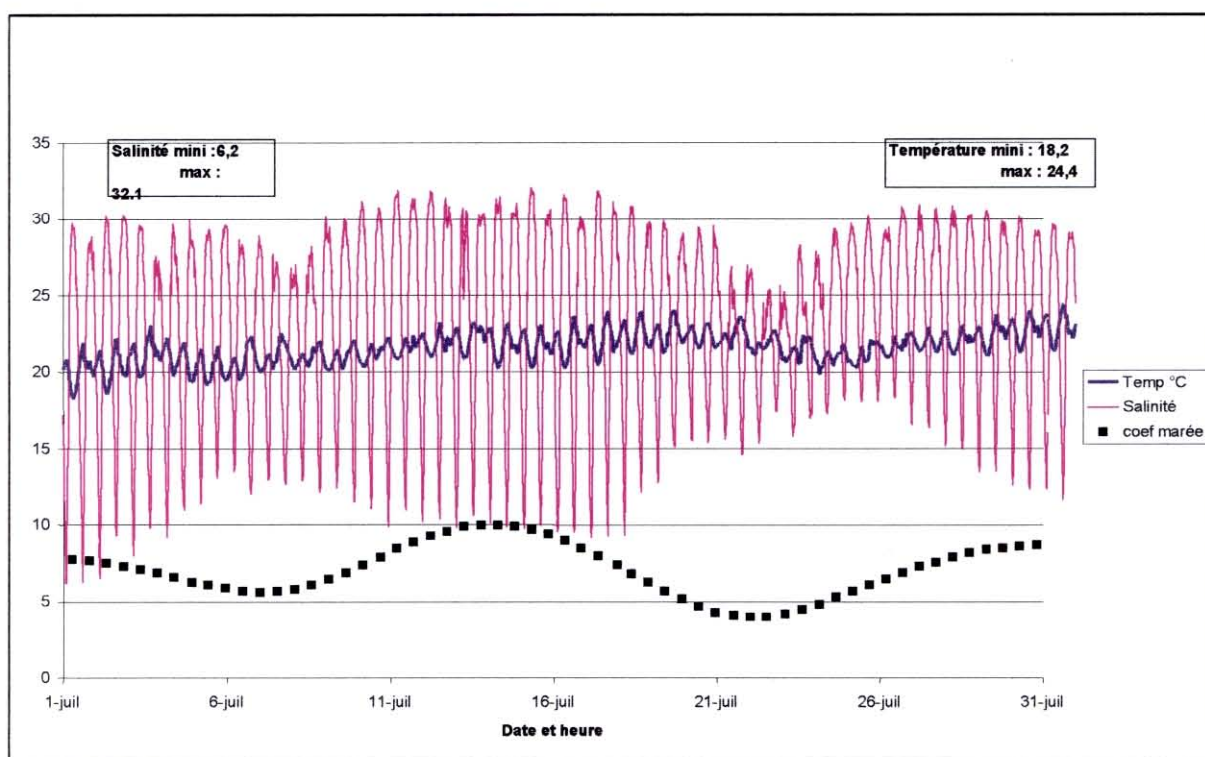


Figure 5 : Evolution de la salinité (en ‰), de la température (en °C) et des coefficients de marée au lieu dit Fontaines de Lupin entre le 1^{er} et le 31 juillet.

3.2.3. Période du 1^{er} au 31 août

Les salinités maximales ont été observées les 2 et 30 août à 31,4‰. La salinité minimale fut enregistrée le 15 août pour une valeur de 7,2‰ (Figure). La température maximale a été enregistrée le 1^{er} août à 27,8°C et la température minimale le 11 août avec 20,1°C.

Pour la salinité, l'amplitude journalière la plus faible est enregistrée le 20 août avec 6,5‰ pour un coefficient de 34. L'amplitude journalière la plus forte atteignant 21,7‰ a été mise en évidence le 13 pour un coefficient de 99.

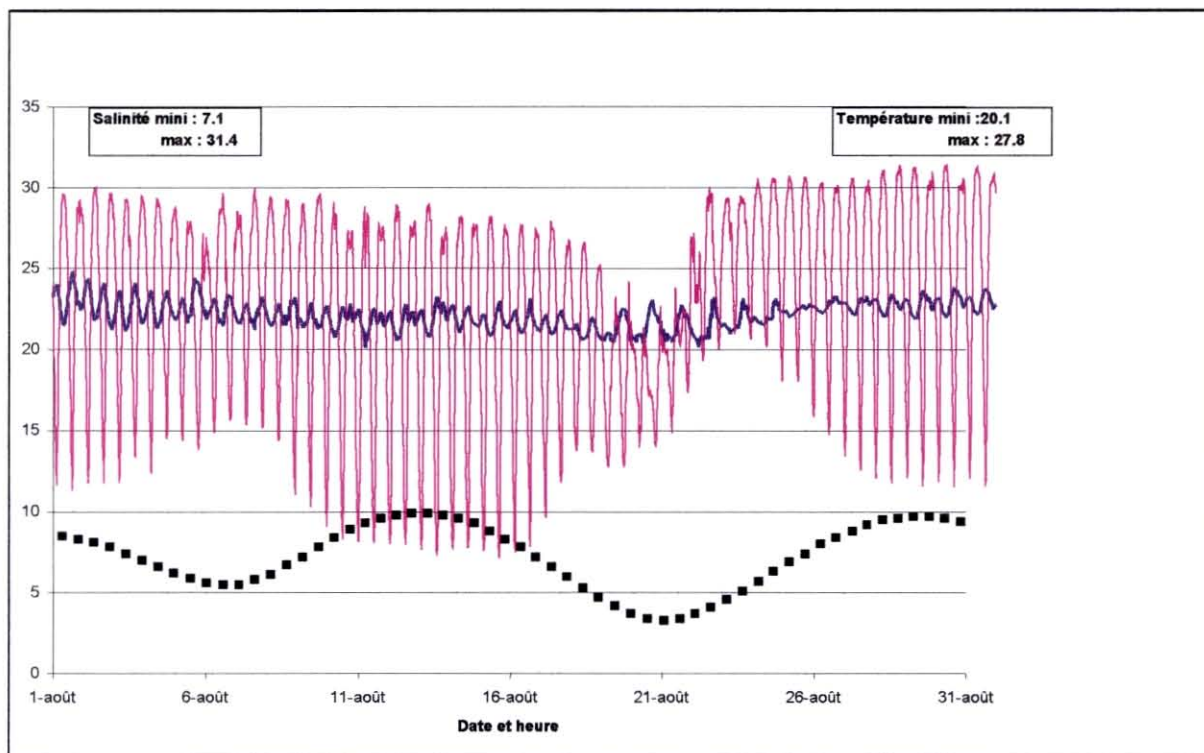


Figure 6 : Evolution de la salinité (en ‰), de la température (en °C) et des coefficients de marée au lieu dit Fontaines de Lupin entre le 1^{er} et le 31 août.

3.2.4. Période du 1^{er} au 17 septembre

Au cours de la période échantillonnée en septembre, la salinité maximale a été enregistrée le 2 septembre à 31,9‰, la salinité minimale a été décelée le 14 septembre pour une valeur de 12,3‰ (Figure 6).

Les températures maximale et minimale ont été mesurées les 1^{er} et 14 septembre avec respectivement 23,8°C et 19,4°C.

Pour la salinité, l'amplitude journalière la plus faible (10,5‰) est relevée le 4 septembre pour un coefficient de 50. L'amplitude journalière la plus forte a été remarquée le 1^{er} pour un coefficient de 82, elle est de 18,4‰. Le 10 septembre l'amplitude est de 17,4‰ pour un coefficient de 97.

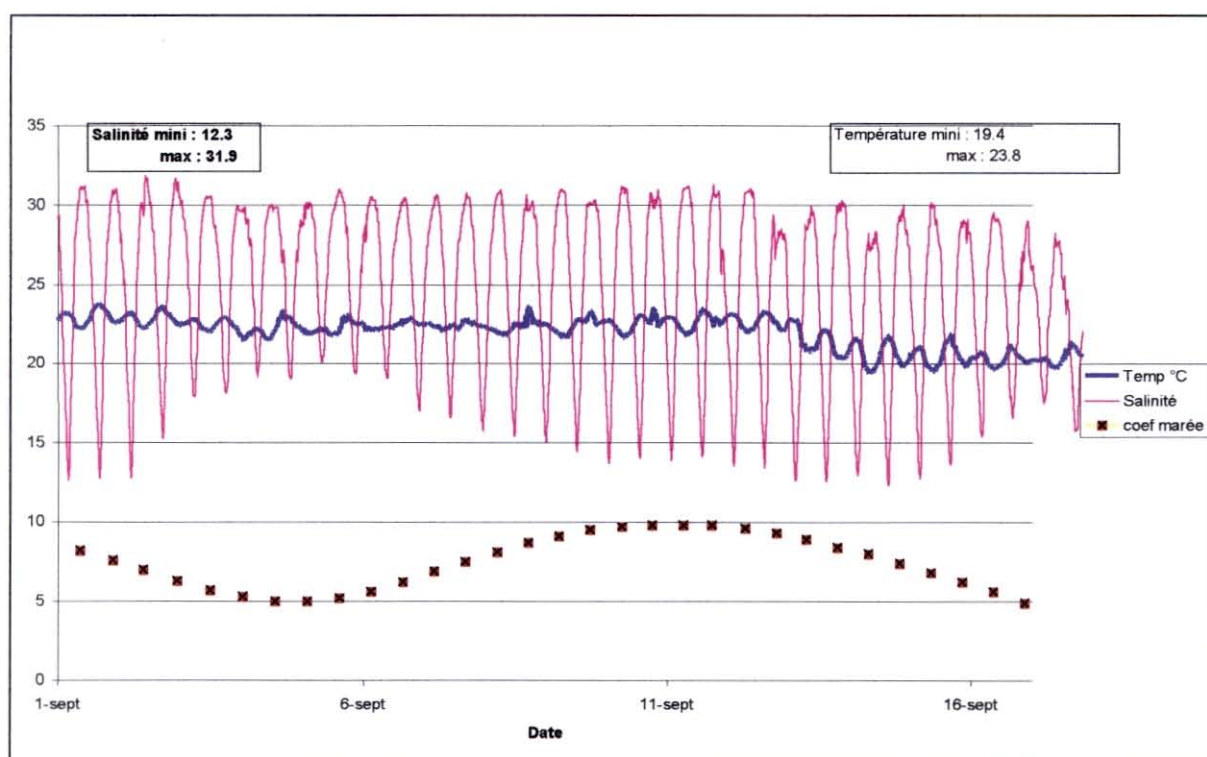


Figure 6 : Evolution de la salinité (en ‰), de la température (en °C) et des coefficients de marée au lieu dit Fontaines de Lupin entre le 1^{er} et le 17 septembre.

3.2.5. Période du 21 au 31 octobre

Suite à un problème technique, la période du mois d'octobre est réduite aux 10 derniers jours du mois. L'observation des minima et maxima s'en trouve donc réduite.

La salinité maximale a été observée le 25 octobre avec 30‰, et le 27 octobre pour la salinité minimale 1,4‰ (Figure 7).

La température maximale a été notée le 26 octobre avec 16,6°C et la température minimale le 23 octobre avec 14,5°C.

On observe une chute rapide de la salinité le 31 octobre entre 9h et 19h15, avec une décroissance de 17,9 à 5,3 sans retrouver une évolution cyclique normale en fonction de la marée.

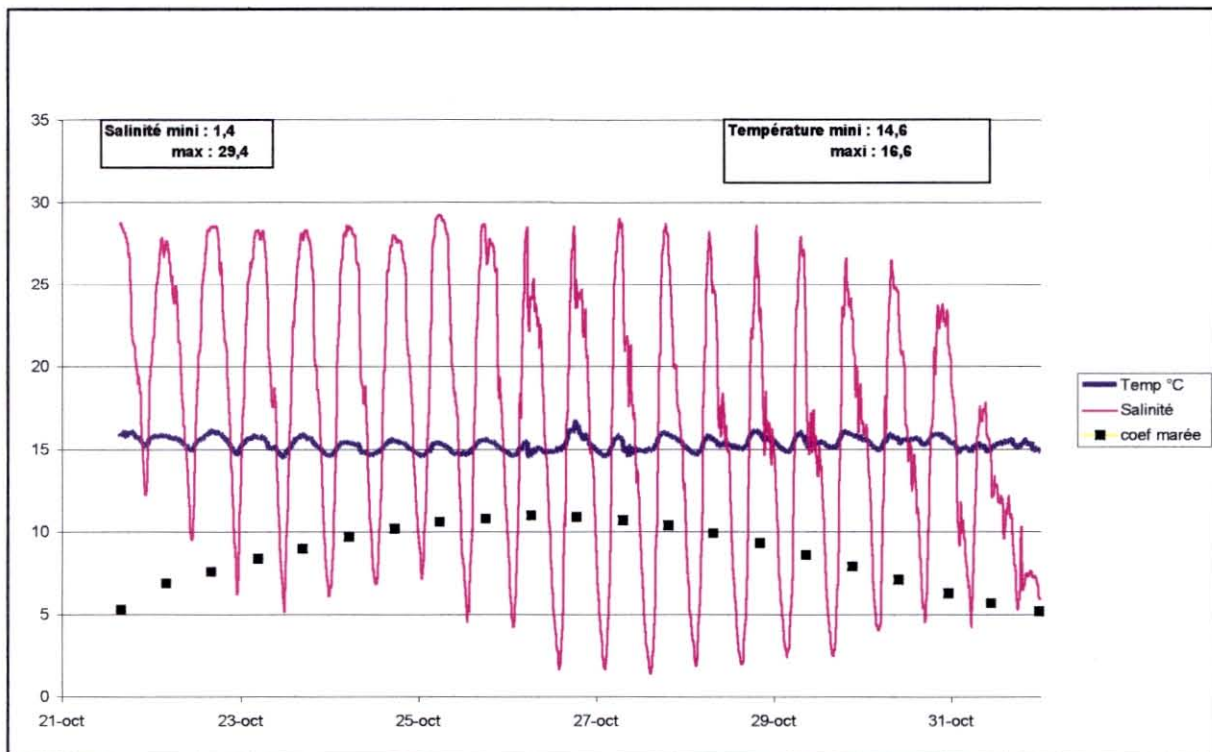


Figure 7 : Evolution de la salinité (en ‰), de la température (en °C) et des coefficients de marée au lieu dit Fontaines de Lupin entre le 21 et le 31 octobre.

3.2.6. Période du 1^{er} au 8 novembre

La période d'observation du mois de novembre est également limitée : elle s'arrête au moment du relevage du ponton flottant. Seuls 8 jours d'enregistrement ont pu être représentés (Figure 8).

L'observation de la chute brutale de la salinité s'est prolongée pendant toute cette période. La salinité évolue à un niveau très bas entre 1,5‰ et 9,1‰. Jusqu'au 3 novembre, l'évolution de la salinité semble peu influencée par le rythme de la marée contrairement aux enregistrements des mois précédents. Ce n'est qu'à partir du 4 novembre qu'une influence relative du cycle de marée est notée lorsque les coefficients passent progressivement de 64 à 85.

Pendant la période du 1^{er} au 3 novembre, la température présente une faible variabilité autour de 15°C. Par la suite, la température suit l'évolution de la salinité avec des valeurs légèrement plus élevées en pleine mer qu'à basse mer.

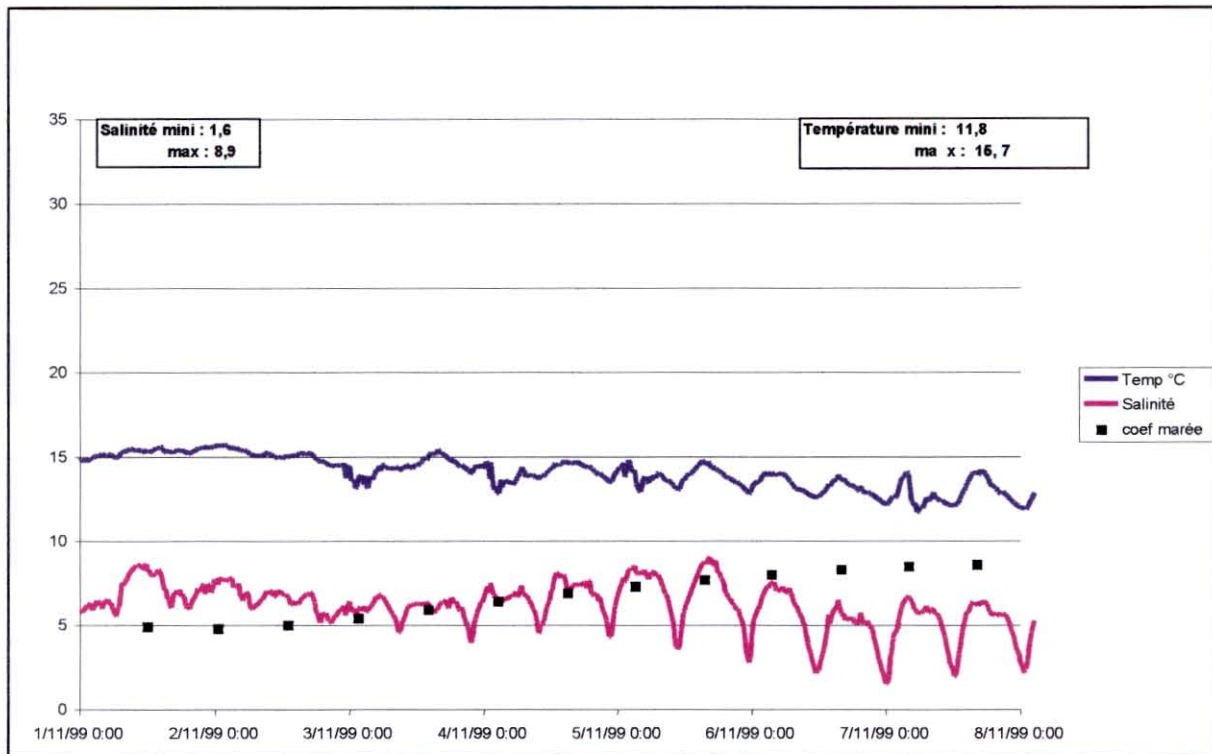


Figure 8 : Evolution de la salinité (en ‰), de la température (en °C) et des coefficients de marée au lieu-dit " Fontaines de Lupin " entre le 1^{er} et le 8 novembre.

3.3. Evolution de la salinité et de la température au cours des cycles de marée

3.3.1. Salinité

L'influence du cycle de marée sur l'évolution de la salinité est caractéristique (Figure 9).

L'augmentation de la salinité avec le flot est caractéristique d'une masse d'eau sous influence océanique alors que la diminution avec le jusant représente la masse d'eau où le mélange de l'eau océanique et de l'eau douce s'est réalisé. Cependant, si l'inversion des salinités est nette au moment du flot, le signal évolue plus longtemps autour d'une salinité haute à la pleine mer. Ce phénomène traduit un temps de résidence plus important de la masse d'eau océanique à notre profondeur de mesure.

L'influence du coefficient de marée sur l'évolution des salinités est également remarquable. Plus le coefficient de marée est élevé, plus les variations de salinité sont importantes. Le 15 juin avec un coefficient de 104, la salinité évolue entre 3‰ à basse mer et 30,9‰ à pleine mer, soit un écart de 27,7‰. L'amplitude a tendance à diminuer pour des coefficients inférieurs à 70. Pendant la période du 20 au 28 juillet, période de mortes-eaux (coefficient de marée entre 57 et 70), l'écart de salinité diminue de façon importante : le minimum est atteint le 23 juillet (coefficient : 40 - 43), avec une salinité évoluant entre 25,2‰ et 17,5‰, soit une différence de concentration de 7,8‰.

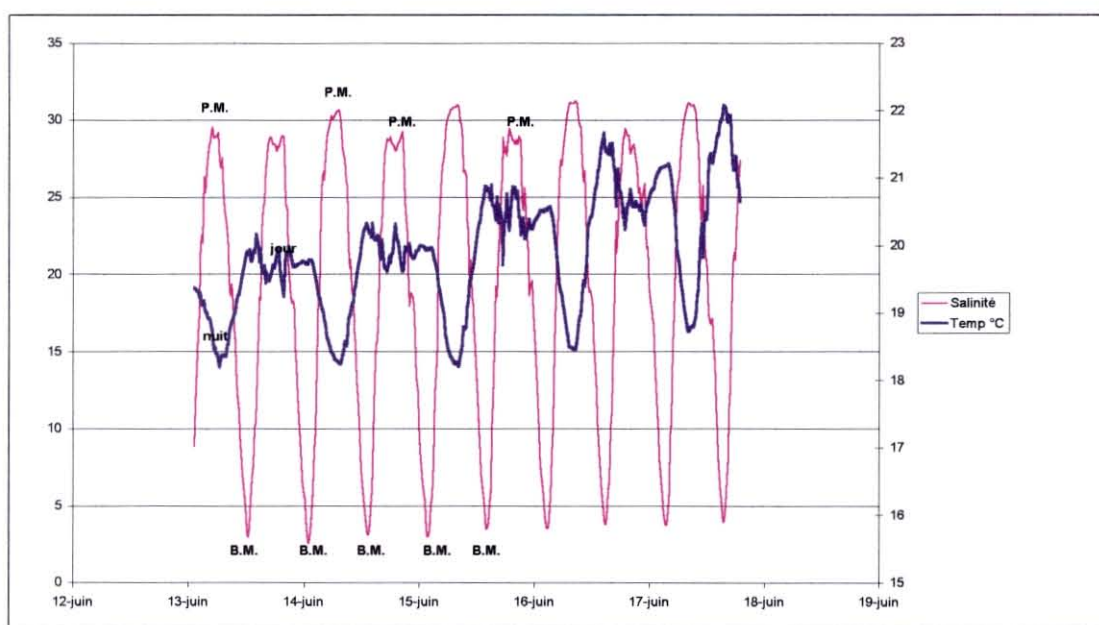


Figure 9 : Evolution de la température et de la salinité en Charente (Fontaine de Lupin) du 13 au 18 juin 1999. (Légende : P.M. = pleine mer, B.M. = basse mer).

3.3.2. Température

L'évolution journalière de la température est également cyclique avec un rythme cependant différent.

Pendant la première période de mesures (juin) (Figure 9), l'évolution de la température des masses d'eau océanique est différente entre le jour et la nuit. Un réchauffement de jour en surface est noté ainsi qu'un refroidissement la nuit.

Dès fin juin, (Figure 10) à l'inverse de la salinité, la température augmente avec le jusant, et diminue avec le flot. Cette observation de jour et de nuit peut mettre en évidence le déplacement de masses d'eau identifiées. Cette tendance est générale entre juin et septembre. Aux températures estivales, le réchauffement de la masse d'eau en Charente est plus important qu'au large. Le volume d'eau est moins important, et les échanges thermiques sont accentués par le lit sinueux de la rivière. Aucun refroidissement nocturne n'est observé.

En octobre l'observation est inverse : la température de l'eau augmente avec le flot. Cette évolution souligne un phénomène climatique saisonnier.

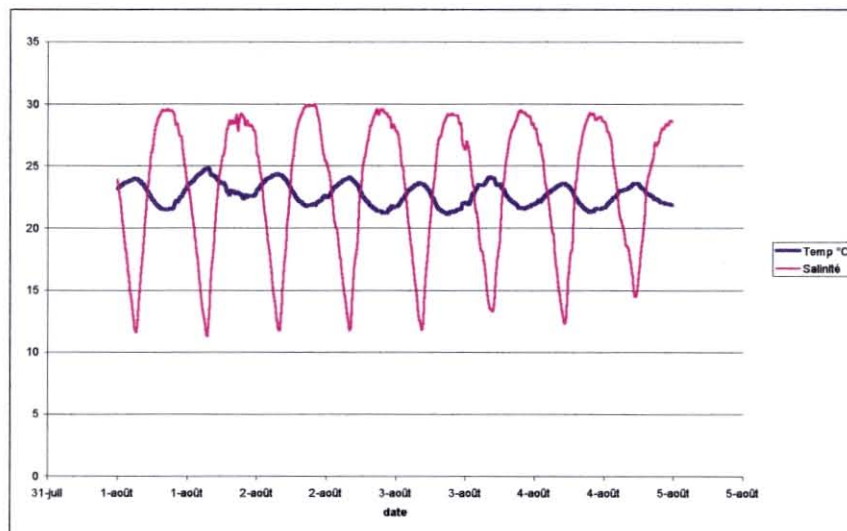


Figure 10 : Evolution de la température (°C) et de la salinité (‰) en Charente (Fontaine de Lupin) du 1 au 4 août 1999.

3.3.3. Récapitulatif

La Figure 11 récapitule l'ensemble des données de salinité et de température et de coefficient de marée entre juin et novembre.

L'évolution cyclique de la salinité est visualisée dans sa globalité. Les maxima et minima journaliers évoluent selon une double sinusoïde qui s'écarte et se rapproche en fonction des coefficients de marée. La chute de salinité de novembre est très visible. La température évolue sans grand écart thermique journalier.

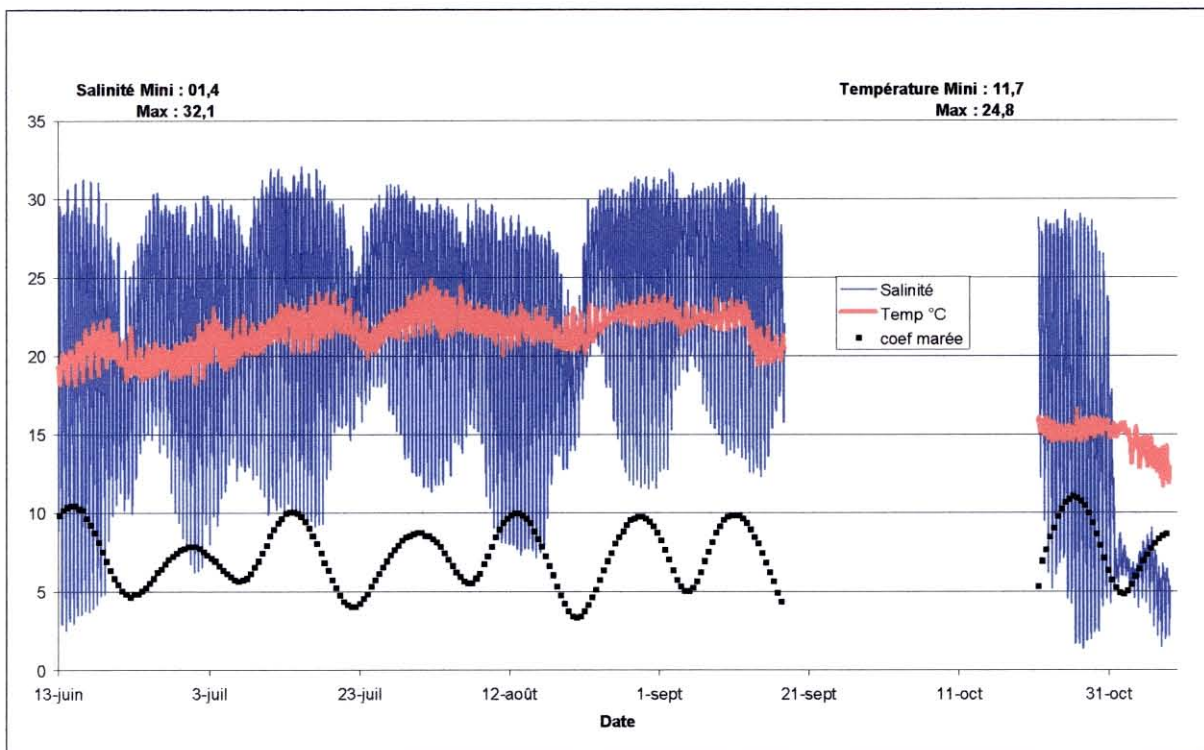


Figure 11 : Evolution de la salinité (en ‰), de la température (en °C) et des coefficients de marée au lieu-dit " Fontaines de Lupin " entre le 13 juin et le 8 novembre.

3.4. Evolutions temporelles

3.4.1. Température

La Figure 12 montre que l'évolution journalière de la température de l'air est plus fluctuante que celle de la température de l'eau. Dans l'ensemble, l'évolution de la température de l'air se répercute sur la température de l'eau avec un certain décalage. L'influence de la température de l'air est lissée par l'inertie et le volume d'eau disponible. Ainsi, Figure 10, l'eau située en amont de la rivière (flot), se réchauffe davantage que l'eau située en aval (jusant).



Figure 12 : Evolution de la température de l'air à La Rochelle (données station météo-France de La Rochelle) et de la température de l'eau aux Fontaines de Lupin (moyenne journalière).

3.4.2. Salinité

3.4.2.1. Evolution de la salinité en fonction du coefficient de marée

Une corrélation entre l'augmentation du coefficient de marée et l'augmentation de la salinité moyenne journalière sur 4 périodes est notée.

Entre le 22 et le 26 juin les coefficients de marée évoluent de 47 à 68 et la salinité moyenne augmente de 18,4‰ à 24,5‰.

Entre le 7 et le 12 juillet les coefficients évoluent de 56 et 93 et la salinité augmente de 21,5‰ à 24,9‰.

Entre le 22 et le 26 juillet les coefficients évoluent de 40 à 67 pour une salinité qui augmente de 22‰ à 26‰.

Entre le 20 et le 24 août les coefficients évoluent de 34 à 60 et la salinité augmente de 18‰ à 26,5‰.

Un phénomène inverse, moins marqué, avec une décroissance de la salinité précède de un à deux jours les dates citées

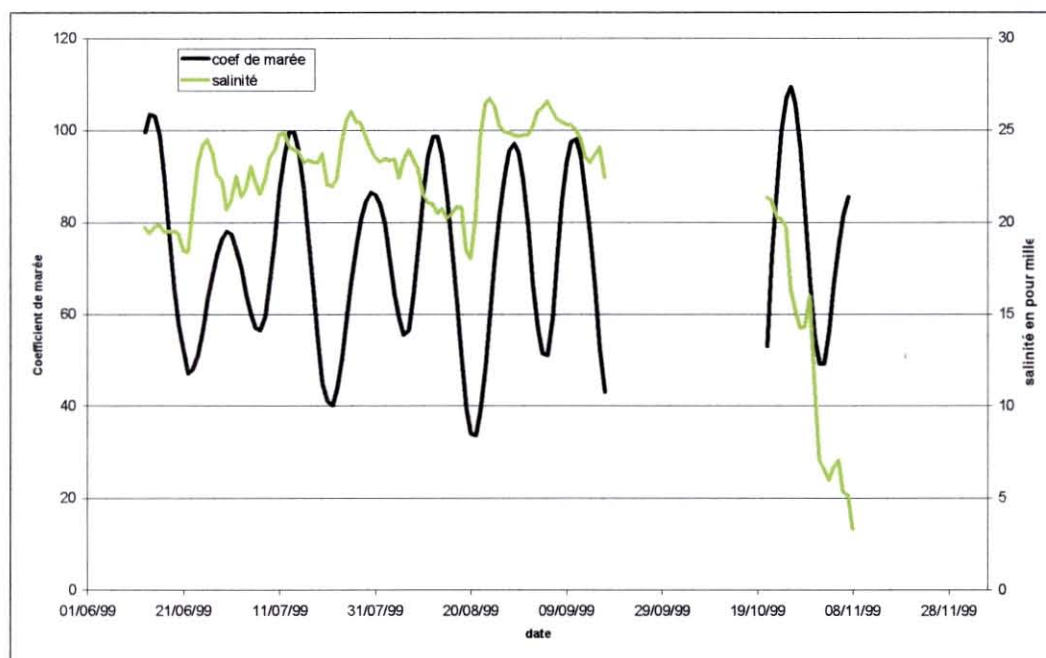


Figure 13 : Evolution de la salinité moyenne journalière au travers du coefficient de marée.

3.4.2.2. Evolution de la salinité en fonction de la pluviométrie journalière

Bien que l'information ne représente que le secteur de La Rochelle, on peut observer une correspondance directe entre les précipitations et la salinité moyenne journalière de la Charente (Figure 14).

Les fortes précipitations sont systématiquement suivies d'une chute de la salinité moyenne journalière, indiquant ainsi une dilution générale de la masse d'eau. Cette diminution de la salinité est fonction de l'importance des précipitations des jours précédents la mesure. Par exemple :

Le 12 juillet, avec 25,8 mm de pluviométrie à La Rochelle, une baisse de salinité de 1‰ sur 2 jours est enregistrée.

Le 8 août, avec 31,6 mm de précipitations sur La Rochelle, une chute de 2,5‰ sur 2 jours est enregistrée.

Le 12 septembre avec 24,8 mm de précipitations, la baisse de salinité est de 1,3‰ sur 1 jour.

Entre le 21 octobre et 8 novembre, la salinité moyenne chute de 21,3‰ à 3,3‰ en 19 jours. Cette chute de salinité est confirmée par les enregistrements réalisés au niveau de la bouée des Fontenelles dans le cadre du suivi hydrologique de la base RAZLEC, avec les relevés de salinité de surface (-0,5 m) suivant :

- 26 octobre 23‰ (basse mer – 2h30)
- 9 novembre 15‰ (basse mer – 45 minutes)
- 16 novembre 23‰ pleine mer

Les fortes pluies enregistrées le 22 octobre (14 mm) et le 1^{er} novembre (31 mm) font suite aux pluies très abondantes du mois de septembre (226,2 mm) qui ont entraîné une saturation en eau des terrains et augmenté le ruissellement vers les ouvrages de retenue.

Cette situation s'est caractérisée par l'augmentation importante des débits d'eau douce (Tableau 1) enregistrés sur la Boutonne et au barrage de Saint Savinien. Les débits établis par le Service Maritime de la DDE de Rochefort font état pour le 26 octobre de 46 m³ s⁻¹ au barrage de St Savinien et de 26 m³ s⁻¹ sur la Boutonne. Le 10 novembre, ils sont encore supérieurs à 60 m³ s⁻¹ à St Savinien et de 37 m³ s⁻¹ sur la Boutonne. Ces forts débits d'eau douce ont sans aucun doute largement contribué à cette dessalure.

Les fortes salinités entre 25 août et le 5 septembre pourraient être dues à la diminution importante des débits de la Charente. Il n'a pas plu de façon importante entre le 9 août et le 13 septembre, alors que des pompages importants sont probables dans cette même période.

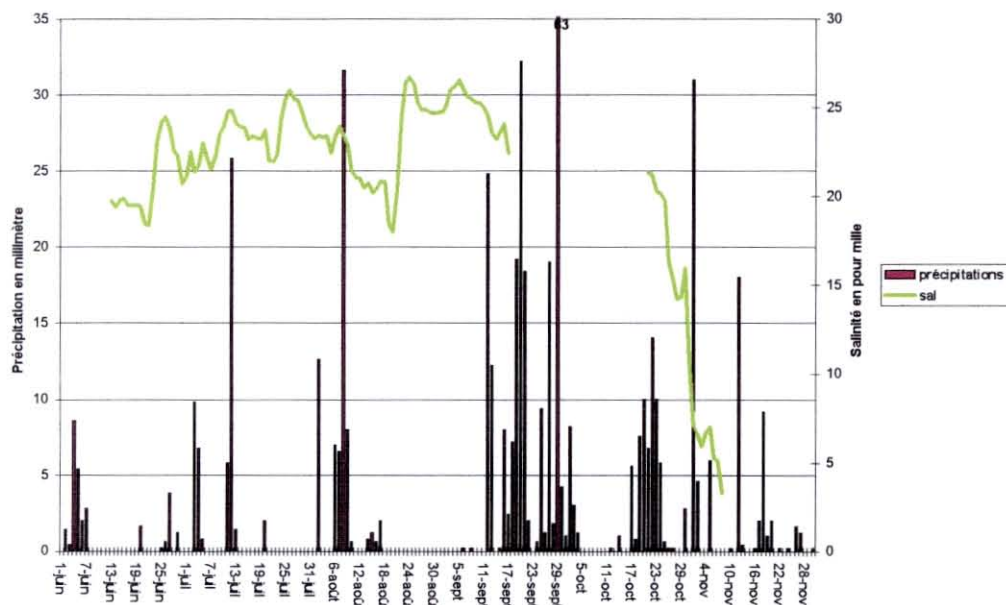


Figure 14 : Evolution de la salinité moyenne journalière et de la pluviométrie journalière (météo La Rochelle).

Tableau 1 : Evaluation de quelques débits au niveau du barrage de St Savinien et de la Boutonne (données Service Maritime de Rochefort).

Dates	Débit barrage de St Savinien (m ³ s ⁻¹)	Débit de la Boutonne (m ³ s ⁻¹)
6 et 7 septembre	15 à 16	
15 septembre		0
21 septembre	34	
10 au 15 octobre	> 60	
12 octobre		16
19 octobre		12
26 octobre	46	26
10 novembre	> 60	37

IV. DISCUSSION

L'année 1999 fut une année pluvieuse. L'analyse préliminaire des informations générales sur l'évolution de la salinité peut nous permettre de classer les résultats en 4 catégories :

- 1- La première représente le schéma d'évolution générale. L'évolution de la salinité est soumise directement au rythme de la marée. En situation normale, la salinité augmente avec le flot et diminue avec le jusant.
- 2- L'influence du coefficient de la marée est caractérisée par un écart plus important de la salinité entre la pleine mer et la basse mer en marées de vives-eaux. Ce phénomène est logiquement moins sensible en marée de mortes-eaux.
- 3- L'absence de pluies en période estivale peut être caractérisée par un maintien des salinités moyennes journalières proches des concentrations océaniques. Ces salinités élevées traduisent des apports d'eaux douces limités de fin août à début septembre.
- 4- L'évolution de la salinité est directement influencée par les précipitations. Le phénomène de forte chute de salinité début novembre est consécutif aux fortes pluies de septembre, donc à l'augmentation des débits des rivières (i.e., Charente, Boutonne).

L'évolution de la température permet de caractériser l'évolution de masse d'eau sous influence océanique ou dulçaquicole. L'influence saisonnière est également mise en évidence par la différence de température entre les eaux océaniques et continentales. Les premières sont plus fraîches en été et plus chaudes en hiver à l'inverse des secondes.

V. CONCLUSION

Le matériel déployé, sonde multiparamétrique Ysi 6920, a permis d'acquérir en continu un premier ensemble de données sur la salinité et la température de l'estuaire de la Charente. Ce matériel apparaît approprié pour répondre aux objectifs fixés.

Les données enregistrées caractérisent différents scénarios correspondant aux évolutions cycliques du jusant et du flot, des coefficients de marée, des précipitations, des débits de Charente et d'une petite période de sécheresse.

Il apparaît nécessaire de pérenniser ce suivi pour valider l'ensemble des informations et permettre l'analyse de séries temporelles en salinité et température.

La base de données qui découlera des suivis pluriannuels permettra une meilleure compréhension des phénomènes estuariens observés à l'embouchure de la Charente et notamment d'évaluer l'effet des sursalures en période d'étiage des rivières au niveau de l'estuaire. Le couplage de ces informations avec les présences larvaires et l'intensité du captage permettra également de préciser les conditions environnementales optimales pour celui-ci.

VI. BIBLIOGRAPHIE

- Faury N., D. Razet, P. Soletchnik, P. Gouletquer, J. Ratiskol et J. Garnier, 1999. **Hydrologie du bassin de Marennes-Oléron. Analyse de la base de données « RAZLEC » 1977-1995.** Rapport DRV/RA/LCPC/99-12, 52 p.
- Soletchnik P., N. Faury, D. Razet and P. Gouletquer, 1998. **Hydrology of the Marennes-Oléron bay. Seasonal indices and analysis of trends from 1978 to 1995.** *Hydrobiologia*, 386 : 131-146.
- Héral, M., D. Razet,, J.M. Deslous-Paoli, F. Manaud, I. Truquet et J. Garnier, 1984. **Hydrologie du Bassin de Marennes-Oléron. Résultats du réseau national d'observation de 1977 à 1984.** *Ann. Soc. Sci. Nat. Char. Mar.*, 7 : 259-277.