

ETAPE 2 : BILAN DE LA CAMPAGNE DE MESURE

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. INTRODUCTION | 5 | 3.3.5 Evènement n°5 : 12 Août 2008 | 52 |
| 2. MATERIEL ET METHODES..... | 6 | 3.3.6 Evènement n°6 : 7 au 8 octobre 2008 | 53 |
| 2.1 Suivi météorologique | 6 | 3.3.7 Evènement n°7 : 31 octobre au 6 novembre 2008 | 55 |
| 2.1.1 Mesures de vent | 6 | 3.3.8 Evènement n°8 : 8 et 9 décembre 2008 | 58 |
| 2.1.2 Pluviomètres | 6 | 3.3.9 Evènement n°9 : 31 janvier au 7 février 2009 | 58 |
| 2.1.3 Prédicit | 6 | | |
| 2.2 Suivi du bassin versant | 6 | 4. SYNTHESE | 62 |
| 2.2.1 Suivi continu du bassin versant | 6 | 4.1 Bilan des contaminations dans la lagune | 62 |
| 2.2.2 Suivi ponctuel du bassin versant | 8 | 4.2 Principales sources de production d'<i>E. coli</i> identifiées | 63 |
| 2.2.3 Suivi des systèmes d'assainissement | 9 | 4.2.1 En temps sec | 63 |
| 2.3 Suivi de la lagune | 10 | 4.2.2 En temps de pluie | 63 |
| 2.3.1 Stratégie de mesures et de prélèvements | 10 | 4.3 Principaux apports en sels nutritifs mesurés | 66 |
| 2.3.2 Prélèvements d'eau et de coquillages | 11 | 4.3.1 Variabilité spatiale et contextuelle des apports en nutriments mesurés | 66 |
| 2.3.3 Mesures et analyses hydrologiques | 11 | 4.3.2 Caractérisation des sources d'apports en nutriments | 66 |
| 2.3.4 Analyses microbiologiques | 11 | 5. CONCLUSIONS / PERSPECTIVES..... | 70 |
| 2.3.5 Dénombrement des oiseaux | 12 | 6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 71 |
| 3. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE | 13 | | |
| 3.1 Suivi annuel | 13 | | |
| 3.1.1 Suivi météorologique annuel | 13 | | |
| 3.1.2 Suivi continu du bassin versant | 22 | | |
| 3.1.3 Suivi annuel de la lagune | 34 | | |
| 3.2 Suivis de temps sec | 42 | | |
| 3.2.1 Suivi de la qualité des cours d'eau du territoire de la CCNBT par la police de l'eau | 42 | | |
| 3.2.2 Suivi de la qualité des exutoires de l'étang de Thau par la Cellule Qualité des Eaux de la Direction Régionale de l'Environnement (DRE-CQEL) | 43 | | |
| 3.2.3 Suivis réalisés en temps sec sur le bassin versant et dans la lagune dans le cadre d'OMEGA Thau | 45 | | |
| 3.3 Suivis de temps de pluie | 46 | | |
| 3.3.1 Evènement n°1 : 17 septembre 2007 | 46 | | |
| 3.3.2 Evènement n°2 : 4 au 5 octobre 2007 | 47 | | |
| 3.3.3 Evènement n°3 : Prévission de pluie pour le 19 novembre 2007 | 49 | | |
| 3.3.4 Evènement n°4 : 2 au 5 janvier 2008 | 50 | | |

ANNEXES

**ANNEXE 1 - PROTOCOLE POUR LA REALISATION DES CAMPAGNES DE MESURES SUR LE BASSIN
VERSANT**

ANNEXE 2 - FICHES DESCRIPTIVES DES POINTS DE SUIVI CONTINU DU BASSIN VERSANT

**ANNEXE 3 - CARTES GENERALE ET SECTORIELLES D'INVENTAIRE DES SOURCES DE CONTAMINATION
MICROBIOLOGIQUE DE L'ETANG DE THAU, ET POINTS DE SUIVI BASSIN VERSANT DE LA CAMPAGNE DE
MESURES**

ANNEXE 4 - PROTOCOLE POUR LA REALISATION DES CAMPAGNES DE MESURES DANS LA LAGUNE

**ANNEXE 5 - RESULTATS DU SUIVI DE TEMPS SEC DE LA POLICE DE L'EAU SUR LE TERRITOIRE DE LA
CCNBT**

ANNEXE 6 - RESULTATS DU SUIVI DES EXUTOIRES LAGUNAIRES DE LA DRE-CQEL

ANNEXE 7 – SYNTHESE JOURNALIERE DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES

ANNEXE 8 - ETUDE DES CONTAMINATIONS MICROBIOLOGIQUES PAR TEMPS SEC DE L'ETANG DE THAU

**ANNEXE 9 - RAPPORTS D'EVENEMENTS DES CAMPAGNES DE TEMPS DE PLUIE DE L'ETAPE 2 &
RESULTATS DES CAMPAGNES DE MESURES REALISEES DANS LE CADRE DU SCHEMA DIRECTEUR
D'AMENAGEMENT PLUVIAL DE SETE**

FIGURES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Localisation des pluviomètres de la campagne de mesures | 7 |
| Figure 2 : Localisation des points de suivi débitmétrique fixe et mobile..... | 8 |
| Figure 3. Localisation des points de suivi de coquillages et d'eau dans le cadre de la stratégie lagune | 10 |
| Figure 4. Cumuls de septembre à septembre de 1950 à 2009 à la station météorologique de Sète | 13 |
| Figure 5. Pluie journalière (mm/j) de septembre 2007 à février 2009 mesurée à la station de Sète, et minimale et maximale calculée sur l'ensemble des stations suivies | 14 |
| Figure 6. Cumuls mensuels pour chaque pluviomètre | 16 |
| Figure 7. Ecart-type et coefficient de variation mensuels..... | 17 |
| Figure 8. Inventaire des événements suivis et d'un cumul de plus de 30 mm | 20 |
| Figure 9. Suivi annuel de l'indice d'humidité des sols | 21 |
| Figure 10. Rose des vents pour la période du 01/09/2007 au 10/04/2008 niveau de la station météorologique du sémaphore de Sète (données Météo France). | 21 |
| Figure 11. Roses des vents pour la période du 11/04/2008 au 28/02/2009 niveau des stations météorologiques du sémaphore de Sète (données Météo France), des tables Ifremer à Marseillan et dans la Crique de l'Angle (données CNRM-Ifremer). | 21 |
| Figure 12 : Débits des cours d'eau suivis entre le 01/09/07 et le 15/02/09, et identification des épisodes suivis | 24 |
| Figure 13 : Conductivité, température, pH, turbidité et débit de la Vène au point de suivi OMEGA Thau P57triA, et conductivité, température, turbidité aux points SDEI Frescaly et Sanglier, du 15/09/08 au 01/05/08 | 25 |
| Figure 14 : Débit de la Vène au point de suivi OMEGA Thau P57triA, et conductivité, température, turbidité, oxygène dissous aux points SDEI Frescaly et Sanglier, du 01/08/08 au 01/03/09 | 26 |
| Figure 15 : Conductivité, température, pH, turbidité et débit du Pallas à Mèze du 16/04/08 au 16/02/09..... | 27 |
| Figure 16. Répartition des postes de relevage du territoire par chaîne de transfert et par nombre de déclenchement d'alarmes de niveau haut | 29 |
| Figure 17 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Gigan..... | 30 |
| Figure 18 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Marseillan Pradels..... | 30 |
| Figure 19 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Pinet-Pomérols..... | 31 |
| Figure 20 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Poussan-Bouzigues | 31 |
| Figure 21 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Mèze-Loupian | 32 |
| Figure 22 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Montbazin..... | 32 |
| Figure 23 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Villeveyrac..... | 33 |
| Figure 24. Hauteur d'eau (données CQEL-LR) mesurée dans les canaux de Sète et pression atmosphérique (données Météo-France) mesurée au Sémaphore de Sète d'octobre 2007 à février 2009. Les événements pluvieux n°3 à n°9 sont indiqués en bleu ciel..... | 34 |
| Figure 25. salinité (en unités PSU – courbes bleues) et température (en °C – courbes vertes) mesurées en 2007 au niveau des points C2 (à gauche) et C10 (à droite) en sub-surface (couleurs foncées) et au fond (couleurs claires). Pour faciliter la lecture, le signal est lissé (moyenne glissante sur 5 heures)..... | 35 |
| Figure 26. salinité (en unités PSU) mesurée en 2008 au niveau des points C2 (en haut) et C10 (en bas) en sub-surface (bleu foncé) et au fond (bleu clair). Pour faciliter la lecture, le signal est lissé (moyenne glissante sur 5 heures)..... | 35 |
| Figure 27. température de l'eau (en °C) mesurée en 2008 au niveau des points C2 (en haut) et C10 (en bas) en sub-surface (vert foncé) et au fond (vert clair). Pour faciliter la lecture, le signal est lissé (moyenne glissante sur 5 heures). | 35 |
| Figure 29. Résultats des détections (présence/absence) et quantifications de Norovirus G1 et G2 (nombre de copies/Litre) au niveau des exutoires des cours d'eaux du Pallas, La Vène, Les Fontanilles et du Canal des Salins à Mèze..... | 39 |
| Figure 30. Résultats des détections (présence/absence) et quantifications de Norovirus G1 et G2 (nombre de copies/g de glande digestive) au niveau des points CE10, CE2, CE4 en surface et profondeur et CE5, CE11, CE16 et CE21 en surface..... | 40 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 31. Taux d'incidence et seuil épidémique (cas pour 100 000 habitants) des diarrhées aiguës survenues en Languedoc-Roussillon des semaines 2007-33 à 2008-36 (Réseau Sentinelles), pluviométrie enregistrée à la station MF de Sète et cumul moyen sur le bassin versant des principaux événements pluvieux (mm). | 41 |
| Figure 32. Taux d'incidence et seuil épidémique (cas pour 100 000 habitants) des diarrhées aiguës survenues en Languedoc-Roussillon des semaines 2007-33 à 2008-36 (Réseau Sentinelles) et logarithme du nombre de Novovirus GI et GII quantifiés au niveau des points « P » de suivi du bassin versant (nb/Litre) et de la lagune « CE » (nb/100g de chair de coquillage). | 41 |
| Figure 33. Localisation des sites de baignade de l'étang de Thau (les couleurs indiquent la qualité des prélèvements du 20 au 24 juillet 2009) (DDASS 34, 2009). | 42 |
| Figure 34. Résultats des dénombrements d'E. coli effectués sur les échantillons de coquillages (en orange) en nb / 100 g de CLI et d'eau (en bleu) en nb / 100 mL par temps sec au cours de l'étape 2 d'OMEGA, d'août 2007 à septembre 2008, au niveau des points C10 et C2 en surface et profondeur, C21 et C11 en surface. | 45 |
| Figure 35. Répartition en boîte à moustache des valeurs de concentrations en E. coli (en log10) dans les coquillages prélevés en surface au niveau de tables d'ortoirs ou des tables témoins les 15 et 28 mars, 31 juillet 2008 et pour les 4 campagnes cumulées. | 45 |
| Figure 36 : Trajet suivi par une particule de poids nul sous l'effet du vent enregistré du 29 septembre au 10 octobre 2007 par les stations Météo France de Fréjorgues (en bleu) et de Pézenas (en vert). | 47 |
| Figure 37 : Évènement n°2 - Du 4 oct. au 5 oct.07 - Zones BV suivies, principaux apports en E.coli identifiés et principaux secteurs de la lagune contaminés..... | 49 |
| Figure 38 : Trajet suivi par une particule de poids nul sous l'effet du vent enregistré du 1er au 10 janvier 2008 par la station Météo France de Fréjorgues. | 50 |
| Figure 39 : Évènement n°4 - Du 2 jan. au 5 jan.08 - Zones BV suivies, principaux apports en E.coli identifiés et principales zones de la lagune contaminées. | 52 |
| Figure 40 : Trajet suivi par une particule de poids nul sous l'effet du vent enregistré du 6 au 10 octobre 2008 par les stations du CNRM sur l'étang de Thau : Zone conchylicole de Marseillan (en bleu) ; dans la Crique de l'Angle (en vert)..... | 53 |
| Figure 41 : Évènement n°6 - Du 7 oct. au 8 oct.08 - Zones BV suivies, principaux apports en E.coli identifiés et principales zones de la lagune contaminées. | 54 |
| Figure 42 : Trajet suivi par une particule de poids nul sous l'effet du vent enregistré du 29 octobre au 10 novembre 2008 par les stations du CNRM sur l'étang de Thau : Zone conchylicole de Marseillan (en bleu) ; dans la Crique de l'Angle (en vert). | 55 |
| Figure 43 : Évènement n°7 - Du 31 oct. au 6 nov.08 - Zones BV suivies, principaux apports en E.coli identifiés et principales zones de la lagune contaminées. | 57 |
| Figure 44 : Trajet suivi par une particule de poids nul sous l'effet du vent enregistré du 28 janvier au 13 février 2009 par les stations du CNRM sur l'étang de Thau : Zone conchylicole de Marseillan (en bleu) ; dans la Crique de l'Angle (en vert). | 58 |
| Figure 45 : Évènement n°9 - Du 31 jan. au 7 fév.09 - Zones BV suivies, principaux apports en E.coli identifiés et principales zones de la lagune contaminées. | 60 |
| Figure 46. Evolution du facteur d'accumulation (logFE) en fonction de la concentration en E. coli dans l'eau (log_Ecoli_Eau) (variables transformées en log10). Les coefficients de corrélations linéaires sont indiqués pour les données de temps de pluie, de temps sec et pour toutes les données cumulées. | 63 |
| Figure 47 : Flux Maximaux Journaliers (FMJ) en E. coli mesurés aux principaux exutoires du bassin de Thau. | 65 |
| Figure 48 : Synthèse des apports en nutriments mesurés aux exutoires des bassins versants suivis. | 67 |
| Figure 49 : Caractérisation des sources d'apports en nutriments des bassins versants suivis | 69 |

TABLEAUX

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Récapitulatif des événements suivis au cours de l'étape 2 & secteurs du bassin de Thau investigués au cours de ces événements..... | 9 |
| Tableau 2 . Statistiques des cumuls de pluie de septembre à septembre de 1950 à 2009 à la station météorologique de Sète..... | 13 |
| Tableau 3 . Cumul mensuel pour chaque pluviomètre..... | 15 |
| Tableau 4 . Cumul global d'octobre 2007 à Février 2009 pour chaque pluviomètre..... | 16 |
| Tableau 5 . Bilan des événements suivis | 16 |
| Tableau 6 . Spatialisation des cumuls globaux d'octobre 2007 à Février 2009 | 17 |
| Tableau 7 . Moyenne des cumuls mensuels pour chaque pluviomètre | 17 |
| Tableau 8 . Cumuls pour chaque événement pluvieux suivi | 18 |
| Tableau 9 : Corrélation pluviométrie au sol /données radar pour l'évènement n°2 | 18 |
| Tableau 10 : Corrélation pluviométrie au sol / données radar pour l'évènement n°4 | 18 |
| Tableau 11 : Corrélation pluviométrie au sol / données radar pour l'évènement n°6 | 18 |
| Tableau 12 . Corrélation pluviométrie au sol / données radar pour l'évènement n°7..... | 18 |
| Tableau 13 . Corrélation pluviométrie au sol / données radar pour l'évènement n°9..... | 19 |
| Tableau 14 . Analyse de la prévision météorologique des événements enregistrés de plus de 30 mm ainsi que des événements suivis pendant la campagne de mesure..... | 19 |
| Tableau 15 . Valeurs caractéristiques des débits enregistrés aux points de suivi continu par événement | 22 |
| Tableau 16 . Bilan des événements de temps sec déclarés sur les réseaux d'assainissement de septembre 2007 à juin 2009..... | 28 |
| Tableau 17 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Gigean (6000 EH) | 30 |
| Tableau 18 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Marseillan Pradels (32000 EH) | 30 |
| Tableau 19 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Pinet-Pomérols (3000 EH) | 31 |
| Tableau 20 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Poussan-Bouzigues (6700 EH hors saison, 8700 EH en saison estivale)..... | 31 |
| Tableau 21 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Mèze-Loupian (12 350 EH hors saison, 20 900 EH en saison estivale) | 32 |
| Tableau 22 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Montbazin (4500 EH)..... | 32 |
| Tableau 23 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Villeveyrac (3500 EH) | 33 |
| Tableau 24 : Flux maximum et moyen en E. coli en sortie des lagunages pour chaque événement suivi | 33 |
| Tableau 25 : Seuils réglementaires pour le classement des eaux de baignade. | 41 |
| Tableau 26 : Résultats des prélèvements effectués en 2008 et 2009 et classements des années 2003 à 2007 pour les sites baignade de l'étang de Thau (http://www.herault.pref.gouv.fr ,). | 42 |
| Tableau 27 . Médiane, moyenne et écart-type du facteur d'enrichissement en fonction des saisons et des conditions météorologiques (temps sec / pluie)..... | 63 |

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du Contrat Qualité Thau, dont l'objectif est une reconquête de la qualité microbiologique du Bassin de Thau, le projet OMEGA Thau (Outil pour le Management Environnemental et la Gestion des Avertissements), vise à élaborer un outil d'aide à la décision pour les investissements publics sur le bassin versant, ainsi qu'un système d'anticipation des risques de pollution microbiologique à destination des usagers (conchyliculteurs, communes) et gestionnaires de la lagune de Thau. Ce projet est porté par le Syndicat Mixte du Bassin de Thau, et regroupe des partenaires techniques sur la lagune et le bassin versant (Ifremer, EGIS Eau, BRLi, CABT, CCNBT, Agence de l'eau RMC).

Ce rapport restitue l'ensemble des résultats des campagnes de mesures menées simultanément sur le bassin versant et dans la lagune entre septembre 2007 et février 2009, dans le cadre de l'étape 2 de la phase 1 du projet OMEGA Thau. L'objectif de cette étape est l'acquisition de l'ensemble des données nécessaires à la construction, validation et calibration des modèles bassin-versant et lagune qui devront être mis en œuvre dans le cadre des étapes 3 et 4 de la phase 1, étapes de développement de l'outil d'aide à la décision et du système d'avertissement. La stratégie d'échantillonnage mise en œuvre dans le cadre de cette étape a été définie à l'issue de l'étape 1 du projet « Connaissance globale du fonctionnement hydrographique et hydraulique du bassin versant - caractérisation des sources de pollution du bassin versant » afin de :

- quantifier des apports de contaminants microbiologiques en provenance de chaque type de source et chaque exutoire critique du bassin versant définis à l'issue de l'étape 1,
- d'étudier l'impact de ces flux polluants sur la contamination des eaux lagunaires et des coquillages,
- suivre des indicateurs potentiels d'avertissement des contaminations sur le bassin versant et/ou dans la lagune (paramètres météorologiques, hydrologiques, épidémiologiques ...),
- quantifier les paramètres physico-chimiques (sels nutritifs).

Pour mener à bien ces campagnes, l'ensemble des partenaires techniques Ifremer, EGIS Eau, BRLi, CABT, CCNBT, SMBT ont été mobilisés, avec le soutien complémentaire de :

- la Section Régionale Conchylicole Méditerranée pour la mise à disposition des coquillages prélevés sur les tables conchylicoles au cours des suivis,
- le Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon pour la reconnaissance et les dénombrements d'oiseaux sur les tables conchylicoles,
- la Direction Régionale de l'Équipement pour la réalisation de prélèvements et analyses complémentaires au niveau des exutoires du bassin versant lors du suivi des épisodes pluvieux,
- des exploitants des réseaux Lyonnaise des Eaux, Veolia Eau,
- des sociétés sous-traitantes PAPERI, P2A Développement, PREDICT, Laboratoire Départemental Vétérinaire de l'Hérault, CEERAM, IPL Montpellier.

2. MATERIEL ET METHODES

Cette partie présente succinctement les types de suivi réalisés sur le territoire de Thau durant l'étape 2 du programme OMEGA Thau, entre septembre 2007 et février 2009, et les modifications qui y ont été apportées. Pour plus de précision, le lecteur pourra se référer aux protocoles de mesures validés à l'issue de l'étape 1, et aux différents rapports d'évènements de la campagne de mesures, disponibles en Annexes 1 à 10 de ce document.

2.1 SUIVI METEOROLOGIQUE

2.1.1 Mesures de vent

Les mesures de vent (vitesse et direction) présentées dans ce rapport correspondent aux données tri-horaires enregistrées par Météo France au sémaphore de Sète pour la période de septembre 2007 à février 2009 (Figure 10 et Figure 11) et aux données fournies par les stations d'acquisition automatique Campbell installées par le CNRM (Centre National de Recherche Météorologique) de Météo France sur une table conchylicole de Marseillan et dans la Crique de l'Angle pour la période d'avril 2008 à février 2009 (Figure 11).

2.1.2 Pluviomètres

L'acquisition des mesures de pluie repose sur un parc de 7 pluviomètres implantés de manière homogène dans les bassins versants bordant l'étang de Thau. Les pluviomètres de Sète et Villeveyrac existaient avant l'étude, cinq ont été ajoutés spécialement pour cette campagne de mesures. Les gestionnaires et lieux d'implantation sont décrits ci-dessous :

- Météo France : Sète
- CCNBT : STEP de Villeveyrac
- EGIS EAU : Lagunage de Poussan
- PAPERI : Lagunage de Mèze, Lagunage des Onglous, Mas de Plagnol, Cimetière de Pomérols.

2.1.3 Prédicit

Prédicit était en charge de la prévision météorologique, d'alerter (à J-3) les personnes chargées des opérations de terrain qu'un évènement concernant la zone intéressée était probable et leur donner la répartition spatiale et temporelle prévisible.

Lors des campagnes de mesure, Prédicit a effectué un suivi en temps réel de l'épisode pluvieux afin d'informer les personnes chargées des opérations de terrain sur le déroulement de cet épisode (durée, intensité, fin...).

Prédicit a fourni a posteriori les images radars de l'évènement. Elles présentent les cumuls des pluies sur l'ensemble de l'épisode et donnent les mouvements des masses pluvieuses, quart d'heure par quart d'heure. Cet outil est intéressant quant à la validation des mesures pluviométriques de terrain.

2.2 SUIVI DU BASSIN VERSANT

2.2.1 Suivi continu du bassin versant

2.2.1.1 Débit des cours d'eau

L'instrumentation mise en œuvre dans le cadre du suivi continu des apports du bassin versant de l'étang de Thau a permis l'acquisition des valeurs de débit du 1^{er} septembre 2007 au 15 février 2009 (soit près de 18 mois) aux points fixes suivants (Figure 2):

- exutoire des Fontanilles à Marseillan (P157),
- exutoire du Soupié à Marseillan (P159),
- exutoire du Sesquier à Mèze (P30),
- le Pallas à Mèze (P30bis),
- le Bourbou à Loupian¹ (P31bis) jusqu'au 8 décembre 2008,
- exutoire de l'étang des Moullières à Poussan (P57bis),
- la Vène à Poussan (P57 tris A).

et aux points de suivi mobiles suivants :

- exutoire de l'Aygues-Vacques du 01/09/07 au 19/11/07 (P5),
- exutoire du Joncas du 20/11/07 au 09/01/08 (P41).
- exutoire du canal du moulin ou Agau à Balaruc-le-Vieux (P58) du 08/12/08 au 15/02/09.

2.2.1.2 Qualité des cours d'eau

La SDEI exploite 2 stations de suivi multi-paramètres installées en 2 points de la Vène, aux lieux-dits « Sanglier » et « Frescaly », situés respectivement à l'amont et à l'aval de Gigean. Les paramètres suivis sont la turbidité, la température, l'oxygène dissous, la conductivité et le potentiel redox.

D'autre part, conformément au protocole de la campagne de mesures de l'étape 2, une sonde mesurant les paramètres turbidité, pH, température et conductivité a été installée d'octobre 2007 à février 2009 successivement dans la Vène et le Pallas.

Cette sonde, initialement installée au point de suivi fixe du Pallas (P30bis) au début de la campagne de mesures, en octobre 2007, a été déplacée au point de suivi fixe de la Vène (P57triA) le 19/11/07 pour disposer d'un jeu de données concomitantes avec celles du réseau SIRENE de la SDEI. La sonde a été réinstallée au point de suivi du Pallas (P30bis) à partir du 25/04/08, et jusqu'à la fin de la campagne de mesures.

¹ **Note** : Ce point expérimental a été positionné en sortie du centre-ville de Loupian, de manière à observer le comportement d'un bassin versant censé ne collecter que des eaux de ruissellement urbain, sans contamination par des eaux usées (réseaux strictement séparatifs)

Figure 1 : Localisation des pluviomètres de la campagne de mesures



Figure 2 : Localisation des points de suivi débitmétrique fixe et mobile

2.2.2 Suivi ponctuel du bassin versant

2.2.2.1 Prélèvements d'eau aux points de suivi continu

Des préleveurs automatiques ont été installés au niveau de l'ensemble des points de débitmétrique continue lors des 7 premiers évènements (Tableau 1), et uniquement au niveau des 3 points situés dans la Crique de l'Angle (P57bis, P57triA, P58) lors des 2 derniers évènements.

Les paramètres de programmation (seuil de déclenchement et stratégie d'échantillonnage) de ces appareils sont présentés dans chaque rapport d'évènement.

Les analyses réalisées sur les échantillons prélevés concernent les paramètres *Escherichia coli* (*E. coli*), Matières en Suspension (MES), Demande Chimique en Oxygène (DCO), Demande Biologique en Oxygène (DBO₅), Azote Kjeldahl (NTK) et Phosphore total (Pt).

2.2.2.2 Prélèvements d'eau et mesure de débit instantané aux points de suivi ponctuel

Un secteur zoom a été défini pour chaque campagne de mesures. Les points de suivi ponctuel de ces secteurs, définis à l'issue de l'étape 1, ont été échantillonnés en débit et prélèvements d'eau à fin d'analyse des paramètres *E. coli*, MES et DCO.

D'autre part, certains épisodes pluvieux ont fait l'objet, avec l'appui de la DRE-CQEL, de la CCNBT et du SMBT, de suivis complémentaires rappelés dans le tableau ci-après.

Au total, les partenaires du programme OMEGA Thau ont été mobilisés pour le suivi de 9 évènements pluviométriques ; 5 évènements ont été suivis simultanément sur le bassin versant et la lagune, 2 n'ont été suivis qu'en lagune, et 2 n'ont finalement pas été suivis (annulation de campagne).

Tableau 1 : Récapitulatif des évènements suivis au cours de l'étape 2 & secteurs du bassin de Thau investigués au cours de ces évènements

| Evènement | Secteur zoom | Suivi complémentaire |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| n°1 – Pluie du 17 Sept. 2007 | Pas de suivi BV | |
| n°2 – Pluie des 4 et 5 Oct. 2007 | Secteur 3 – Mèze, de la Conque à l'exutoire du Bourbou | Réseau pluvial du centre-ville de Marseillan & Canal du Midi |
| n°3 – Pluie non survenue – 19 Nov. 2007 Campagne annulée | Secteur 2 – De Marseillan (Montpenèdre) à Mèze (Amoutous) | |
| n°4 – Pluie du 2 au 5 Janv. 2008 | Secteur 2 – De Marseillan (Montpenèdre) à Mèze (Amoutous) | |
| n°5 – Pluie du 12 Août 2008 | Pas de suivi BV | |
| n°6 – Pluie du 8 Oct. 2008 | Secteur 1 – Marseillan, des Pradels à Montpenèdre | Réseau pluvial du centre-ville de Mèze & Aygues-Vacques |
| n°7 – Pluie du 1er au 6 Nov. 2008 | Secteur 1 – Marseillan, des Pradels à Montpenèdre | Réseau pluvial du centre-ville de Mèze, Aygues-Vacques et milieux récepteurs des lagunages de Mèze et Poussan-Bouzigues |
| n°8 – Pluie du 8-9 Déc. 2008 Campagne annulée | Secteur 4 – De Loupian (Ruisseau des Vignaux) à Balaruc-le-Vieux | Secteur 5 – De Balaruc-les-Bains à Sète |
| n°9 – Pluie du 31 Janv. au 4 Fév. 2009 | Secteur 4 – De Loupian (Ruisseau des Vignaux) à Balaruc-le-Vieux | Canal du Rhône à Sète et Canal Royal de Sète |

Les cartes présentant l'inventaire des sources de contamination microbiologique du bassin versant identifiées lors de l'étape 1 du projet et les points de mesure de l'étape 2 sont présentées en Annexe 3.

Au final, les campagnes de mesures de temps de pluie ont permis d'échantillonner et estimer les apports de plus de 40% des volumes écoulés et mesurés aux débouchés des cours d'eau ou réseaux pluviaux durant les 18 mois de suivi de l'étape 2, avec :

- plus de 800 analyses du paramètre E. coli,
- près de 600 analyses du paramètre MES,
- près de 350 analyses du paramètre DCO,
- plus de 70 analyses² des paramètres DBO5, NTK et Pt.

² Ce nombre d'échantillons est moins élevé puisqu'il s'agit d'échantillons moyens, représentatifs de la qualité moyenne de volumes écoulés pendant 12h à 24h selon le programme d'échantillonnage retenu.

2.2.3 Suivi des systèmes d'assainissement

2.2.3.1 Suivi des réseaux de collecte et transfert des eaux usées

Les réseaux d'assainissement ont été suivis à travers les données de l'autosurveillance des postes de relevage (PR) et déversoirs d'orage (DO) du territoire. Les historiques de dysfonctionnements de l'ensemble des ouvrages suivis ont été recueillis par la Communauté d'Agglomération du Bassin de Thau (CABT) auprès des fermiers. Une attention particulière (déplacements sur site en cas d'alarme) a été portée sur les ouvrages les plus sensibles, dont la liste avait été établie suite au diagnostic de l'étape 1 du programme OMEGA Thau.

Ce recueil de données sur le fonctionnement des réseaux d'eaux usées inclut les données de l'instrumentation installée sur le trop-plein du nouveau PR « Serpentin » à Balaruc-les-Bains (débitmètre et préleveur automatique ; installé en 2008), sur celui du PR/DO « Théâtre - Cœur de Ville » à Marseillan (débitmètre et préleveur automatique ; installé fin 2007), et sur les DO « Péri », « De Gaulle », « Paul Valéry », et « Montmorency » à Sète (débitmétrie).

2.2.3.2 Suivi des stations de traitement des eaux usées

7 stations d'épuration sur les 12 présentes sur le bassin versant de l'étang de Thau ont fait l'objet d'un suivi particulier lors des campagnes de mesure :

- CABT : Gigan, Marseillan Pradels,
- Communauté de Communes du Nord du Bassin de Thau (CCNBT) : Mèze-Loupian, Poussan-Bouzigues, Montbazin, Villeveyrac,
- Pinet-Pomérols.

Les 5 autres stations de traitement des eaux usées ne présentent pas un rejet susceptible d'atteindre la lagune. En effet, il est à noter que :

- la station des Eaux Blanches de Sète possède un émissaire de rejet en mer,
- les eaux sortant du lagunage des Onglous à Marseillan sont redirigées vers le lagunage de Marseillan Pradels,
- la station d'épuration ASF de l'aire de Gigan Nord ne possède pas de rejet significatif pouvant rejoindre l'étang puisque les eaux passent par un bassin d'infiltration en sortie de station,
- l'impact de la station d'épuration ASF de Poussan est négligeable du fait de sa faible capacité.
- l'impact du lagunage du Domaine de Bessille est négligeable selon le SATESE qui effectuait des mesures de qualité sur ce dispositif jusqu'en 1994. Le rejet présente un très faible débit en sortie uniquement sur 3 à 4 mois de l'année et il existe une distance importante entre le point de rejet et l'étang (supérieur à 9 km).

❖ Suivis annuels

- du suivi quotidien du débit entrant et sortant.
- de 1 à 2 bilans journaliers par mois (Débit, MES, DCO, DBO5, E. coli...) suivant les stations de traitement des eaux usées.

❖ Suivis par temps de pluie

Le protocole initial prévoyait la réalisation des prélèvements suivants : 1 bilan journalier le jour de la pluie (état zéro) et les deux jours suivants la pluie (évaluation de l'impact de l'apport d'eau de pluie dans les stations de type lagunage) puis à J+6 et un par semaine durant 3 semaines supplémentaires.

Ce protocole a été mis en place pour le 1er évènement pluvieux suivi en octobre 2007. Suite à cet épisode, le comité technique du projet OMEGA Thau a décidé une modification du protocole pour les campagnes de mesures suivantes : 1 bilan journalier le jour de la pluie (état zéro) et les sept jours suivants la pluie (J+1 à J+7) (évaluation de l'impact de l'apport d'eau de pluie dans les stations de type lagunage).

Les paramètres étudiés sont les suivants :

- Débit journalier entrée et sortie,
- Paramètres physico-chimiques : DCO, DBO5, MES, NTK et Pt,
- Paramètres microbiologiques : E. coli.

2.3 SUIVI DE LA LAGUNE

2.3.1 Stratégie de mesures et de prélèvements

La stratégie de mesures et prélèvements mises en œuvre dans la lagune est détaillée dans le rapport en Annexe 4.

2.3.1.1 Suivi annuel

Des prélèvements hebdomadaires d'eau et de coquillages (huîtres) en vue du dénombrement des *E. coli* et de mesures ponctuelles de la salinité et de la température ont été effectués au niveau des points C2 et C10 en sub-surface (-1 m) et en profondeur (+1 m) de septembre 2007 à septembre 2008, ainsi qu'en C11 et C21 en surface respectivement à partir de décembre 2007 et janvier 2008, et ce jusqu'en septembre 2008 (Figure 3). En C2 et C10, la température et de la salinité ont également été mesurées à haute fréquence, en sub-surface et au fond de la colonne d'eau, en continu pendant la période d'étude, afin de détecter d'éventuelles dessalures provoquées par des apports issus du bassin versant ou souterrains.

2.3.1.2 Campagnes de suivi de l'impact d'évènements pluvieux

Les campagnes de suivi de l'impact d'évènements pluvieux consistaient :

- avant le début de l'évènement pluvieux, en la réalisation d'un état initial de la qualité microbiologique des eaux et des coquillages de lagune accompagné de mesures hydrologiques,
- dès la fin de l'évènement pluvieux, le suivi de la qualité microbiologique (*E. coli*) et hydrologique (salinité, température) de la lagune par la réalisation de prélèvements d'eau et de coquillages et de mesures :
 - ◆ une fois par jour au niveau de 21 points couvrant l'ensemble des zones conchylicoles de la lagune (Figure 3) pour le suivi des évènements n°2, 4, 5, 6 et 7 (stratégie lagune),
 - ◆ deux fois par jour au niveau des points de prélèvements d'eau et de coquillages localisés dans le secteur zoom (stratégie zoom).

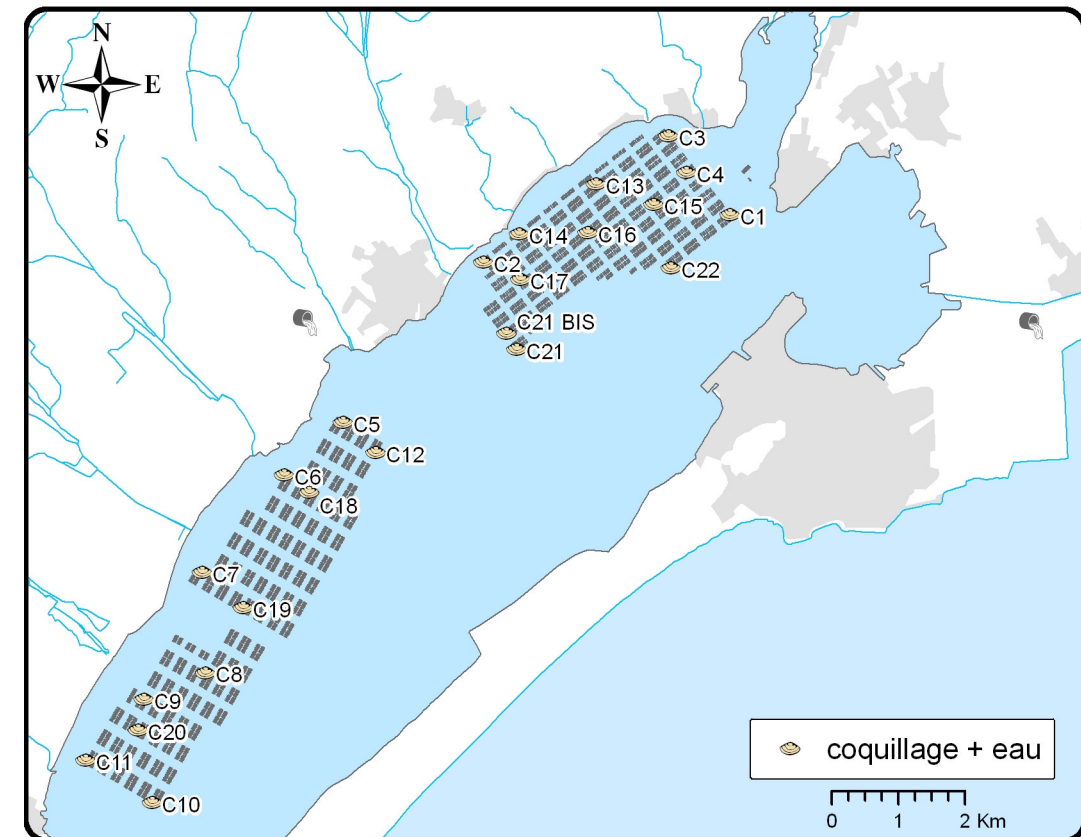


Figure 3. Localisation des points de suivi de coquillages et d'eau dans le cadre de la stratégie lagune

Pour chaque épisode pluvieux suivi, le secteur zoom a également fait l'objet :

- de mesures hydrologiques haute fréquence (salinité, température, turbidité) à l'aide de la sonde multiparamètres "Easyfish" tractée le long de trajets prédéfinis,
- de mesures hydrologiques haute fréquence en 4 points à l'aide de sondes fixes,
- une fois par jour, de prélèvements d'eau au niveau de 4 stations (dont une en surface et profondeur) en vue d'analyse des teneurs en MES et de mesures de la turbidité.

La description détaillée des suivis réalisés suite aux pluies (localisation des sondes fixes, trajets de la sonde multiparamètre, localisation des points suivis dans les secteurs zooms, localisation des points de suivi des MES et la turbidité) est présentée dans les rapports techniques d'évènement disponibles en Annexe.

Les campagnes d'octobre 2007 et janvier 2008 ont été complétées par un suivi à une fréquence hebdomadaire de la présence de norovirus (NoV gI, gII) au niveau de 5 points de prélèvements coquillages dans la lagune (Figure 3), C10 sub-surface, C10 profondeur, C2, C5 et C4 sub-surface et C4 profondeur) et de 4 points de prélèvement d'eau au niveau du bassin versant (La Vène, le Pallas, Les Fontanilles et l'exutoire de la STEP de Mèze). Ce suivi a été maintenu pendant 6 semaines suite aux pluies.

2.3.1.3 Campagnes de temps sec

Quatre campagnes de temps sec ont été organisées sur le secteur de Marseillan les 14 et 15 mars (1ère campagne), les 27 et 28 mars (2ème campagne) et les 30 et 31 juillet (3ème campagne), et sur le secteur de Bouzigues les 26 et 27 août (4ème campagne). Ces campagnes consistaient dans les secteurs d'étude :

- en la réalisation (l'après-midi) d'un d'état initial de la qualité microbiologique des eaux et des coquillages de lagune (*E. coli*), accompagné de mesures hydrologiques (salinité, température) (campagnes oiseaux n°2, 3 et 4),
- en un suivi des apports des principaux tributaires sur le bassin versant (campagnes oiseaux n°2, 3 et 4),
- à la tombée de la nuit, en la localisation des regroupements d'oiseaux sur les tables conchyliques, l'identification des espèces et le comptage des individus,
- le lendemain des observations d'oiseaux, au lever du jour, en la réalisation des prélèvements d'eau et de coquillages en vue d'analyses microbiologiques (*E. coli*, et bactériophages ARN-F+ uniquement pour les 2 premières campagnes) au niveau des "tables dortoirs", sur lesquelles des oiseaux avaient été localisés la nuit précédente et au niveau de "tables témoins", sans « oiseaux ». Ces prélèvements étaient accompagnés de mesures hydrologiques (salinité, température).

2.3.2 Prélèvements d'eau et de coquillages

Les mesures hydrologiques, les prélèvements d'eau et d'huîtres dans la lagune de Thau ont été effectués par des équipes Ifremer à partir de deux embarcations en aluminium, le Gryphea et le Chamys.

Les prélèvements d'eau ont été effectués à l'aide d'une perche à prélèvement pour les échantillons de surface et d'une bouteille hydrobios pour les échantillons en profondeur.

Les prélèvements de coquillages ont été effectués à partir d'huîtres de taille commerciale (2 à 4), collées ou en pochons et mises à disposition par les conchyliculteurs exploitant les tables concernées par les prélèvements. Les huîtres étaient positionnées en sub-surface, et pour certains points en profondeur.

Le transport des échantillons d'eau et de coquillages était effectué dans des glacières maintenues par des blocs de froid à une température comprise entre 1 et 4°C pour les échantillons d'eau, et 2 à 15°C pour les échantillons de coquillages.

2.3.3 Mesures et analyses hydrologiques

2.3.3.1 Ponctuelles



Les mesures ponctuelles de la température et de la salinité dans la lagune ont été réalisées par le LER/LR au moyen de sondes WTW LF 197 S. Des analyses des teneurs en MES (mg/l) et les mesures du niveau de turbidité (NTU) ont été effectuées par le Laboratoire Départemental Vétérinaire de l'Hérault (LDV34), respectivement selon les méthodes NF EN 872 / RB 51 et NF EN 27027.

2.3.3.2 Haute fréquence

Les mesures hydrologiques haute fréquence ont été effectuées :

- à l'aide de quatre sondes de mesures à haute fréquence (acquisition toutes les 10 minutes) TPS35 NKE-Micrel positionnées au niveau des stations fixes pour les paramètres salinité et température,
- à l'aide de la sonde hydrologique multi-paramètre tractée "Easyfish" qui permet l'acquisition de données de température, salinité, oxygène, fluorescence et turbidité géoréférencées par un système de positionnement global différentiel (D-GPS) le long de transects pré-définis pour chaque secteur zoom.

2.3.4 Analyses microbiologiques

Les analyses de recherche et de dénombrement des *Escherichia coli* dans les échantillons ont été effectuées :

- pour les échantillons d'eau, selon la méthode normalisée NF EN ISO 9308-3, méthode du nombre le plus probable, miniaturisée pour ensemencement en milieu liquide (Afnor, 1999) par le LER/LR et le LDV34,
- pour les échantillons de coquillages, selon la méthode normalisée NF V08-106 (Afnor, 2002), technique indirecte par impédancemétrie directe de dénombrement des *E. coli* dans les coquillages vivants, par le LER/LR.

Les bactériophages ARN F+ ont été dénombrés selon la technique de la double couche, décrite dans la norme ISO NF 10705-1 (Afnor, 1995). Les plages de lyse ont été transférées sur des membranes de nylon chargées positivement (Schaper *et al.*, 2000) en vue des hybridations avec les sondes décrites par Beekwilder *et al.* (1996) des 4 principaux génogroupes par le Laboratoire Ifremer MIC de Brest.

La détection et de quantification dans les eaux et dans les coquillages des novovirus des génogroupes I et II ont été réalisées selon des méthodes de biologie moléculaire par RT-PCR en temps réel spécifique pour chacun des 2 virus recherchés (Loisy *et al.*, 2005) par le CEERAM.

En complément des mesures hydrologiques acquises à haute fréquence au niveau des sondes déployées dans la lagune tout au long l'étape 2 du projet OMEGA Thau, les campagnes hebdomadaires, de temps sec et de suivi des événements a donné lieu à 130 embarquements au cours desquels ont été réalisés environ :

- 2 950 prélèvements d'échantillons d'eau ou de coquillages et d'analyses de dénombrements d'*E. coli*,
- 2 400 mesures ponctuelles de la salinité et de la température de l'eau,
- 100 analyses des teneurs en MES et mesures ponctuelles de turbidité dans des échantillons d'eau,
- 130 détections de Norovirus des génogroupes I et II, et quantifications en cas de présence dans des échantillons d'eau ou de coquillages,
- 110 analyses de dénombrements des bactériophages ARN spécifiques,
- 25 transects de mesures hydrologiques à haute-fréquence au moyen de la sonde "EasyFish".

2.3.5 Dénombrement des oiseaux

Les regroupements d'oiseaux sur les tables conchyliques ont été localisés à partir d'embarcations Ifremer par le LER/LR, aidé du Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon (CEN-LR) pour la 3^{ème} campagne « oiseaux » et du SMT pour la 4^{ème} campagne « oiseaux ». L'identification des espèces et le comptage des individus ont été effectués au moyen de jumelles (mises à disposition par l'ADENA). Pour les deux premières campagnes, les dénombrements n'ont concerné que les tables des points prélevés lors de l'état initial et les regroupements d'oiseaux de plus de 50 individus. Pour les deux dernières campagnes, les dénombrements ont concerné toutes les tables des secteurs étudiés.

Le protocole détaillé des campagnes réalisées par temps sec est détaillé dans le rapport technique disponible en Annexe 9.

3. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Cette partie présente de manière synthétique les principaux résultats de la campagne de mesures. Néanmoins, pour plus de précisions le lecteur pourra se référer aux différents rapports d’évènements.

3.1 SUIVI ANNUEL

3.1.1 Suivi météorologique annuel

3.1.1.1 Pluviométrie

3.1.1.1.1 Bilan global de la pluie

L’acquisition des données pluviométriques s’est déroulée entre les mois d’octobre 2007 et février 2009. Outre les suivis constants des 7 pluviomètres implantés autour de l’étang de Thau, cinq événements ont fait l’objet d’une campagne de mesure spécifique sur le terrain.

❖ Analyse statistique de la pluviométrie à la station Météo France de Sète

La Figure 4 présente les cumuls de pluie annuels à la station météorologique de Sète de septembre à septembre (année hydrologique dans la zone méditerranéenne) sur la période de 1950 à 2009.

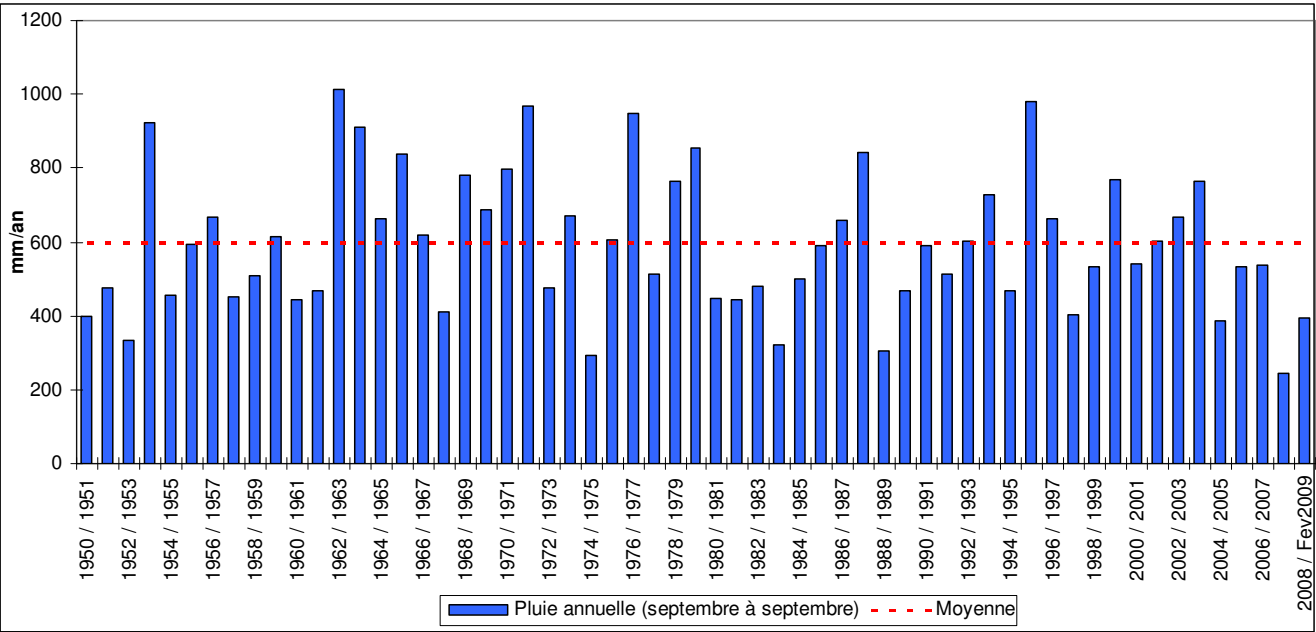


Figure 4. Cumuls de septembre à septembre de 1950 à 2009 à la station météorologique de Sète

Tableau 2. Statistiques des cumuls de pluie de septembre à septembre de 1950 à 2009 à la station météorologique de Sète

| CUMUL MINIMUM (MM/AN) | CUMUL MAXIMUM (MM/AN) | MOYENNE (MM/AN) | MEDIANE (MM/AN) | ECART-TYPE |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|------------|
| 245 | 1013 | 599 | 590 | 189 |

Le cumul des précipitations pour la période de septembre 2007 à septembre 2008 (période initiale prévue pour la campagne de mesure) est de 245 mm à la station météorologique de Sète. C’est le cumul le plus faible observé sur cette station depuis 1950.

Le cumul de précipitations pour la période de septembre 2008 à février 2009 (période de prolongation de la campagne de mesures) est de 392,8 mm, soit 1,6 fois le cumul de septembre 2007 à septembre 2008 sur une période de 6 mois.

❖ Synthèse journalière

La Figure 5 présente la pluie journalière minimale et maximale calculée sur l’ensemble des stations de mesures, et la pluie journalière à la station météorologique de Sète pour l’ensemble de la campagne de mesure.

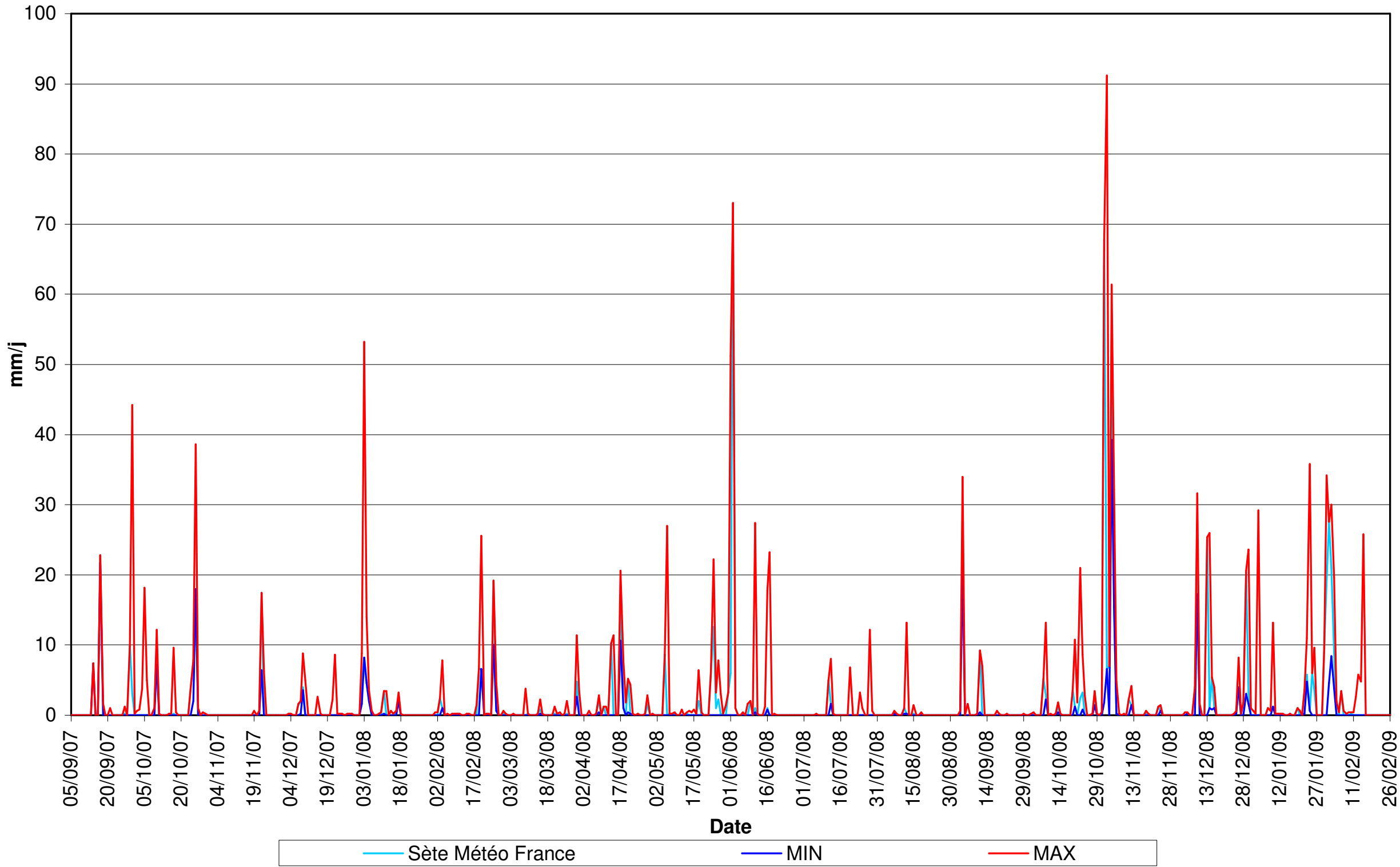


Figure 5. Pluie journalière (mm/j) de septembre 2007 à février 2009 mesurée à la station de Sète, et minimale et maximale calculée sur l'ensemble des stations suivies

La synthèse journalière par pluviomètre est présentée dans l'Annexe n°7.

❖ Synthèse mensuelle

Le Tableau 3 et la Figure 6 présentent les cumuls mensuels enregistrés au niveau de chaque pluviomètre sur l'ensemble de la campagne de mesures.

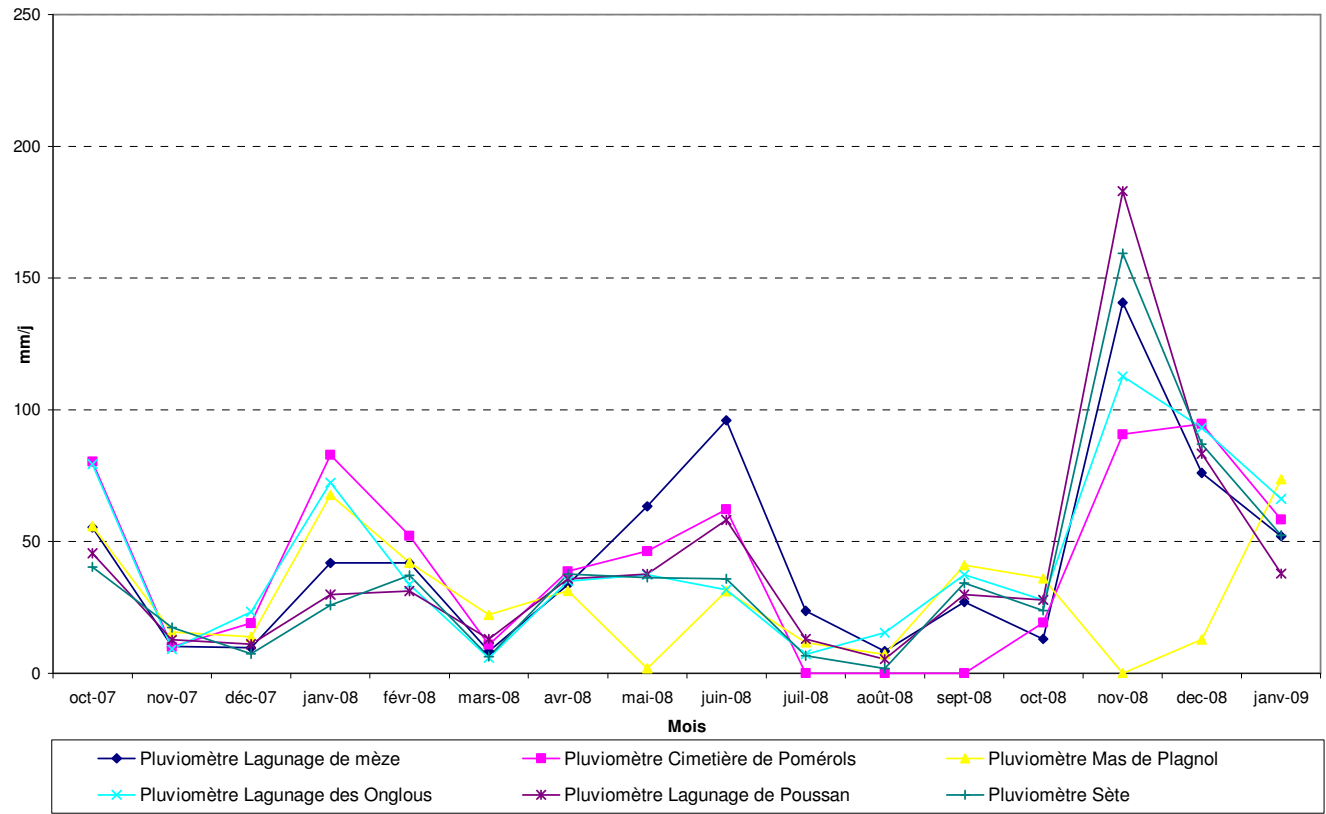
Remarque : Les données enregistrées au pluviomètre de Villeveyrac sont erronées. En effet, la pluviométrie est surestimée du fait d'un défaut dans l'acquisition des données. Ces données n'ont donc pas été utilisées dans l'analyse faite de la pluviométrie.

Tableau 3. Cumul mensuel pour chaque pluviomètre

| | Exploitant | sept-07 | oct-07 | nov-07 | déc-07 | janv-08 | févr-08 | mars-08 | avr-08 | mai-08 | juin-08 | juil-08 | août-08 | sept-08 | oct-08 | nov-08 | dec-08 | janv-09 | févr-09 |
|-----------------------------------|--------------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Pluviomètre Lagunage de Mèze | PAPERI | 23.2 | 55.4 | 10.2 | 9.6 | 41.8 | 41.8 | 8.4 | 33.6 | 63.4 | 96 | 23.6 | 8.4 | 27 | 13 | 140.6 | 76 | 52 | 50.8 |
| Pluviomètre Cimetière de Pomérois | PAPERI | 17.6 | 80.4 | 10 | 19 | 82.8 | 52.2 | 10.8 | 38.6 | 46.4 | 62.2 | 0 | 0 | 0 | 19.2 | 90.6 | 94.6 | 58.4 | 40.6 |
| Pluviomètre Mas de Plagnol | PAPERI | 45 | 55.8 | 15.6 | 13.8 | 67.6 | 42 | 22.2 | 31.4 | 1.8 | 31.2 | 11.6 | 7.2 | 41 | 36 | 0 | 12.8 | 73.6 | 60.8 |
| Pluviomètre Lagunage des Onglous | PAPERI | 1.4 | 79.4 | 9.2 | 23.4 | 72.4 | 33.6 | 5.8 | 35 | 37.4 | 31.6 | 7.2 | 15.4 | 37.4 | 27.8 | 112.6 | 93.2 | 66.2 | 35.6 |
| Pluviomètre Lagunage de Poussan | EGIS-EAU | 60.2 | 45.5 | 12.6 | 11 | 29.8 | 31.2 | 13 | 35.8 | 37.6 | 58.2 | 13 | 5.4 | 29.8 | 27.8 | 183 | 83.4 | 37.8 | 62.6 |
| Pluviomètre Villeveyrac | CCNBT | 92 | 85 | 22 | 27 | 120 | 65 | 50 | 82 | 113 | 85 | 49 | 23 | 75 | 27 | 241 | 130 | 46 | 94 |
| Pluviomètre Sète | Météo France | 36 | 40.4 | 17.4 | 7.4 | 25.8 | 37.2 | 6.4 | 37.6 | 36.4 | 35.8 | 6.6 | 1.8 | 34.2 | 23.8 | 159.4 | 87 | 52.4 | 61.2 |

- à partir du 18/09/2007
- à partir du 14/09/2007
- à partir du 15/09/2007
- Problème de colmatage du pluviomètre
- Vol du pluviomètre
- jusqu'au 17/02/2009
- Défaut d'acquisition des données

Figure 6. Cumuls mensuels pour chaque pluviomètre



❖ Cumul global

Le Tableau 4 présente le cumul global enregistré à chaque pluviomètre sur l'ensemble de la campagne de mesure.

Tableau 4. Cumul global d'octobre 2007 à Février 2009 pour chaque pluviomètre

| PLUVIOMETRE | EXPLOITANT | CUMUL GLOBAL (MM) |
|------------------------------------------------|--------------|-------------------|
| Pluviomètre Lagunage de Mèze | PAPERI | 774.8 |
| Pluviomètre Cimetière de Pomérols ³ | PAPERI | - |
| Pluviomètre Mas de Plagnol ⁴ | PAPERI | - |
| Pluviomètre Lagunage des Onglous | PAPERI | 724.6 |
| Pluviomètre Lagunage de Poussan | EGIS-EAU | 777.7 |
| Pluviomètre Sète | Météo France | 706.8 |

³ Série de données incomplète : Colmatage du pluviomètre de Juillet à septembre 2008

⁴ Série de données incomplète : Colmatage du pluviomètre en mai 2008 et vol du pluviomètre en octobre et novembre 2008

3.1.1.1.2 Bilan des évènements pluvieux suivis

Le Tableau 5 présente le bilan des évènements pluvieux suivis lors de la campagne de mesures.

Remarque : Le cumul total moyen pour chaque évènement pluvieux correspond à la moyenne des cumuls observés sur chaque pluviomètre (excepté le pluviomètre de Villeveyrac).

Tableau 5. Bilan des évènements suivis

| EVENEMENT | DATES | CUMUL TOTAL MINIMUM | CUMUL TOTAL MAXIMUM | CUMUL TOTAL MOYEN | DUREE | TYPE | COMMENTAIRES |
|-----------|------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------|-----------------------|-------------------------------------------|
| 1 | 17-18/09/2007 | | | | 2 jours | Simple | Suivi Lagune |
| 2 | 04-05/10/2007 | 0 | 22 | 12 | 2 jours | Simple, hétérogène | Suivi Lagune et Bassin Versant |
| 3 | 21-23/11/2007 | 9.2 | 17.4 | 12.5 | 3 jours | Simple, hétérogène | Campagne annulée (Précipitations faibles) |
| 4 | 01-06/01/2008 | 19.2 | 75.6 | 46.3 | 6 jours | Simple, hétérogène | Suivi Lagune et Bassin Versant |
| 5 | 11-12/08/2008 | 0 | 13.6 | 5.7 | 2 jours | Simple, hétérogène | Suivi Lagune |
| 6 | 07-08/10/2008 | 2.4 | 13.2 | 7 | 2 jours | Simple, hétérogène | Suivi Lagune et Bassin Versant |
| 7 | 31/10-06/11/2008 | 85.8 | 178.4 | 132.2 | 7 jours | Composite, hétérogène | Suivi Lagune et Bassin Versant |
| 8 | 08-10/12/2008 | 18.4 | 33 | 19.2 | 3 jours | Simple, homogène | Campagne annulée (Précipitations faibles) |
| 9 | 31/01-07/02/2009 | 20.4 | 80.2 | 66.4 | 8 jours | Composite, hétérogène | Suivi Lagune et Bassin Versant |

Des suivis de la lagune ont été déclenchés pour 9 évènements pluvieux :

- 5 évènements pluvieux avec suivi simultané du bassin versant et de la lagune :
 - ◆ 3 évènements de plus de 30 mm de cumul,
 - ◆ 2 évènements de moins de 30 mm de cumul,
- 2 évènements pluvieux avec suivi de la lagune seule,
- 2 évènements pluvieux pour lesquels la campagne de mesure a été annulée.

Les évènements pluvieux suivis ont été très diversifiés en termes de :

- Type : évènements simples ou composites (2 évènements distincts et consécutifs),
- Cumuls : de 22 à 132 mm (cumul total),
- Durée : de 2 à 8 jours,
- Spatialisation : Evènements homogènes sur l'ensemble du bassin versant ou hétérogènes.

3.1.1.1.3 Analyse de la spatialisation de la pluie

Les observations sur le terrain et une première analyse des images radar transmises par Predict montrent que les pluies ne sont pas uniformes sur la zone d'étude durant un événement. Il paraît donc intéressant de traiter les données pluviométriques spatialement.

On dispose d'une série de mesures mensuelles sur toute la durée de l'étude pour chaque pluviomètre installé. L'outil statistique qui sera utilisé pour l'analyse est le coefficient de variation, qui est égal à l'écart type d'un échantillon divisé par sa moyenne. Il permet de gommer l'effet de l'amplitude de l'événement afin d'étudier seulement la dispersion de l'échantillon et, de cette manière, mettre au même niveau les petits et grands épisodes pluvieux.

La méthode consiste à analyser pour chaque pluviomètre dans un premier temps le comportement à l'échelle annuelle, ensuite, à l'échelle mensuelle et, enfin, à l'échelle des événements.

❖ Analyse des cumuls Globaux

A l'échelle de la campagne de mesure, la pluviométrie a été uniforme sur l'ensemble du bassin versant.

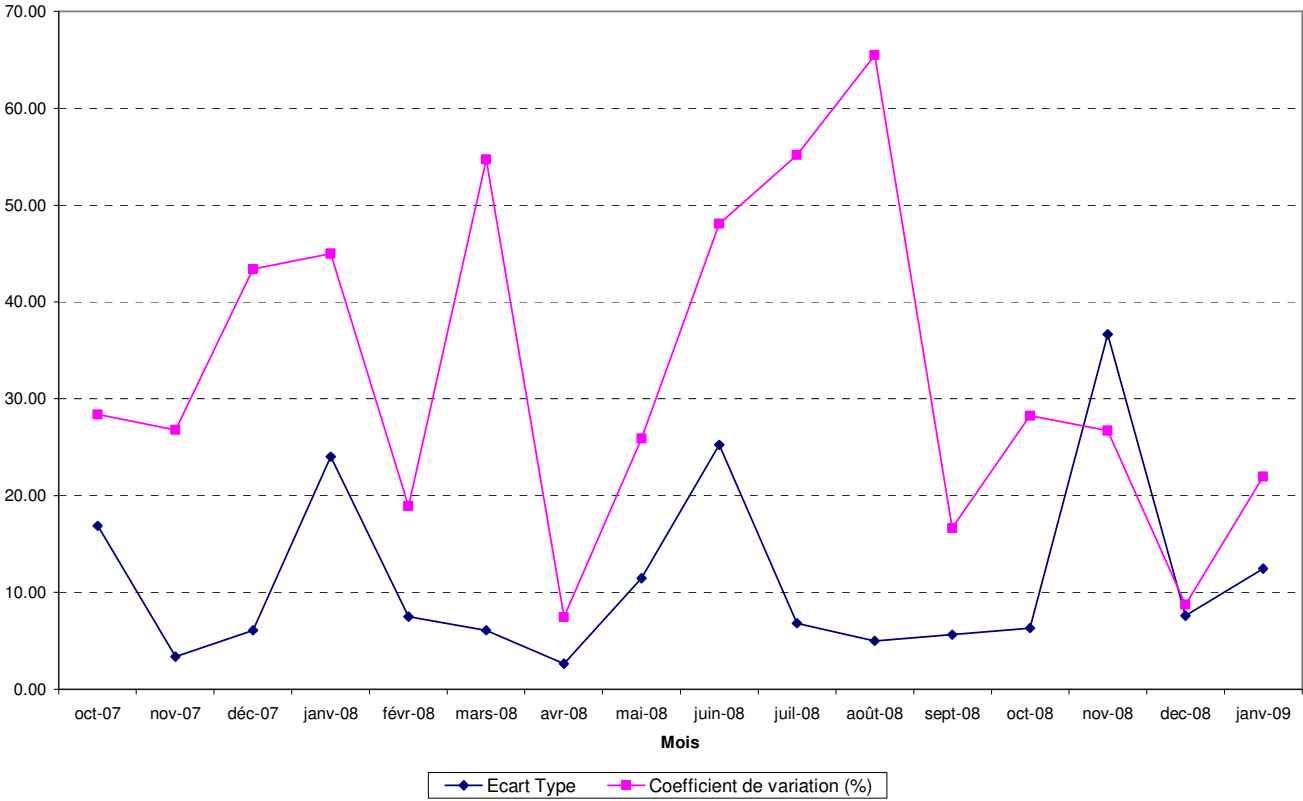
Tableau 6. Spatialisation des cumuls globaux d'octobre 2007 à Février 2009

| PLUVIOMETRE | CUMUL GLOBAL (MM) |
|-----------------------------------|-------------------|
| Pluviomètre Lagunage de Mèze | 774.8 |
| Pluviomètre Cimetière de Pomérols | - |
| Pluviomètre Mas de Plagnol | - |
| Pluviomètre Lagunage des Onglous | 724.6 |
| Pluviomètre Lagunage de Poussan | 777.7 |
| Pluviomètre Sète | 706.8 |
| Moyenne | 746 |
| Ecart Type | 35.7 |
| Coefficient de variation | 0.05 |

❖ Analyse des cumuls mensuels

L'analyse des écart-types et des coefficients de variation des cumuls mensuels montre une variabilité mensuelle importante entre les cumuls mesurés par les différents pluviomètres (Figure 7). En effet, la moyenne des coefficients de variation mensuels donne une dispersion globale de 30 %, à comparer avec les 6% sur l'ensemble de la campagne de mesure. Cela peut s'expliquer par la nature des phénomènes météorologiques (souvent de type orageux) et par la configuration topographique de la zone (mer, étang, bassins versants). Les phénomènes ont des foyers différents à chaque épisode pluvieux ce qui influe sur la dispersion à l'échelle mensuelle et non à l'échelle annuelle.

Figure 7. Ecart-type et coefficient de variation mensuels



Le Tableau 7 présente les moyennes des cumuls mensuels pour chaque pluviomètre.

Tableau 7. Moyenne des cumuls mensuels pour chaque pluviomètre

| PLUVIOMETRE | MOYENNE DES CUMULS MENSUELS |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Pluviomètre Lagunage de Mèze | 43.8 |
| Pluviomètre Cimetière de Pomérols | - |
| Pluviomètre Mas de Plagnol | - |
| Pluviomètre Lagunage des Onglous | 43.0 |
| Pluviomètre Lagunage de Poussan | 40.9 |
| Pluviomètre Sète | 38.1 |
| Moyenne | 41.5 |
| Ecart Type | 2.5 |
| Coefficient de Variation | 0,06 |

Les moyennes des cumuls mensuels ont toutes le même ordre de grandeur. La valeur du coefficient de dispersion est 0.06, soit 6% de dispersion. En moyenne, la pluviométrie mensuelle est uniforme sur l'ensemble du bassin versant.

❖ Analyse des cumuls pour chaque évènement pluvieux suivi

Tableau 8. Cumuls pour chaque évènement pluvieux suivi

| PLUVIOMETRE | EVENEMENT N°2 | EVENEMENT N°4 | EVENEMENT N°6 | EVENEMENT N°7 | EVENEMENT N°9 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | CUMUL (MM) | CUMUL (MM) | CUMUL (MM) | CUMUL (MM) | CUMUL (MM) |
| Pluviomètre Lagunage de Mèze | 16.8 | 34.4 | 3.6 | 136.2 | 78 |
| Pluviomètre Lagunage de Poussan | 8.0 | 23.4 | 13.2 | 178.4 | 76.6 |
| Pluviomètre Cimetière de Pomérols | 18.6 | 75.6 | 7.6 | 85.8 | 74.8 |
| Pluviomètre Mas de Plagnol | 5.6 | 61.8 | 2.4 | | 20.4 |
| Pluviomètre Lagunage des Onglous | 22 | 63.8 | 7.2 | 106.2 | 68.4 |
| Pluviomètre Sète | 0 | 19.2 | 8 | 154.2 | 80.2 |
| Moyenne | 11.8 | 46.4 | 7.0 | 138.7 | 66.4 |
| Ecart-Type | 8.6 | 23.7 | 3.8 | 37.0 | 22.9 |
| Coefficient de variation | 0.72 | 0.51 | 0.54 | 0.27 | 0.34 |

Chaque évènement pluvieux est plus ou moins hétérogène (coefficient de variation entre 0,27 et 0,72, soit entre 27% et 72% de dispersion).

La spatialisation de la pluie est unique pour chaque épisode pluvieux (les cumuls minimaux et maximaux ne sont pas enregistrés aux mêmes pluviomètres).

3.1.1.1.4 Corrélation pluviométrie au sol / données radar

❖ Evènement n°2 : du 4 au 6 Octobre 2007

Tableau 9 : Corrélation pluviométrie au sol /données radar pour l'évènement n°2

| | CUMUL ENREGISTRE PAR LE PLUVIOMETRE | CUMUL ESTIME PAR LE RADAR | ECART ABSOLU |
|-----------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------|
| Pluviomètre Lagunage de Mèze | 17 | 22 | 5 |
| Pluviomètre Lagunage de Poussan | 9.5 | 9 | 0,5 |
| Pluviomètre Cimetière de Pomérols | 18.6 | 28 | 9,4 |
| Pluviomètre Mas de Plagnol | 8.6 | 18 | 9,4 |
| Pluviomètre Lagunage des Onglous | 27 | 27 | 0 |
| Pluviomètre Marseillan Vassal | 33 | 35 | 2 |
| Pluviomètre Sète | 0 | 7 | 7 |

❖

❖ Evènement n°4 : du 2 au 6 Janvier 2008

Tableau 10 : Corrélation pluviométrie au sol / données radar pour l'évènement n°4

| | CUMUL ENREGISTRE PAR LE PLUVIOMETRE | CUMUL ESTIME PAR LE RADAR | ECART ABSOLU |
|-----------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------|
| Pluviomètre Lagunage de Mèze | 34.4 | 28 | 16.4 |
| Pluviomètre Lagunage de Poussan | 23.4 | 25 | 1.6 |
| Pluviomètre Cimetière de Pomérols | 75.6 | 46 | 29.6 |
| Pluviomètre Mas de Plagnol | 61.8 | 32 | 29.8 |
| Pluviomètre Lagunage des Onglous | 64 | 44 | 20 |
| Pluviomètre Marseillan Vassal | 53.5 | 26 | 27.5 |
| Pluviomètre Sète | 19.2 | 19 | 0.2 |

❖ Evènement n° 6 : du 7 au 9 Octobre 2008

Tableau 11 : Corrélation pluviométrie au sol / données radar pour l'évènement n°6

| | CUMUL ENREGISTRE PAR LE PLUVIOMETRE | CUMUL ESTIME PAR LE RADAR | ECART ABSOLU |
|-----------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------|
| Pluviomètre Lagunage de Mèze | 3.6 | 9 | 5.4 |
| Pluviomètre Lagunage de Poussan | 13.2 | 11 | 2.2 |
| Pluviomètre Cimetière de Pomérols | 7.6 | 10 | 2.4 |
| Pluviomètre Mas de Plagnol | 2.4 | 6 | 3.6 |
| Pluviomètre Lagunage des Onglous | 7.2 | 14 | 6.8 |
| Pluviomètre Marseillan Vassal | 7 | 13 | 5 |
| Pluviomètre Sète | 8 | 9 | 1 |

❖ Evènement n°7 : du 31 octobre au 5 Novembre 2008

Tableau 12. Corrélation pluviométrie au sol / données radar pour l'évènement n°7

| | CUMUL ENREGISTRE PAR LE PLUVIOMETRE | CUMUL ESTIME PAR LE RADAR | ECART ABSOLU |
|-----------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------|
| Pluviomètre Lagunage de Mèze | 135 | 140 | 5 |
| Pluviomètre Lagunage de Poussan | 177.8 | 180 | 2.2 |
| Pluviomètre Cimetière de Pomérols | 82.6 | 87 | 4.4 |
| Pluviomètre Mas de Plagnol | - | 141 | - |
| Pluviomètre Lagunage des Onglous | 101.4 | 70 | 31.4 |
| Pluviomètre Marseillan Vassal | 78.5 | 105 | 26.5 |
| Pluviomètre Sète | 154 | 150 | 4 |

❖ Evènement n°9 : du 30 janvier au 8 Février 2009

Tableau 13. Corrélation pluviométrie au sol / données radar pour l'évènement n°9

| | CUMUL ENREGISTRE PAR LE PLUVIOMETRE | CUMUL ESTIME PAR LE RADAR | ECART ABSOLU |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------|
| Pluviomètre Lagunage de Mèze | 78 | 76 | 2 |
| Pluviomètre Lagunage de Poussan | 76.6 | 102 | 25.4 |
| Pluviomètre Cimetière de Pomérols | 74.8 | 64 | 10.8 |
| Pluviomètre Mas de Plagnol ⁵ | 20.6 | 95 | 74.4 |
| Pluviomètre Lagunage des Onglous | 68.4 | 66 | 2.4 |
| Pluviomètre Marseillan Vassal | 64 | 68 | 4 |
| Pluviomètre Sète | 89.8 | 90 | 0.2 |

❖ Conclusions

On peut considérer que la corrélation est très bonne lorsque l'écart entre le cumul enregistré par le pluviomètre au sol et le cumul estimé à partir des données radar est inférieur à 10 mm.

Les données radar sont calées à partir de la station Météo France de Sète. Pour ce pluviomètre, la corrélation est très bonne.

Globalement, sur les cinq évènements suivis, la corrélation entre les données pluviomètres au sol et données radar est plutôt bonne.

Le radar donne, par pixel d'1 km² et tous les quarts d'heure, l'intensité pluviométrique horaire (en mm/h) à partir de laquelle est calculée la lame d'eau précipitée durant d'évènement. Or les pluviomètres au sol enregistrent la lame d'eau précipitée de manière locale.

Les disparités observées entre les deux types de données s'expliquent donc en grande partie par la différence d'échelle de mesure (le radar n'appréhende pas la variabilité spatiale de la pluie au sein du pixel d'1 km² qui peut être importante).

La corrélation entre les données pluviométriques au sol et les données radar est meilleure pour les forts cumuls que pour les faibles cumuls.

3.1.1.1.5 Bilan de la prévision des évènements pluvieux

Afin de réaliser le bilan de la prévision météorologique sur l'ensemble de la campagne de mesure, nous avons tout d'abord recensé les évènements pluvieux au cours desquels au moins un des pluviomètres affiche une lame d'eau récoltée supérieure à 30 mm sur un laps de temps de 5 jours. Il est en outre indispensable de s'assurer que l'évènement est bien généralisé autour de l'étang de Thau.

11 évènements d'un cumul de plus de 30 mm ont été enregistrés durant la campagne de mesure dont 4 ont été suivis.

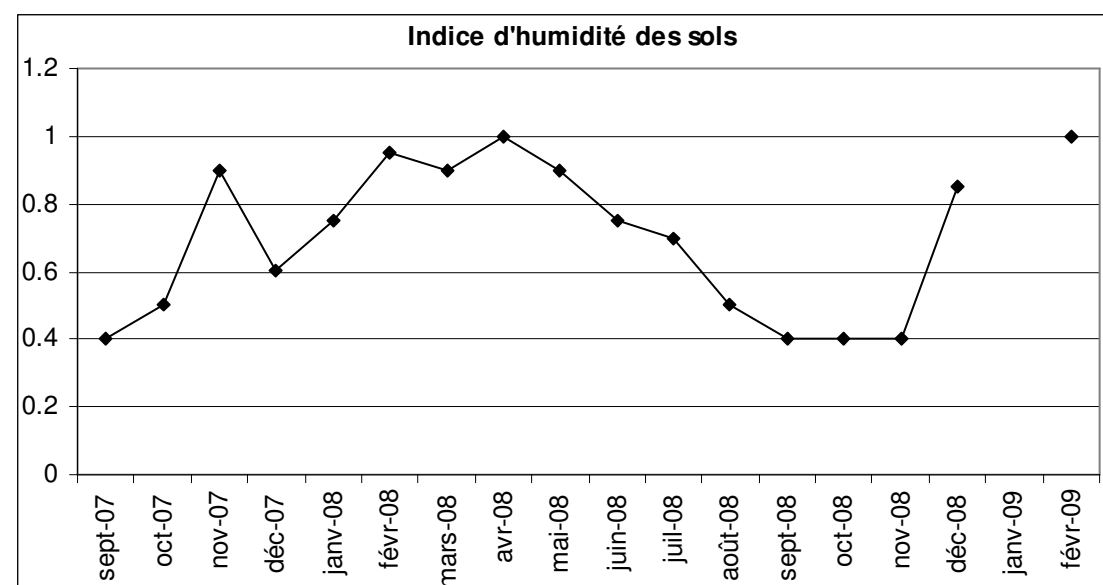
Le tableau ci-dessous présente l'analyse de la prévision météorologique pour les évènements enregistrés d'un cumul de plus de 30 mm ainsi que pour les évènements suivis pendant la campagne de mesure.

Tableau 14. Analyse de la prévision météorologique des évènements enregistrés de plus de 30 mm ainsi que des évènements suivis pendant la campagne de mesure

| N° EVENEMENT OMEGA | DATES | CUMUL TOTAL MINIMUM | CUMUL TOTAL MAXIMUM | CUMUL TOTAL MOYEN | CAMPAGNE DE MESURE | EXPLICATION |
|--------------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 17-18/09/2007 | | | | OUI PARTIELLE (Lagune seule) | Cumuls prévus faibles (<5mm/j) Pluviomètres et points de mesure Bassin Versant non installés |
| 2 | 29-30/09/2007 | 13 | 44,2 | 21 | NON | Cumuls prévus faibles (<3mm/j) |
| 3 | 04-05/10/2007 | 5.6 | 22 | 12 | OUI | Cumuls maximums prévus entre 15 et 30 mm/j |
| 4 | 24-27/10/2007 | 23,6 | 42,2 | 32,4 | NON | Evènement prévu à J-1 d'où un délai de réaction trop faible pour la mise en place de la campagne de mesure |
| 5 | 21-23/11/2007 | 9.2 | 17.4 | 12.5 | OUI AVANT ANNULATION | Cumuls maximums prévus entre 15 et 30 mm/j |
| 6 | 01-06/01/2008 | 23,4 | 75,6 | 46,3 | OUI | Cumuls maximums prévus entre 60 et 80 mm/j |
| 7 | 30/05-04/06/2008 | 25,4 | 83,2 | 38,5 | NON | Cumuls prévus faibles (<15mm/j) |
| 8 | 11-12/08/2008 | 0 | 13.6 | 5.7 | OUI PARTIELLE (Lagune seule) | Cumuls prévus faibles (<3mm/j) |
| 9 | 03-07/09/2008 | 22,4 | 36,2 | 27,2 | NON | Cumuls prévus faibles (<30mm/j) |
| 10 | 07-08/10/2008 | 2.4 | 13.2 | 7 | OUI | Cumuls importants prévus (maximum entre 30 et 60 mm/j) |
| 11 | 31/10-06/11/2008 | 85,8 | 178,4 | 132,2 | OUI | Cumuls maximums prévus entre 40 et 60 mm/j sur plusieurs jours |
| 12 | 08-10/12/2008 | 18,4 | 33 | 19,2 | OUI AVANT ANNULATION | Cumuls importants prévus (maximum entre 40 et 60 mm/j) |
| 13 | 13-16/12/2008 | 20,6 | 32,8 | 25,7 | NON | Cumuls prévus faibles (<30mm/j) |
| 14 | 24-30/12/2008 | 30 | 52,6 | 33,1 | NON | Cumuls prévus importants mais la réalisation de la campagne de mesure n'a pas été possible |
| 15 | 22-26 /01/2009 | 17,6 | 42 | 23,3 | NON | Cumuls prévus faibles (<10mm/j) |
| 16 | 31/01-07/02/2009 | 20,4 | 80,2 | 66,4 | OUI | Cumuls importants prévus (maximum entre 40 et 60 mm/j) |

⁵Mauvais fonctionnement du pluviomètre

Figure 9. Suivi annuel de l'indice d'humidité des sols



L'indice d'humidité des sols est fortement lié au climat et, en particulier, aux précipitations. Ainsi, on observe un comportement cyclique qui se caractérise par une augmentation de l'indice en automne et en hiver jusqu'à saturation totale des sols au début du printemps. Il s'ensuit une baisse de l'humidité des sols due à la sécheresse estivale. La valeur minimum durant la période d'étude est de 0,4.

3.1.1.2 Vents

Les roses des vents des stations de Sète et Marseillan indiquent la dominance des vents venant du Nord-Ouest (tramontane) pendant la période des suivis, de septembre 2007 à février 2009. Dans la Crique de l'Angle, une composante complémentaire intervient, de direction Nord-Est, dans l'axe de la Crique de l'Angle. Des hodographes indiquent le trajet du vent pendant les événements pluvieux suivis (§ 3.3).

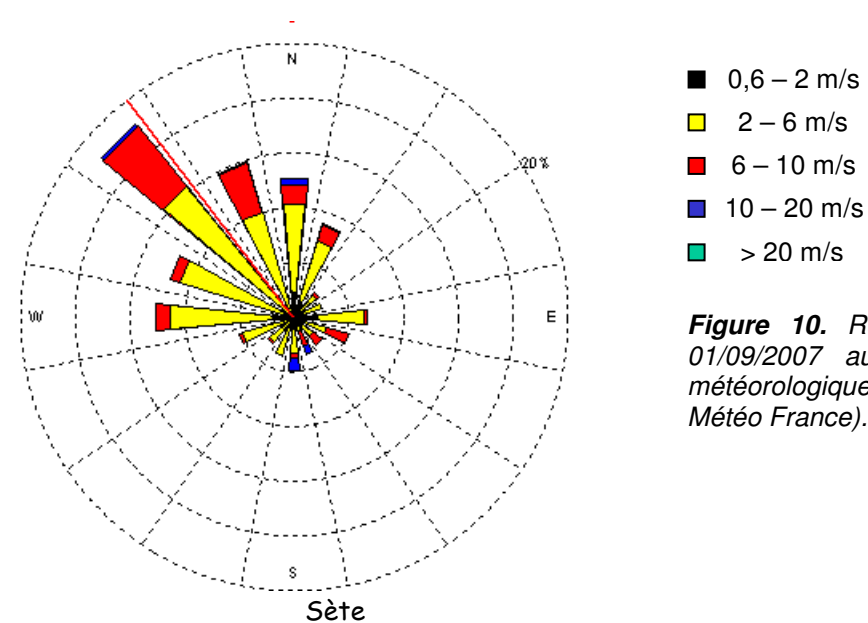
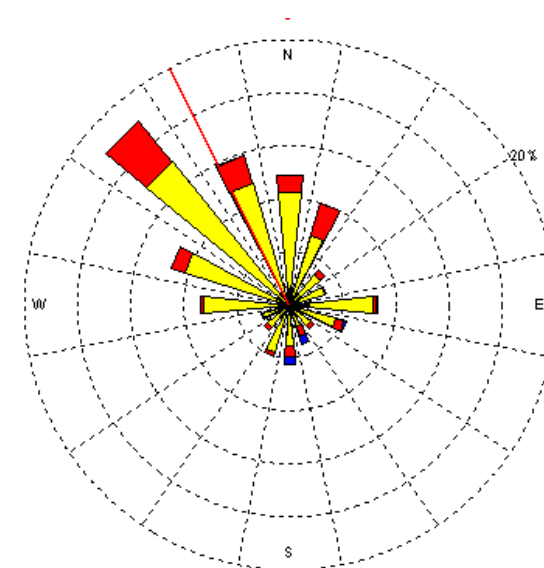
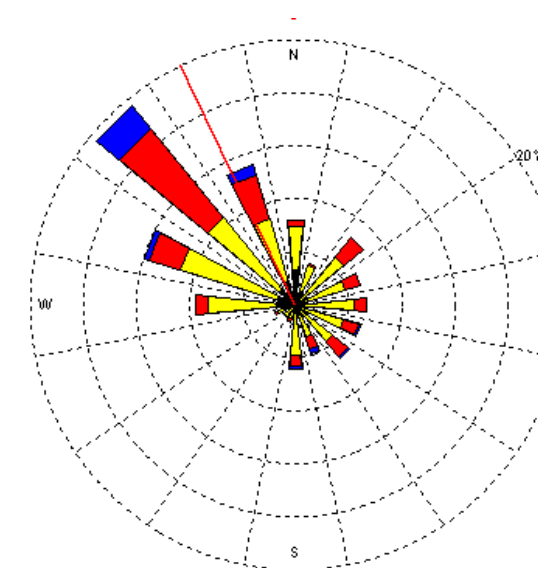


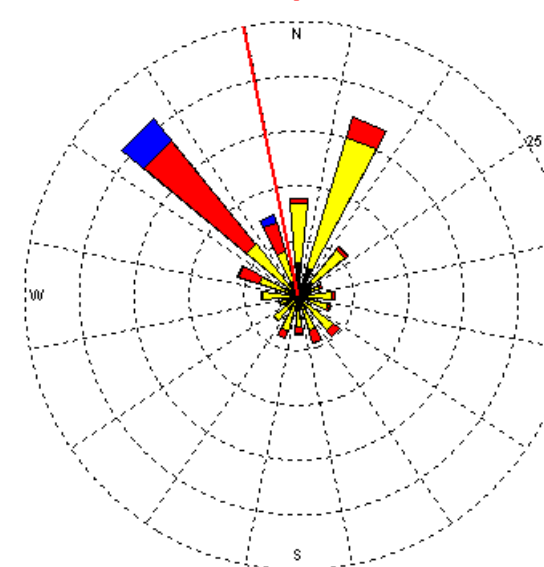
Figure 10. Rose des vents pour la période du 01/09/2007 au 10/04/2008 niveau de la station météorologique du sémaphore de Sète (données Météo France).



Sète



Marseillan



Crique de l'Angle

- 0,6 – 2 m/s
- 2 – 6 m/s
- 6 – 10 m/s
- 10 – 20 m/s
- > 20 m/s

Figure 11. Roses des vents pour la période du 11/04/2008 au 28/02/2009 niveau des stations météorologiques du sémaphore de Sète (données Météo France), des tables Ifremer à Marseillan et dans la Crique de l'Angle (données CNRM-Ifremer).

3.1.2 Suivi continu du bassin versant

3.1.2.1 Débits des cours d'eau

Tableau 15. Valeurs caractéristiques des débits enregistrés aux points de suivi continu par événement

| P5 - Aygues-Vacques | Evenement 2 | Evenement 4 | Evenement 6 | Evenement 7 | Evenement 9 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Période considérée | 05/10/07 - 06/10/07 | 02/01/08 - 09/01/08 | 07/10/08 - 10/10/08 | 31/10/08 - 12/11/08 | 30/01/09 - 07/02/09 |
| Cumul pluie (mm) | 24 | | 11 | 136 | |
| Intensité maximale (mm/h) | 14.0 | | 2.0 | 24.0 | |
| Débit moyen (l/s) | 20 | | 0 | 47 | |
| Débit maximum (l/s) | 377 | | 0 | 500 | |
| Volume total (m3) | 3 423 | | 0 | 44 321 | |

| P30 - Sesquier | Evenement 2 | Evenement 4 | Evenement 6 | Evenement 7 | Evenement 9 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Période considérée | 05/10/07 - 06/10/07 | 02/01/08 - 09/01/08 | 07/10/08 - 10/10/08 | 31/10/08 - 12/11/08 | 30/01/09 - 07/02/09 |
| Cumul pluie (mm) | 24 | 30 | 11 | 136 | 78 |
| Intensité maximale (mm/h) | 14.0 | 3.0 | 2.0 | 24.0 | 12.0 |
| Débit moyen (l/s) | 9 | -112 | 0 | 19 | 19 |
| Débit maximum (l/s) | 597 | 829 | 2 | 1 021 | 324 |
| Volume total (m3) | 1 599 | -64 443 | 3 | 21 547 | 15 530 |

| P30bis - Pallas | Evenement 2 | Evenement 4 | Evenement 6 | Evenement 7 | Evenement 9 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Période considérée | 05/10/07 - 06/10/07 | 02/01/08 - 09/01/08 | 07/10/08 - 10/10/08 | 31/10/08 - 12/11/08 | 30/01/09 - 07/02/09 |
| Cumul pluie (mm) | 25 | 30 | 11 | 134 | 79 |
| Intensité maximale (mm/h) | 17.0 | 3.0 | 2.0 | 24.0 | 9.0 |
| Débit moyen (l/s) | 15 | 92 | 24 | 323 | 797 |
| Débit maximum (l/s) | 36 | 532 | 42 | 3 653 | 3 467 |
| Volume total (m3) | 2 572 | 52 998 | 6 329 | 335 156 | 650 737 |

| P31bis - Loupian-Bourbou | Evenement 2 | Evenement 4 | Evenement 6 | Evenement 7 | Evenement 9 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Période considérée | 05/10/07 - 06/10/07 | 02/01/08 - 09/01/08 | 07/10/08 - 10/10/08 | 31/10/08 - 12/11/08 | 30/01/09 - 07/02/09 |
| Cumul pluie (mm) | 25 | 30 | 11 | 134 | |
| Intensité maximale (mm/h) | 17.0 | 3.0 | 2.0 | 24.0 | |
| Débit moyen (l/s) | 7 | 17 | 0 | 33 | |
| Débit maximum (l/s) | 436 | 405 | 12 | 974 | |
| Volume total (m3) | 1 245 | 9 718 | 82 | 34 169 | |

| P41 - Joncas | Evenement 2 | Evenement 4 | Evenement 6 | Evenement 7 | Evenement 9 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Période considérée | 05/10/07 - 06/10/07 | 02/01/08 - 09/01/08 | 07/10/08 - 10/10/08 | 31/10/08 - 12/11/08 | 30/01/09 - 07/02/09 |
| Cumul pluie (mm) | | 23 | | | 78 |
| Intensité maximale (mm/h) | | 3.0 | | | 12.0 |
| Débit moyen (l/s) | | 0 | | | 17 |
| Débit maximum (l/s) | | 2 | | | 53 |
| Volume total (m3) | | 198 | | | 8 306 |

Les tableaux suivants récapitulent les valeurs caractéristiques des débits enregistrés aux différents points de suivi fixe ou mobile du bassin versant de l'étang de Thau. L'ensemble des débits enregistrés sont reportés sur la Figure 12 et les périodes de mesures effectuées sur le bassin versant et dans la lagune.

| P57bis - Etang des Moullières | Evenement 2 | Evenement 4 | Evenement 6 | Evenement 7 | Evenement 9 |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Période considérée | 05/10/07 - 06/10/07 | 02/01/08 - 09/01/08 | 07/10/08 - 10/10/08 | 31/10/08 - 12/11/08 | 30/01/09 - 07/02/09 |
| Cumul pluie (mm) | 7 | 23 | 13 | 175 | 78 |
| Intensité maximale (mm/h) | 9.5 | 3.0 | 12.0 | 80.0 | 12.0 |
| Débit moyen (l/s) | 14 | 113 | 17 | 246 | 1 774 |
| Débit maximum (l/s) | 290 | 1 729 | 250 | 2 454 | 4 418 |
| Volume total (m3) | 2 420 | 65 335 | 4 375 | 271 652 | 138 558 |

| P57triA - Vène | Evenement 2 | Evenement 4 | Evenement 6 | Evenement 7 | Evenement 9 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Période considérée | 05/10/07 - 06/10/07 | 02/01/08 - 09/01/08 | 07/10/08 - 10/10/08 | 31/10/08 - 12/11/08 | 30/01/09 - 07/02/09 |
| Cumul pluie (mm) | 6 | 25 | 12 | 163 | 96 |
| Intensité maximale (mm/h) | 5.2 | 4.3 | 3.2 | 30.8 | 11.0 |
| Débit moyen (l/s) | 63 | 590 | 97 | 1 341 | 1 774 |
| Débit maximum (l/s) | 71 | 993 | 118 | 4 143 | 4 418 |
| Volume total (m3) | 10 960 | 340 154 | 25 139 | 1 388 180 | 1 320 463 |

| P58 - Agau - Canal du Moulin | Evenement 2 | Evenement 4 | Evenement 6 | Evenement 7 | Evenement 9 |
|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Période considérée | 05/10/07 - 06/10/07 | 02/01/08 - 09/01/08 | 07/10/08 - 10/10/08 | 31/10/08 - 12/11/08 | 30/01/09 - 07/02/09 |
| Cumul pluie (mm) | | | | | 96 |
| Intensité maximale (mm/h) | | | | | 11.0 |
| Débit moyen (l/s) | | | | | 40 |
| Débit maximum (l/s) | | | | | 988 |
| Volume total (m3) | | | | | 38 065 |

| P157 - Fontanilles | Evenement 2 | Evenement 4 | Evenement 6 | Evenement 7 | Evenement 9 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Période considérée | 05/10/07 - 06/10/07 | 02/01/08 - 09/01/08 | 07/10/08 - 10/10/08 | 31/10/08 - 12/11/08 | 30/01/09 - 07/02/09 |
| Cumul pluie (mm) | 16 | 13 | 41 | 74 | 59 |
| Intensité maximale (mm/h) | 17.0 | 3.0 | 2.0 | 24.0 | 5.0 |
| Débit moyen (l/s) | 21 | -99 | 0 | 5 | 4 |
| Débit maximum (l/s) | 582 | 967 | 0 | 145 | 179 |
| Volume total (m3) | 3 643 | -56 769 | 0 | 4 827 | 4 235 |

| P159 - Soupié | Evenement 2 | Evenement 4 | Evenement 6 | Evenement 7 | Evenement 9 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Période considérée | 05/10/07 - 06/10/07 | 02/01/08 - 09/01/08 | 07/10/08 - 10/10/08 | 31/10/08 - 12/11/08 | 30/01/09 - 07/02/09 |
| Cumul pluie (mm) | 21 | 43 | 8 | 80 | 58 |
| Intensité maximale (mm/h) | 17.0 | 8.0 | 5.0 | 12.0 | 5.0 |
| Débit moyen (l/s) | 2 | 12 | 37 | 42 | 123 |
| Débit maximum (l/s) | 234 | 407 | 121 | 194 | 438 |
| Volume total (m3) | 372 | 6 920 | 9 591 | 43 904 | 94 770 |

La Figure 12 met notamment en évidence :

- la réactivité différente des bassins versants, avec des départs de crue et des temps de ressuyage parfois très déphasés et de durées différentes.

Ces différences sont liées d'une part à la nature géologique variable des sols, à l'état de saturations des sols des bassins versants variable dans le temps, mais aussi aux écarts de sollicitation pluviométrique (pluies souvent hétérogènes spatialement et temporellement sur le territoire).

Ainsi, les petits bassins versants, et particulièrement les plus urbanisés vont réagir de manière quasi instantanée à la pluie et à son arrêt (ressuyage très court), tandis que les bassins versants plus étendus et à dominante rurale vont réagir plus lentement lors de la montée en crue (déphasages de l'ordre de quelques heures à une journée) et vont présenter un ressuyage beaucoup plus étalé dans le temps (pour les événements pluvieux de période de retour supérieure ou égale à 1 an survenus durant le suivi, le tarissement de La Vène a systématiquement duré plus de 3 semaines avant de retourner à son débit initial) ;

- le fait que les 3 périodes présentant les principaux pics de débits enregistrés aient fait l'objet de campagnes simultanées sur le bassin versant et dans la lagune (janvier 2008, novembre 2008, février 2009) ; les 2 campagnes de plus faibles cumuls venant compléter le jeu de données acquises (octobre 2007 et octobre 2008).

En outre, les 2 principaux pics de débits de la campagne de mesures ont été suivis dans le cadre de la prolongation de l'étape 2.

Durant les 12 mois de mesures initialement prévus, seule la période de mai à juin 2008 présente des débits significatifs aux exutoires des principaux bassins versants. Durant cette période, aucun suivi n'a été déclenché (malgré plusieurs mises en état de pré-alerte successives) du fait de l'incertitude et de la faiblesse des cumuls pluviométriques annoncés par PREDICT. Néanmoins, l'analyse des données de débits montre, *a posteriori*, que ce type d'évènement, très étalé dans le temps, ne rentrait pas dans le cadre du protocole de mesures initial (campagnes de 2 jours à 1 semaine), et aurait donc été particulièrement difficile à suivre de manière rigoureuse et exhaustive.

3.1.2.2 Qualité physico-chimique des cours d'eau

La Figure 13, Figure 14, Figure 15 présentent les valeurs des paramètres physico-chimiques enregistrés :

- au point de suivi continu de **La Vène** (P57triA) du 19/11/07 au 24/04/08 (Figure 13) ;
- au niveau des sondes SIRENE de la SDEI situées sur la **Vène** aux lieux-dits Frescaly et Sanglier (Figure 13 et Figure 14); les données mesurées en ces 2 points ne nous ont été transmises que pour les périodes correspondant aux épisodes pluviométriques suivis) ;
- au point de suivi continu du **Pallas** (P30bis) du 25/04/08 au 16/02/09 (Figure 15 ; les données enregistrées du 04/10/07 au 07/11/07 étant relativement partielles, et acquises en période d'étiage essentiellement, ne sont pas reportées sur cette figure ; elles sont néanmoins disponibles dans les rapports d'évènements 2 et 3 disponibles en Annexe 10 de ce document).

Ces figures mettent notamment en évidence :

- un pH relativement stable tout au long de la campagne de mesures pour chaque point de mesure (compris entre 5.8 et 7.9) ;
- une température des cours d'eau variant de 2.9°C à 25.2°C dans la Vène, et de 1.5°C à 42°C dans le Pallas (cette dernière valeur, mesurée durant l'été 2008, est probablement surestimée mais liée aux faibles hauteurs d'eau de ce cours d'eau intermittent en période d'étiage) ;
- une conductivité à l'évolution inversement corrélée aux variations de débit des cours d'eau. Les valeurs mesurées ont varié entre 0 et 1 370 µS/cm dans la Vène, et entre 105 et 1275 dans le Pallas ;

- une turbidité dont les pics ne sont pas systématiquement corrélés aux variations brusques de débits des cours d'eau. Les valeurs mesurées ont varié de 0 à 1 030 NTU (sonde PAPERI), et de 1 mg/l à 1 755 mg/l (sonde SDEI) dans la Vène, et de 0 à 3 420 NTU dans le Pallas ;
- une grande variabilité de la quantité d'oxygène dissous dans la Vène (paramètre uniquement reporté sur la Figure 14 pour une meilleure lisibilité) avec des anoxies temporaires (concentration nulle), et des valeurs ayant atteint plus de 17 mg/l, soit une eau entièrement saturée en oxygène dissous.

Ces données permettront notamment d'évaluer la pertinence de certains paramètres physico-chimiques vis-à-vis du risque de contamination microbiologique de la lagune, dans le cadre de l'éventuelle mise en œuvre d'un système d'avertissement aux pollutions de la lagune dans le cadre de la phase 2 du programme OMEGA Thau.

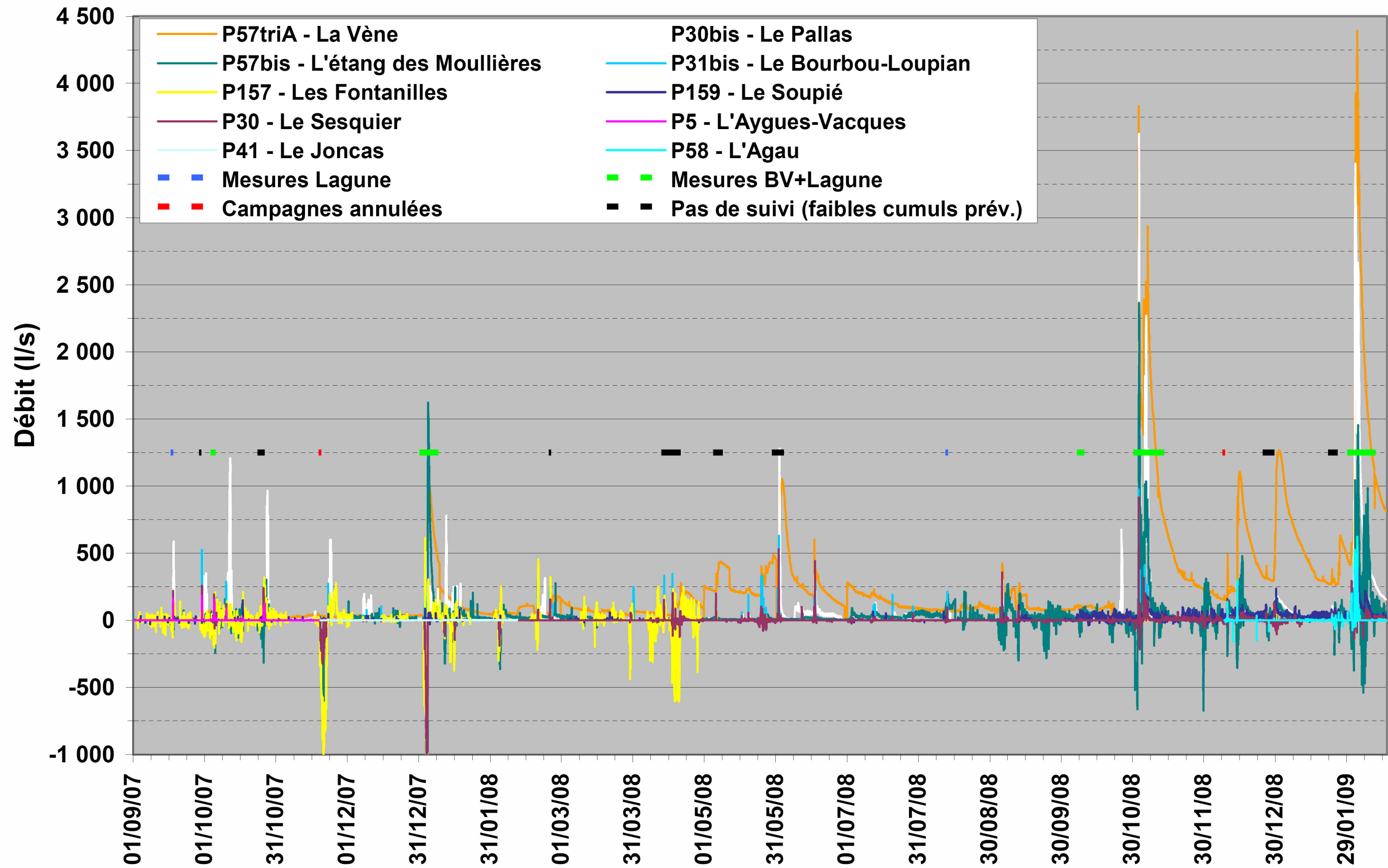


Figure 12 : Débits des cours d'eau suivis entre le 01/09/07 et le 15/02/09, et identification des épisodes suivis

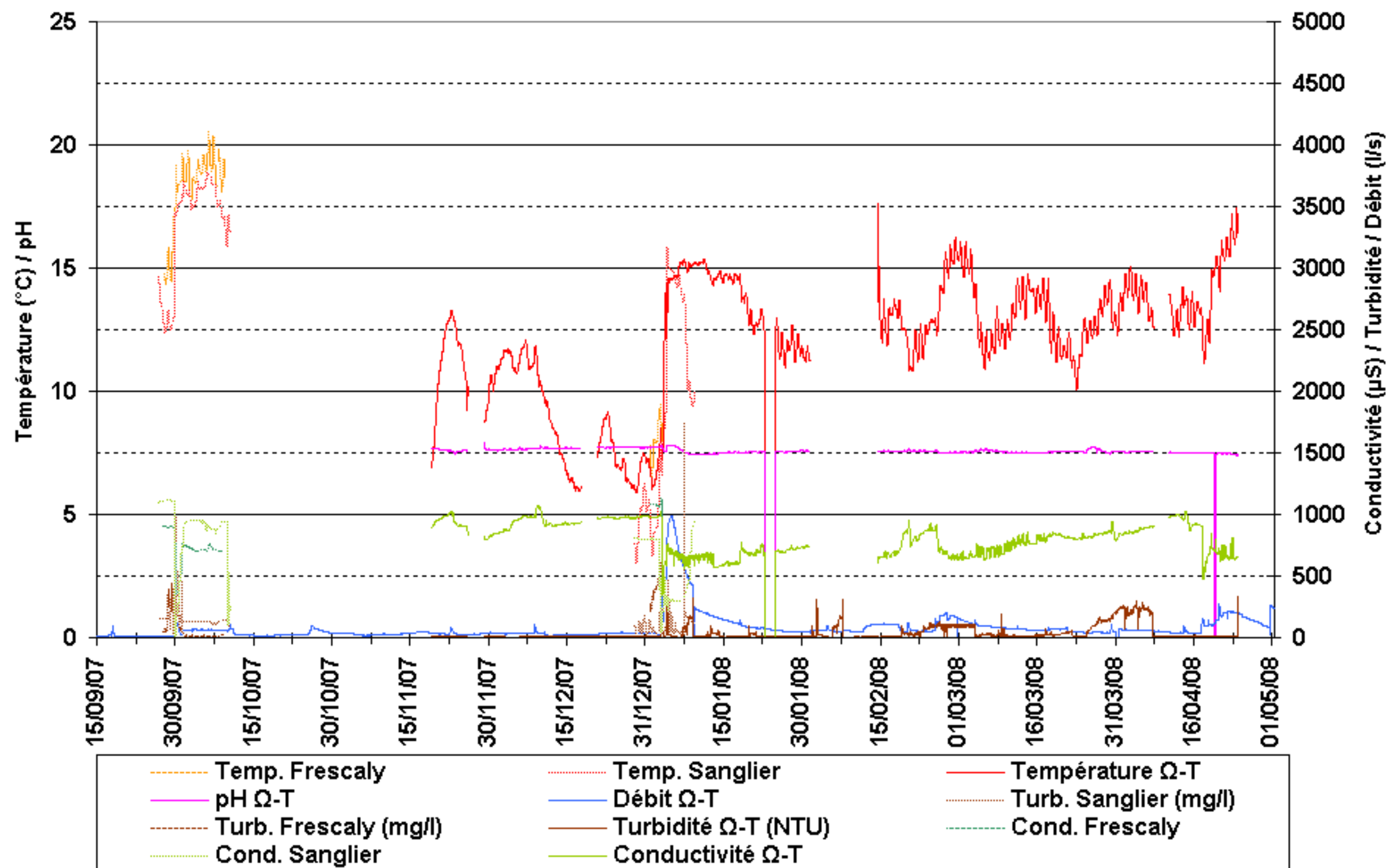


Figure 13 : Conductivité, température, pH, turbidité et débit de la Vène au point de suivi OMEGA Thau P57triA, et conductivité, température, turbidité aux points SDEI Frescaly et Sanglier, du 15/09/07 au 01/05/08



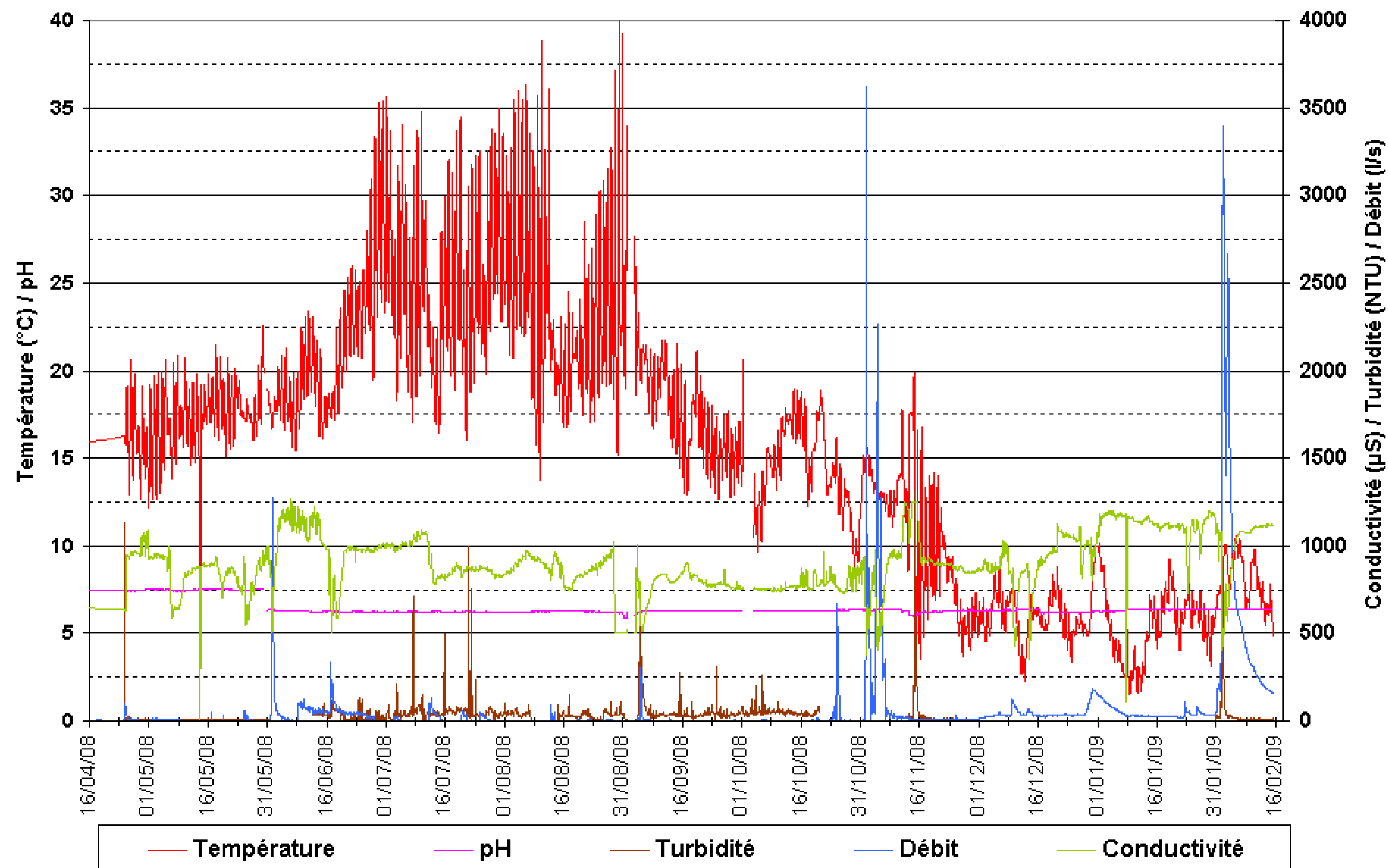


Figure 15 : Conductivité, température, pH, turbidité et débit du Pallas à Mèze du 16/04/08 au 16/02/09

3.1.2.3 Systèmes d’assainissement des communes du bassin de Thau

3.1.2.3.1 Suivi des réseaux de collecte et transfert des eaux usées

❖ En temps sec

Le tableau ci-dessous présente le bilan des incidents déclarés en période de temps sec, transmis par la CABT. En revanche, la synthèse des surcharges hydrauliques (passage en alarme de niveau haut dans un ouvrage) et pannes d’ordre électro-mécaniques survenues en période de temps sec sur les postes de relèvement du territoire de Thau ne nous ont pas été transmis.

| Identification de l'incident | | | | | | | Description de l'incident | | Caractérisation de l'évènement | | Actions mises en œuvre | | Etat des lieux après incident | |
|------------------------------|----------------|------------|-------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Date | Heure incident | Emetteur | Commune | Adresse | Type d'ouvrage | Nom de l'ouvrage | Description | Causes possibles | Mode de mesure des flux rejetés | Evaluation des flux rejetés | Actions de remise en état | Actions de limitation de l'impact | résolu | date |
| 11/09/2008 | 01:15 | SDEI | Marseillan | Centre Ville | PR | Progrès,Cœur de Ville | Débordement du PR Cœur de Ville dans le port suite défaut d'alimentation EDF du P.R. | L'incendie d'un camping car a provoqué le défaut d'alimentation. | Constat visuel | Faible débit déversé et impact minime compte tenu de la qualité des eaux collectées dans cette tranche horaire | Intervention immédiate des équipes d'EDF et de la SDEI en astreinte. Défaut reçu à 01h15 | Néant | Oui | 04:48 |
| 20/09/2008 | 10:30 | SDEI | Montbazin | Route de Poussan en face n°80 | réseau | | Débordement suite à bouchage | réseau en D150 probablement colmaté par des résidus de chantier | Constat visuel | Débordement dans la Vène | Intervention immédiate du camion hydrocureur | Néant | Oui | 12:15 |
| 10/08/2008 | 11:00 | SDEi | Poussan | Grande rue /Passage Lauze | réseau | | Débordement suite à bouchage | | Constat visuel | Débordement dans la Lauze | Intervention immédiate du camion hydrocureur | Néant | Oui | 12:15 |
| 14/02/2008 | | SDEI | Marseillan | Avenue Gambetta | réseau | | déversement d'EU sur le réseau pluvial | Bouchage du réseau EU et maillage avec le réseau pluvial | | | Curage réseau et élimination du maillage | Néant | Oui | |
| 04/01/2008 | | SDEI | Loupian | Mas Conchylicoles | réseau | réseau sous vide | mise en défaut de la centrale sous vide et blocage de valves en position haute | surcharge hydraulique dans le réseau sous vide | Constat visuel | Plusieurs débordements dans l'Etang pendant 3 jours | remise en état de fonctionnemnt du réseau sous vide | Néant | Oui | le 06/01/08 |
| 28/08/2007 | 08:10 | Thau Agglo | Balaruc les Bains | Route de Sète | PR | Serpentin | Casse de la Lyre de distribution de pompage | soudure défectueuse | canal de comptage | pas de rejet | sectionnement de la lyre et mise en place d'un raccors bride avec plaque pleine | Pompage en amont du poste avec 2 hydrocureurs | Oui | 13:30 |
| 29/04/2009 | 09:00 | Veolia | Frontignan | Plan de l'Aire | PR | Plan de l'Aire | Casse sur le refoulement du plan de l'Aire | joint sur canalisation bonna laissant passer l'effluent | Estimation | 800 m3 | Réparation du réseau de refoulement | 6 hydrocureurs mobilisés pour pomper le réseau et éviter le déversement au canal. Arrêt de 5 PR | Oui | 20:00 |
| 16/04/2009 | 19:30 | Veolia | Frontignan | Plan de l'Aire | PR | Plan de l'Aire | Mise en by pass pour travaux sur PR | programmé | Estimation | 50 m3 | remise en service du poste après travaux | nettoyage des chaussées, désinfection | Oui | 17/04/09 à 12h |

Tableau 16. Bilan des évènements de temps sec déclarés sur les réseaux d'assainissement de septembre 2007 à juin 2009

❖ Durant les campagnes de suivi

Sur les **5 campagnes de mesures** suivies simultanément sur le bassin versant et dans la lagune, on dénombre **66 postes de relevage** dont l'alarme de niveau haut a été déclenchée au moins une fois (soit plus de la moitié de l'ensemble des ouvrages de relevage du territoire).

Nous rappelons qu'une alarme de poste en niveau haut, signale *stricto sensu* une surcharge hydraulique de l'ouvrage, et ne peut être directement associée à un déversement d'eaux usées dans le milieu naturel ou sur la chaussée. Les données avancées ici n'ont donc pour objectif que mettre en évidence les secteurs du territoire de Thau ayant présenté le plus grand nombre d'ouvrages en situation de surcharge hydraulique.

La Figure 16 présente la répartition de l'ensemble des postes de relevage du territoire par chaîne de transfert des eaux usées (la hauteur totale de la barre de chaque chaîne de transfert indique la proportion en nombre de PR du territoire qu'elle représente, à droite en valeur absolue, et à gauche en pourcentage du nombre total de PR du territoire), ainsi que la répartition, dans chaque chaîne de transfert, des ouvrages pour lesquels l'alarme de niveau haut n'a jamais été déclenchée au cours des campagnes suivies (en bleu), pour lesquels elle s'est déclenchée au moins une fois (en vert), 2 fois (en jaune), ou plus de 3 fois (en orange).

On retiendra en outre que les résultats de l'autosurveillance du réseau d'assainissement de Pinet et Pomérols ne nous ont été transmis que pour les 3 dernières campagnes de suivi (octobre 2008, novembre 2008, février 2009), et que ceux du réseau de Frontignan ne nous ont été transmis que pour la dernière campagne de suivi (février 2009).

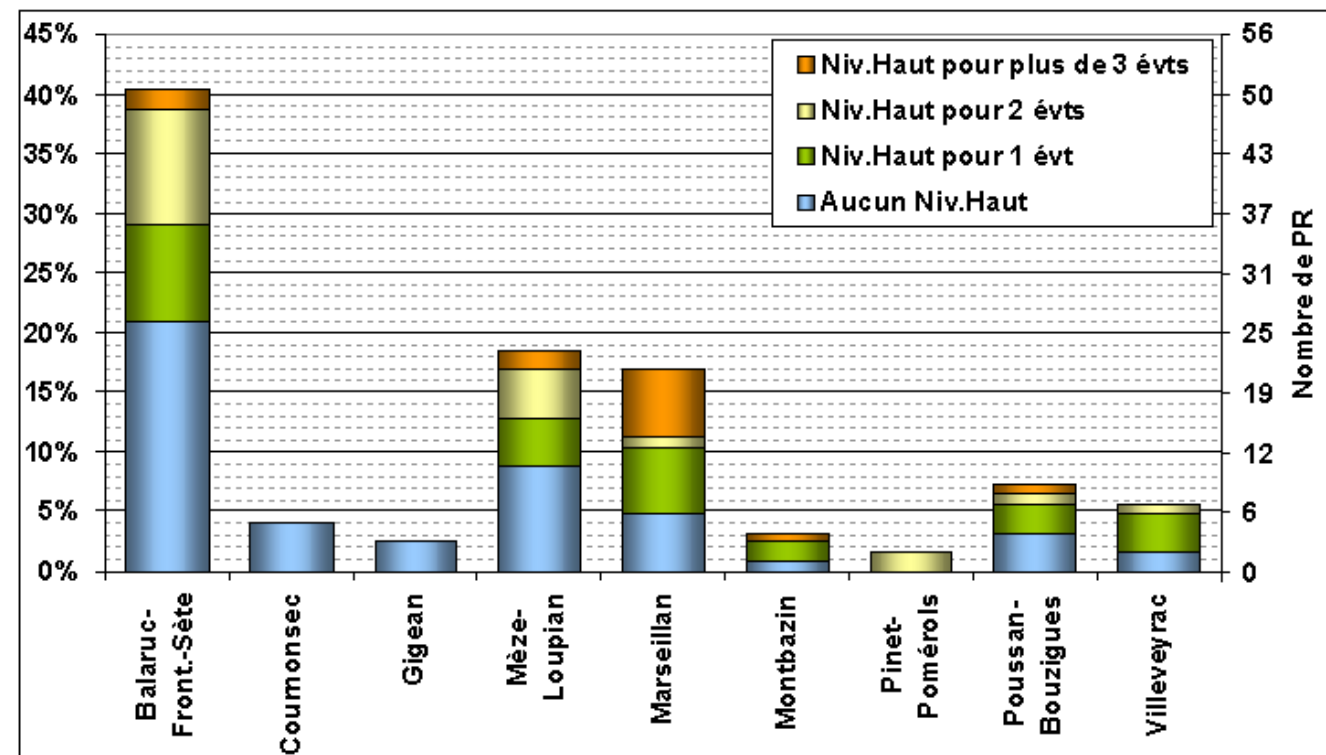


Figure 16. Répartition des postes de relevage du territoire par chaîne de transfert et par nombre de déclenchement d'alarmes de niveau haut

Ce graphique met nettement en évidence la forte sensibilité aux pluies de la plupart des réseaux du territoire excepté ceux de Courmonsec, de Gigan, et de Villeveyrac dans une moindre mesure. En effet, cette analyse montre que sur :

- Marseillan, l'alarme s'est déclenchée au moins une fois sur 5 campagnes pour plus de 2/3 des PR, et au moins 3 fois sur 5 campagnes pour 1/3 des PR ;
- Mèze-Loupian, l'alarme s'est déclenchée au moins une fois sur 5 campagnes pour plus de la moitié des PR, et au moins 2 fois sur 5 campagnes pour environ 30% des PR ;
- Balaruc-les-Bains-le-Vieux-Frontignan-Sète, l'alarme s'est déclenchée au moins une fois sur 5 campagnes pour près de la moitié des PR, et au moins 2 fois sur 5 campagnes pour 28% des PR ;
- Montbazin, l'alarme s'est déclenchée au moins une fois sur 5 campagnes pour les 3/4 des PR, et au moins 3 fois sur 5 campagnes pour 1 des 4 PR ;
- Pinet-Pomérols, l'alarme s'est déclenchée 2 fois sur 3 campagnes pour chacun des 2 PR de la chaîne de transfert ;
- Poussan-Bouzigues, l'alarme s'est déclenchée au moins une fois sur 5 campagnes pour plus de la moitié des PR, et au moins 2 fois sur 5 campagnes pour 22% des PR.

Une analyse plus détaillée des déversements avérés, ainsi que de la distinction faite entre les surcharges hydrauliques liées à un dysfonctionnement d'ordre électromécanique (panne de pompe, défaut d'agitateur, poire de niveau bloquée, défaut électrique, etc.), et celles liées à de fortes intrusions d'eaux parasites dans le réseau de collecte des eaux usées, est présentée au §3.3 p.46 présentant une synthèse des résultats des campagnes de temps de pluie, ainsi que dans chaque rapport d'évènement.

3.1.2.3.2 Suivi des stations d'épuration

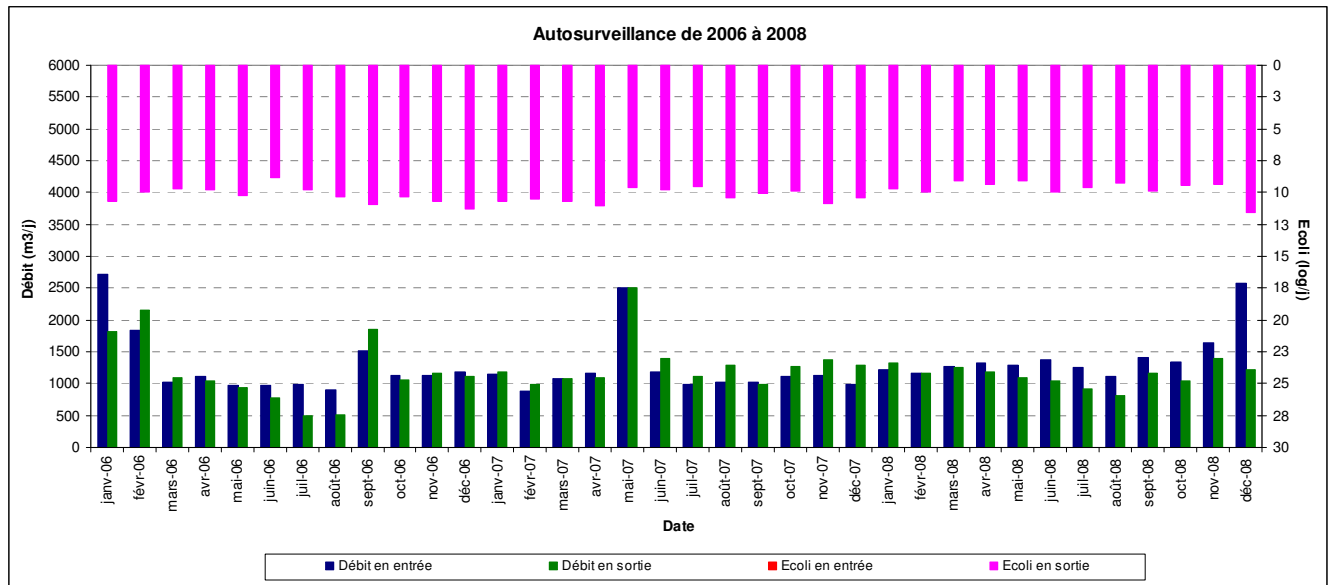
❖ Temps sec : Données d'autosurveillance entre 2006 et 2008

Lagunage de Gigan

Tableau 17 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Gigan (6000 EH)

| HS : hors saison estivale S : en saison estivale | DEBIT (M³/J) | | MES (KG/J) | | DCO (KG/J) | | DBO ₅ (KG/J) | | NTK (KG/J) | | PT (KG/J) | | BACTERIOLOGIE (UNITES LOG E.COLI/J) | |
|----------------------------------------------------------|-----------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------|-----------|--------------|-----------|-------------------------------------------|-----------|
| | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 |
| Saisonnalité | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S |
| Capacité nominale | 840 | | 540 | | 900 | | 360 | | 90 | | 24 | | | |
| Charge moyenne reçue | 1366 | 1087 | 397 | 384 | 1003 | 889 | 463 | 431 | 80 | 76 | 11 | 11 | - | - |
| Taux de remplissage (%) | 163 | 129 | 73 | 71 | 111 | 99 | 129 | 120 | 89 | 84 | 47 | 47 | | |
| Charge moyenne en sortie | 1289 | 928 | 89 | 131 | 89 | 67 | 11 | 13 | 43 | 21 | 8 | 6 | 10.7 | 10.0 |
| Rendement (%) ou abattement bactérien (unités log) | | | 78 | 66 | 91 | 92 | 98 | 97 | 46 | 73 | 26 | 43 | - | - |

Figure 17 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Gigan



Le lagunage de Gigan est en surcharge hydraulique due à de fortes intrusions d'eaux parasites (permanentes et météoriques) qui génère des volumes d'eaux claires importants.

Les rendements sur la pollution organique brute restent bons (supérieurs à 90%) malgré la surcharge hydraulique. Cependant, les rendements sur la pollution particulaire sont plus mitigés.

D'un point de vue bactériologique, l'absence de mesures en entrée ne permet pas de déterminer l'abattement.

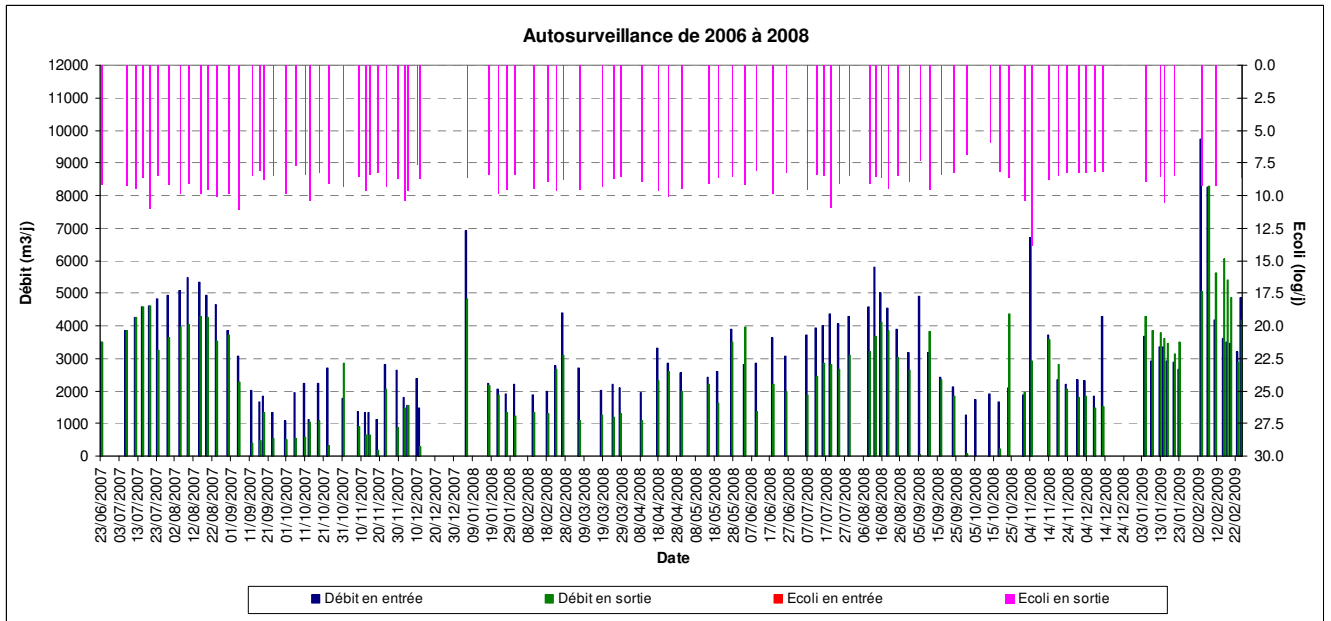
Une étude est en cours pour le raccordement du lagunage de Gigan à la station d'épuration des Eaux Blanches à Sète.

Lagunage de Marseillan Pradels

Tableau 18 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Marseillan Pradels (32000 EH)

| HS : hors saison estivale S : en saison estivale | DEBIT (M³/J) | | MES (KG/J) | | DCO (KG/J) | | DBO ₅ (KG/J) | | NTK (KG/J) | | PT (KG/J) | | BACTERIOLOGIE (UNITES LOG E.COLI/J) | |
|----------------------------------------------------------|-----------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------|-----------|--------------|-----------|-------------------------------------------|-----------|
| | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 |
| Saisonnalité | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S |
| Capacité nominale | 6000 | | 2600 | | 4600 | | 2000 | | 480 | | 128 | | | |
| Charge moyenne reçue | 2409 | 4144 | 503 | 1471 | 1033 | 3155 | 434 | 1439 | 100 | 284 | 13 | 35 | - | - |
| Taux de remplissage (%) | 40 | 69 | 19 | 57 | 22 | 69 | 22 | 72 | 21 | 59 | 10 | 27 | | |
| Charge moyenne en sortie | 1551 | 2803 | 95 | 301 | 83 | 199 | 7 | 26 | 13 | 37 | 7 | 16 | 11.8 | 11.8 |
| Rendement (%) ou abattement bactérien (unités log) | | | 81 | 80 | 92 | 94 | 98 | 98 | 87 | 87 | 41 | 54 | - | - |

Figure 18 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Marseillan Pradels



La capacité du lagunage de Marseillan Pradels a été augmentée de 12 000 EH à 32 000 EH. Ce lagunage n'est donc plus en surcharge hydraulique et organique et les rendements épuratoires sont bons.

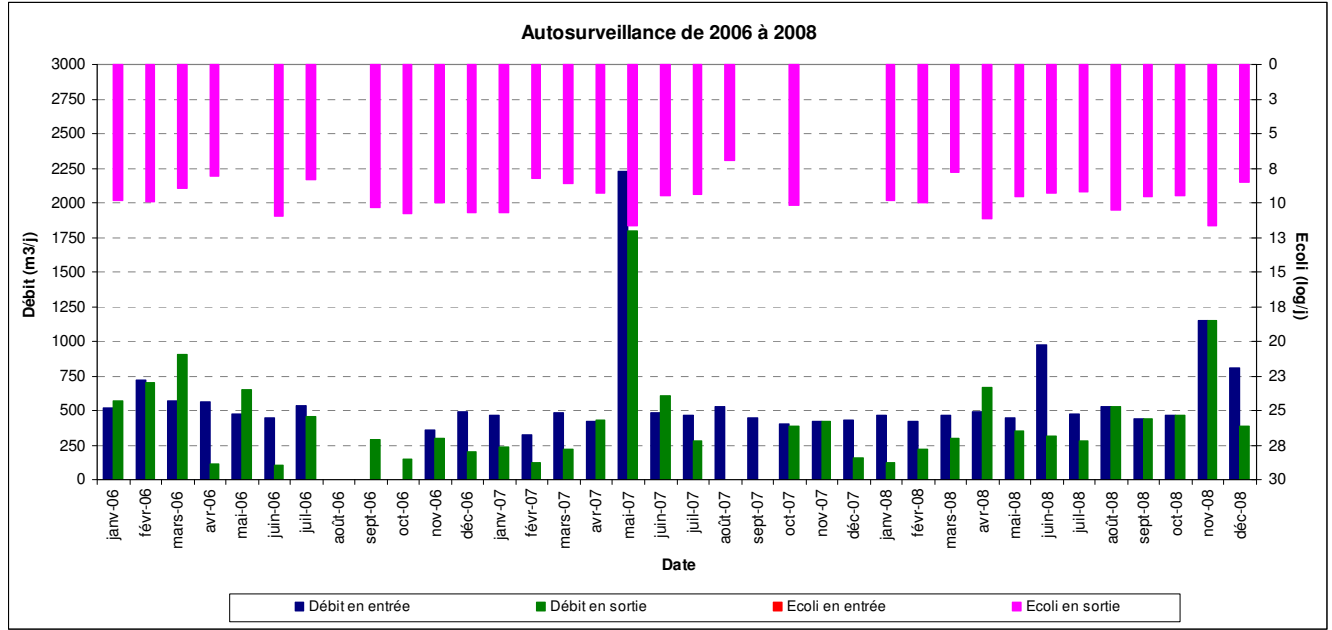
D'un point de vue bactériologique, l'absence de mesures en entrée empêche de déterminer l'abattement.

Lagunage de Pinet-Pomérois

Tableau 19 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Pinet-Pomérois (3000 EH)

| HS : hors saison estivale S : en saison estivale | DEBIT (M³/J) | | MES (KG/J) | | DCO (KG/J) | | DBO ₅ (KG/J) | | NTK (KG/J) | | PT (KG/J) | | BACTERIOLOGIE (UNITES LOG E.COLI/J) | |
|----------------------------------------------------------|-----------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|----------------------------|-----|---------------|----|--------------|-----|-------------------------------------------|-------|
| | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | |
| Saisonnalité | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S |
| Capacité nominale | 600 | | 200 | | 360 | | 180 | | | | 12 | | | |
| Charge moyenne reçue | 557 | 553 | 259 | 170 | 479 | 428 | 212 | 166 | 45 | 42 | 6 | 42 | - | - |
| Taux de remplissage (%) | 93 | 92 | 130 | 85 | 133 | 119 | 118 | 92 | 100 | 93 | 52 | 347 | | |
| Charge moyenne en sortie | 412 | 320 | 41 | 35 | 35 | 30 | 6 | 4 | 13 | 6 | 3 | 2 | 10.56 | 10.62 |
| Rendement (%) ou abattement bactérien (unités log) | | | 84 | 80 | 93 | 93 | 97 | 97 | 71 | 85 | 57 | 96 | - | - |

Figure 19 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Pinet-Pomérois



Les rendements épuratoires sont très bons et conformes aux exigences réglementaires. Le flux hydraulique moyen atteint la capacité nominale, conséquence de fortes intrusions d'eaux claires parasites.

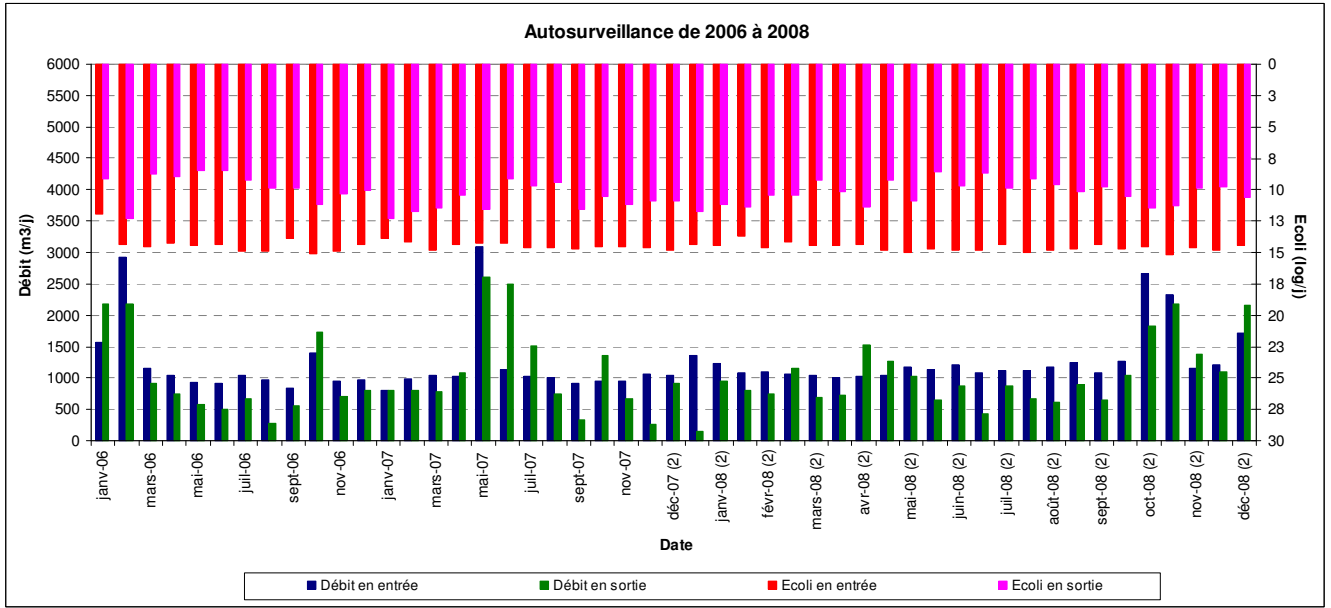
D'un point de vue bactériologique, l'absence de mesures en entrée empêche de déterminer l'abattement.

Lagunage de Poussan-Bouzigues

Tableau 20 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Poussan-Bouzigues (6700 EH hors saison, 8700 EH en saison estivale)

| HS : hors saison estivale S : en saison estivale | DEBIT (M³/J) | | MES (KG/J) | | DCO (KG/J) | | DBO ₅ (KG/J) | | NTK (KG/J) | | PT (KG/J) | | BACTERIOLOGIE (UNITES LOG E.COLI/J) | |
|----------------------------------------------------------|-----------------|------|---------------|-----|---------------|------|----------------------------|-----|---------------|-----|--------------|----|-------------------------------------------|-------|
| | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | |
| Saisonnalité | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S |
| Capacité nominale | 1340 | 1640 | 603 | 783 | 938 | 1218 | 362 | 470 | 101 | 131 | 27 | 35 | | |
| Charge moyenne reçue | 1283 | 1079 | 426 | 392 | 1025 | 811 | 513 | 419 | 89 | 77 | 11 | 10 | 14.62 | 14.74 |
| Taux de remplissage (%) | 96 | 66 | 71 | 50 | 109 | 67 | 142 | 89 | 89 | 59 | 43 | 28 | | |
| Charge moyenne en sortie | 1088 | 861 | 124 | 115 | 239 | 210 | 58 | 43 | 43 | 22 | 8 | 6 | 11.52 | 9.64 |
| Rendement (%) ou abattement bactérien (unités log) | | | 71 | 71 | 77 | 74 | 89 | 90 | 52 | 72 | 30 | 41 | 3.1 | 5.1 |

Figure 20 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Poussan-Bouzigues



Le lagunage de Poussan-Bouzigues est à saturation hydraulique et organique. Des dépassements des seuils réglementaires en concentration en MES, DCO, DBO₅ sont observés.

L'abattement bactérien est correct pour un lagunage voire très bon en période estivale (5,1 unités log). Cependant des dépassements des seuils sont observés (1000 *E.coli*/100ml en été et 10 000 *E.coli*/100 ml en hiver).

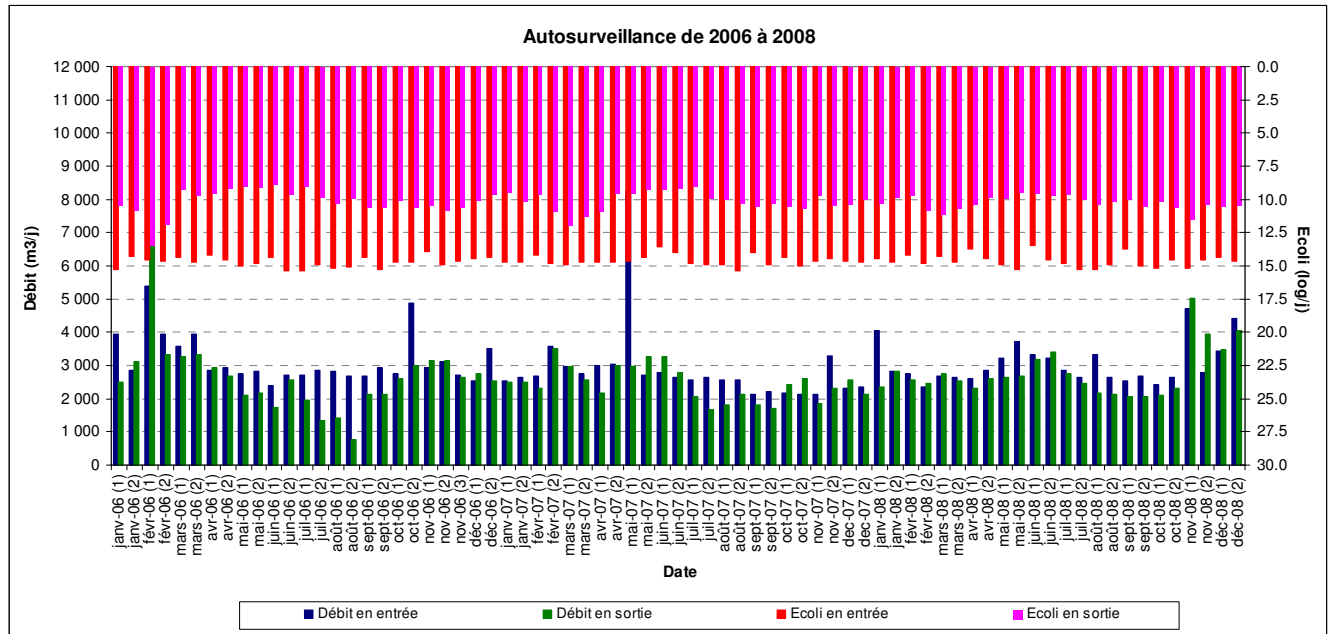
Une étude est en cours pour le raccordement du lagunage de Poussan-Bouzigues à la station d'épuration des Eaux Blanches à Sète.

Lagunage de Mèze-Loupian

Tableau 21 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Mèze-Loupian (12 350 EH hors saison, 20 900 EH en saison estivale)

| HS : hors saison estivale S : en saison estivale | DEBIT (M³/J) | | MES (KG/J) | | DCO (KG/J) | | DBO ₅ (KG/J) | | NTK (KG/J) | | PT (KG/J) | | BACTERIOLOGIE (UNITES LOG E.COLI/J) | |
|-----------------------------------------------------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------|-----------|
| | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 |
| Saisonnalité | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S |
| Capacité nominale | 2470 | 3753 | 1112 | 1881 | 1729 | 2926 | 667 | 1129 | 185 | 314 | 49 | 84 | | |
| Charge moyenne reçue | 3112 | 2774 | 917 | 1069 | 2009 | 2125 | 956 | 988 | 185 | 188 | 23 | 21 | 14.76 | 15.02 |
| Taux de remplissage (%) | 126 | 74 | 82 | 57 | 116 | 73 | 143 | 87 | 100 | 60 | 47 | 26 | | |
| Charge moyenne en sortie | 2812 | 2196 | 327 | 393 | 490 | 469 | 111 | 75 | 58 | 30 | 16 | 12 | 11.36 | 10.02 |
| Rendement (%) ou abattement bactérien (unités log) | | | 64 | 63 | 76 | 78 | 88 | 92 | 69 | 84 | 33 | 44 | 3.4 | 5.0 |

Figure 21 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Mèze-Loupian



La variation saisonnière sur les débits entrants et sortants est conséquente avec un débit à traiter beaucoup plus important hors période estivale du fait des volumes d'eaux claires parasites véhiculés sur les réseaux des communes de Mèze et de Loupian.

Quelques dépassements des seuils réglementaires en concentration en DCO et DBO₅ sont observés chaque année. Les rendements sur la pollution particulière sont trop faibles avec de nombreux dépassement du seuil réglementaire.

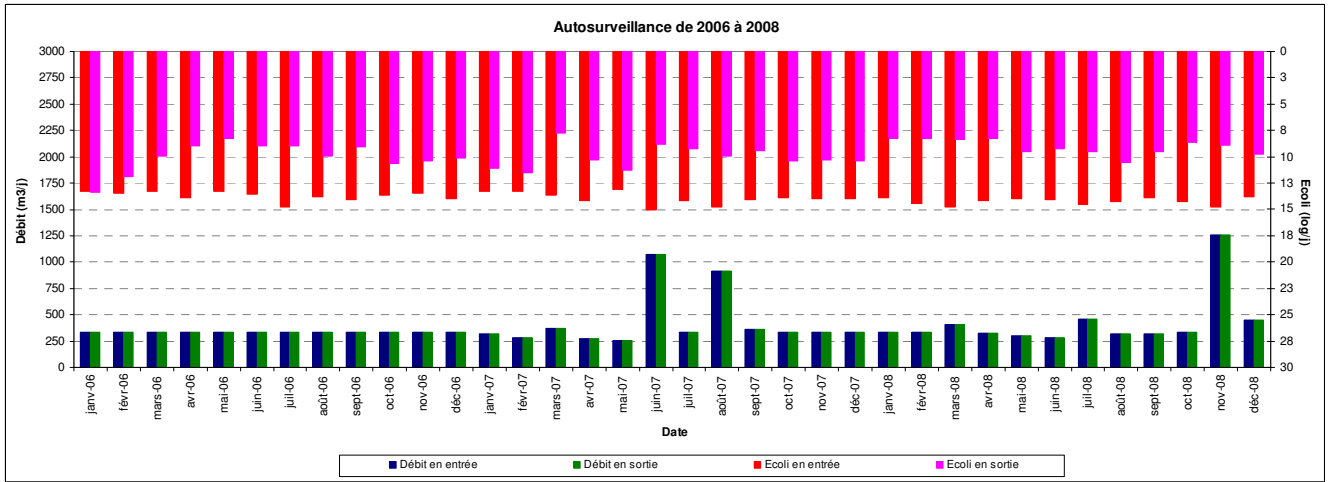
L'abattement bactérien est correct pour un lagunage voire très bon en période estivale (5 unités log).

Lagunage de Montbazin

Tableau 22 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Montbazin (4500 EH)

| HS : hors saison estivale S : en saison estivale | DEBIT (M³/J) | | MES (KG/J) | | DCO (KG/J) | | DBO ₅ (KG/J) | | NTK (KG/J) | | PT (KG/J) | | BACTERIOLOGIE (UNITES LOG E.COLI/J) | |
|-----------------------------------------------------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------|-----------|
| | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 | 2006-2008 |
| Saisonnalité | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S |
| Capacité nominale | 800 | | 405 | | 607 | | 270 | | 67.5 | | 18 | | | |
| Charge moyenne reçue | 368 | 471 | 238 | 245 | 367 | 479 | 175 | 259 | 30 | 32 | 6 | 5 | 13.49 | 14.45 |
| Taux de remplissage (%) | 46 | 59 | 59 | 61 | 60 | 79 | 65 | 96 | 44 | 48 | 32 | 28 | | |
| Charge moyenne en sortie | 368 | 471 | 54 | 93 | 99 | 164 | 24 | 31 | 16 | 15 | 3 | 3 | 11.98 | 9.96 |
| Rendement (%) ou abattement bactérien (unités log) | | | 77 | 62 | 73 | 66 | 86 | 88 | 46 | 54 | 52 | 33 | 1.51 | 4 |

Figure 22 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Montbazin



La capacité du lagunage de Montbazin a été augmentée de 2 240 EH à 4 500 EH. Ce lagunage n'est donc plus en surcharge hydraulique et organique.

Cependant, les rendements épuratoires sont faibles et des dépassements des seuils réglementaires en concentration en MES, DCO et DBO₅ sont régulièrement observés.

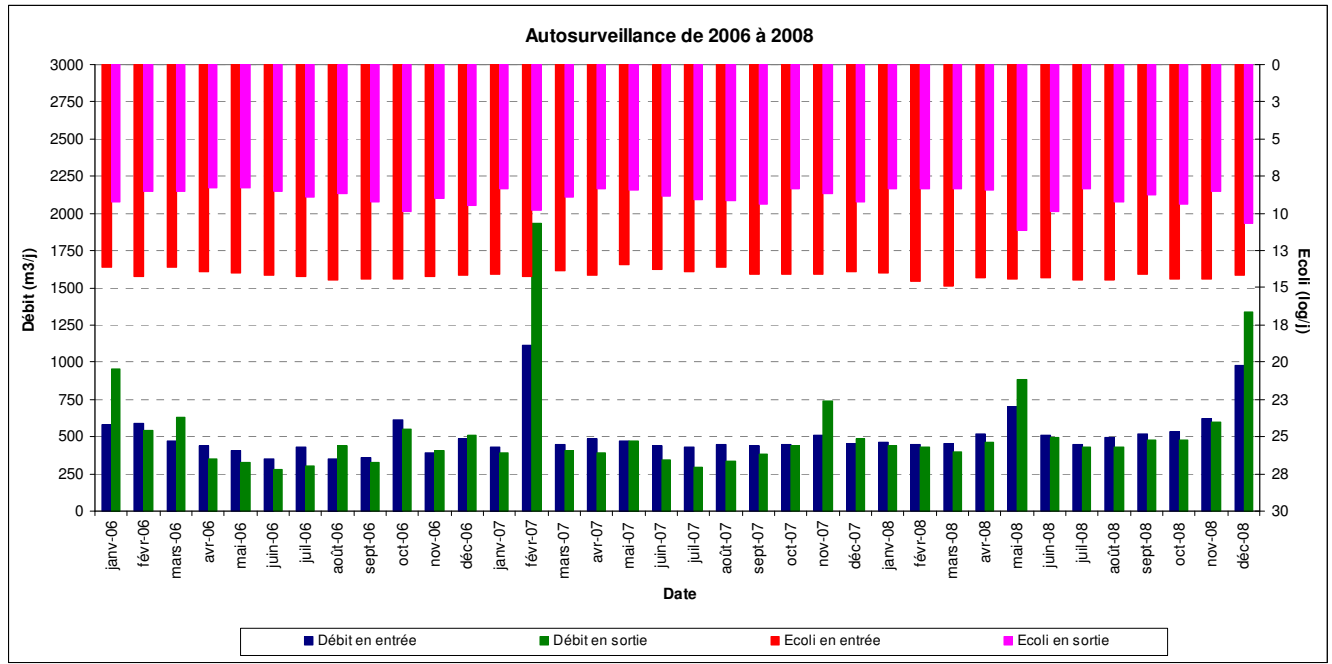
L'abattement bactérien est faible hors saison et correct en saison estivale ce qui est confirmé par 9 non conformités relevées sur la période 2006-2008.

Lagunage de Villeveyrac

Tableau 23 : Caractéristiques générales des flux de pollution du lagunage de Villeveyrac (3500 EH)

| HS : hors saison estivale S : en saison estivale | DEBIT (M³/J) | | MES (KG/J) | | DCO (KG/J) | | DBO ₅ (KG/J) | | NTK (KG/J) | | PT (KG/J) | | BACTERIOLOGIE (UNITES LOG E.COLI/J) | |
|-----------------------------------------------------|--------------|-----|------------|-----|------------|-----|-------------------------|-----|------------|----|-----------|----|-------------------------------------|-------|
| | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | | 2006-2008 | |
| Saisonnalité | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S | HS | S |
| Capacité nominale | 630 | | 315 | | 490 | | 210 | | 52.5 | | 14 | | | |
| Charge moyenne reçue | 531 | 432 | 137 | 152 | 322 | 298 | 146 | 147 | 32 | 30 | 4 | 4 | 14.27 | 14.26 |
| Taux de remplissage (%) | 84 | 69 | 44 | 48 | 66 | 61 | 70 | 70 | 60 | 57 | 30 | 28 | | |
| Charge moyenne en sortie | 583 | 371 | 26 | 29 | 36 | 36 | 9 | 10 | 14 | 5 | 3 | 2 | 9.71 | 9.15 |
| Rendement (%) ou abattement bactérien (unités log) | | | 81 | 81 | 89 | 88 | 94 | 93 | 56 | 83 | 16 | 60 | 4.6 | 5.1 |

Figure 23 : Résultats de l'autosurveillance de 2006 à 2008 pour le lagunage de Villeveyrac



L'ajout d'un lit bactérien en tête de lagunage en 2005 a eu pour conséquence une nette amélioration des rendements épuratoires de ce lagunage.

Les rendements épuratoires sur la période 2006-2008 sont très bons et aucun dépassement n'est à signaler.

D'un point de vue bactériologique, l'abattement est excellent et ceci indépendamment de la saison considérée.

❖ Temps de pluie : résultats de campagnes de mesure

Le suivi complémentaire des lagunages du bassin versant de l'étang de Thau nous a permis d'appréhender leur comportement en temps de pluie.

Tableau 24 : Flux maximum et moyen en E. coli en sortie des lagunages pour chaque évènement suivi

| LAGUNAGE | TEMPS SEC (MOYENNE 2006-2008) | EVENEMENT N°2 (OCTOBRE 2007) | EVENEMENT N°4 (JANVIER 2008) | EVENEMENT N°7 (NOVEMBRE 2008) | EVENEMENT N°9 (FEVRIER 2009) |
|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | FLUX EN E. COLI (UNITES LOG/J) | FLUX EN E. COLI (UNITES LOG/J) | FLUX EN E. COLI (UNITES LOG/JOUR) | FLUX EN E. COLI (UNITES LOG/J) | FLUX EN E. COLI (UNITES LOG/J) |
| Mèze-Loupian | 10,2 | Maximum de 10,9 (moyenne de 10,8) | Maximum de 10,3 (moyenne de 10,2) | Maximum de 12,1 (moyenne de 11,1) | Maximum de 10,4 (moyenne de 10) |
| Villeveyrac | 9 | Maximum de 9,8 (moyenne de 9,5) | Maximum de 10 (moyenne de 9,2) | Maximum de 12,4 (moyenne de 10,1) | Maximum de 11,3 (moyenne de 9,8) |
| Montbazin | 9,7 | Maximum de 10,4 (moyenne de 10,2) | Maximum de 12,9 (moyenne de 12,2) | Maximum de 11,9 (moyenne de 11,5) | Maximum de 11,4 (moyenne de 10,4) |
| Poussan-Bouzigues | 10,2 | Maximum de 11,4 (moyenne de 10,7) | Maximum de 12,3 (moyenne de 11,7) | Maximum de 11,5 (moyenne de 11,1) | Maximum de 13 (moyenne de 12,2) |
| Gigean | 10,1 | Maximum de 10,3 (moyenne de 9,8) | Maximum de 10,5 (moyenne de 10,4) | Maximum de 10,2 (moyenne de 9,8) | Maximum de 9,8 (moyenne de 9,5) |
| Marseillan Pradels | 9 | Maximum de 9 (moyenne de 8,4) | Maximum de 11 (moyenne de 9,3) | Maximum de 13,6 (moyenne de 9,3) | Maximum de 10,1 (moyenne de 9,5) |
| Pinet-Pomérols | 9,6 | - | - | Maximum de 11,4 (moyenne de 10,7) | Maximum de 12 (moyenne de 11,6) |

La comparaison entre les flux issus de l'analyse des résultats de l'autosurveillance et ceux issus de l'analyse des résultats des campagnes de mesure nous montre l'impact de la pluviométrie sur le fonctionnement des lagunages.

Suite à un évènement pluvieux, le flux en E. coli en sortie des lagunages augmente (l'amplitude dépend de la lame d'eau précipitée et de l'ouvrage concerné).

Les flux en sortie de lagunage calculés lors de l'étape 1 et basés sur les résultats de l'autosurveillance ont donc été sous-estimés.

Le schéma de réponse hydraulique des lagunages observé suite à un épisode pluvieux est le suivant :

- Débit entrants :
 - ♦ Pas de données disponibles pour le lagunage de Montbazin,
 - ♦ Augmentation rapide des débits entrants,
 - ♦ Amplitude de variation importante du débit,
 - ♦ Des temps de réponse hydraulique de l'ordre de 1 à 3 jours selon les ouvrages et le cumul pluviométrique,
 - ♦ Des retours au débit de base dans un délai de 8 à 20 jours selon les ouvrages et le cumul pluviométrique ;

➤ Débits sortants :

- ◆ Pas de données disponibles pour les lagunages de Pinet-Pomérols et Montbazin,
- ◆ Augmentation rapide (de l'ordre d'une journée) des débits sortants pour les lagunages de Villeveyrac, Poussan-Bouzigues et Gigean, variation lente des débits sortants pour les lagunages de Marseillan Pradels et de Mèze (rôle tampon des bassins du lagunage),
- ◆ Amplitude de variation importante du débit,
- ◆ Des temps de réponse hydraulique de l'ordre de moins d'1 jour à 8 jours selon les ouvrages et le cumul pluviométrique,
- ◆ Des retours au débit de base de l'ordre de 7 à plus de 20 jours selon les ouvrages et le cumul pluviométrique.

Le schéma de réponse des lagunages en termes de concentration et de flux en *E. coli* est le suivant :

- Un maximum en concentration et en flux atteint dans un délai de 1 à 6 jours selon les ouvrages et le cumul pluviométrique,
- Des variations entre le temps sec et le temps de pluie de 0,2 à 5 unités log en concentration et de 0,4 à 4,6 unités log en flux selon les ouvrages et le cumul pluviométrique,
- Des retours à la concentration de base dans un délai de 1 à 10 jours voire plus selon les ouvrages et le cumul pluviométrique.

Remarque : La description du comportement de chacun de lagunages pour chaque évènement se trouve dans les rapports d'évènement.

3.1.3 Suivi annuel de la lagune

3.1.3.1 Hauteurs d'eau

Les données de pression atmosphérique et de hauteur d'eau acquises à Sète pendant la période de suivis mettent en évidence des périodes de niveau d'eau haut lors des épisodes de dépressions atmosphériques. Des niveaux supérieurs à 70 cm sont mesurés dans les canaux de Sète en janvier, avril, juin, novembre et décembre 2008, ainsi qu'en février 2009 (Figure 24).

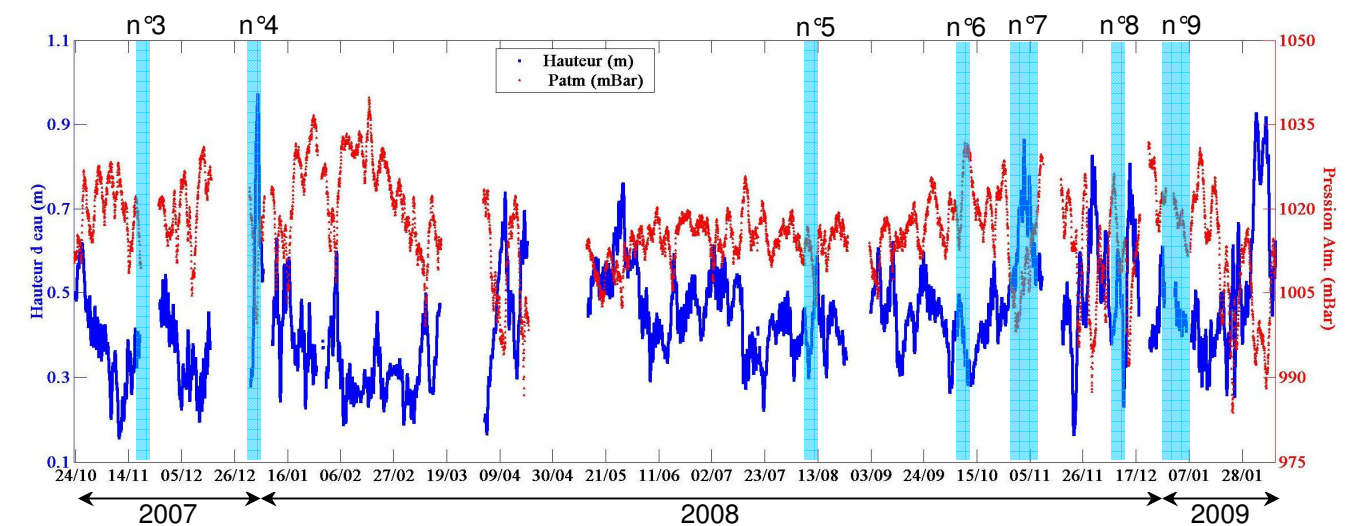


Figure 24. Hauteur d'eau (données CQEL-LR) mesurée dans les canaux de Sète et pression atmosphérique (données Météo-France) mesurée au Sémaphore de Sète d'octobre 2007 à février 2009. Les événements pluvieux n°3 à n°9 sont indiqués en bleu ciel.

3.1.3.2 Hydrologie

Les sondes haute-fréquence, positionnées de septembre 2007 à janvier 2009 au niveau des points C2 au droit du Pallas et C10 au Sud-Ouest des parcs de Marseillan, ont permis de suivre l'évolution de la salinité et de la température en sub-surface (- 1 m de la surface) et au fond (1 m du fond) de la colonne d'eau.

De septembre à décembre 2007, la salinité est comprise entre 38 et 40,5 unités pour les points C2 et C10. Cette période est marquée par une faible pluviométrie, n'engendrant donc que de faibles dessalures (< 1 unité), notamment suite aux pluies de septembre, d'octobre et de fin décembre 2007. La température de l'eau décroît d'environ 22°C en septembre 2007 à environ 5°C en janvier 2008. Des pics de variation de température sont observés, associés aux épisodes pluvieux ou aux épisodes de tramontane et d'entrées marines (Figure 25).

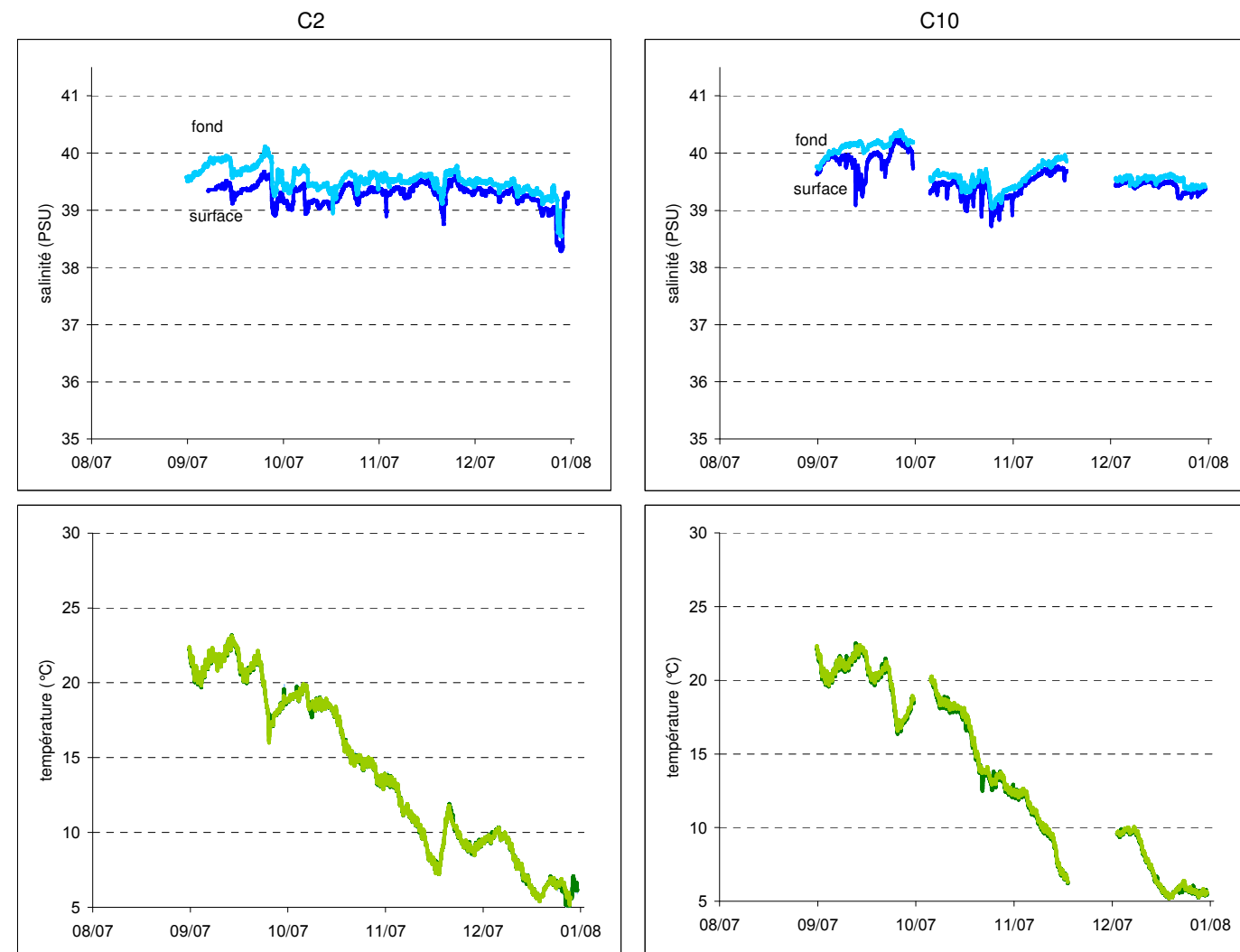


Figure 25. salinité (en unités PSU – courbes bleues) et température (en °C – courbes vertes) mesurées en 2007 au niveau des points C2 (à gauche) et C10 (à droite) en sub-surface (couleurs foncées) et au fond (couleurs claires). Pour faciliter la lecture, le signal est lissé (moyenne glissante sur 5 heures).

Après une baisse moyenne de près d'une unité en décembre 2007, la salinité varie entre 36 et 39 unités jusqu'en juillet 2008 au niveau des points C2 et C10 (Figure 26). Des dessalures plus marquées qu'en 2007 (> 2 unités) sont observées suite à des épisodes pluvieux, notamment début janvier, fin février et fin mai. Après l'été, la salinité augmente sous l'effet de l'évaporation, pour se situer entre 39 et 41 unités. De nouvelles dessalures sont enregistrées en C2 suite à des pluies en septembre, octobre, novembre et décembre, les deux derniers épisodes étant les plus marqués (baisse de 5 et 3 unités).

Sur l'ensemble de la période étudiée, la salinité mesurée au fond est supérieure d'environ 0,5 unité à celle mesurée en sub-surface. La stratification est plus importante suite aux pluies, les apports d'eau douce s'écoulant au-dessus des eaux salées de la lagune.

La température augmente progressivement à partir de janvier 2008 pour atteindre environ 28°C en juillet et août 2008. A la fin de l'été, la température baisse de nouveau jusqu'à décembre 2008 où elle atteint 5°C. Des pics sont observés en 2008, associés aux épisodes pluvieux ou aux épisodes de tramontane et d'entrées marines. Au cours de la période de mesures, les températures en sub-surface et au fond sont homogènes (moins d'1°C de différence), les deux courbes étant quasiment superposées.

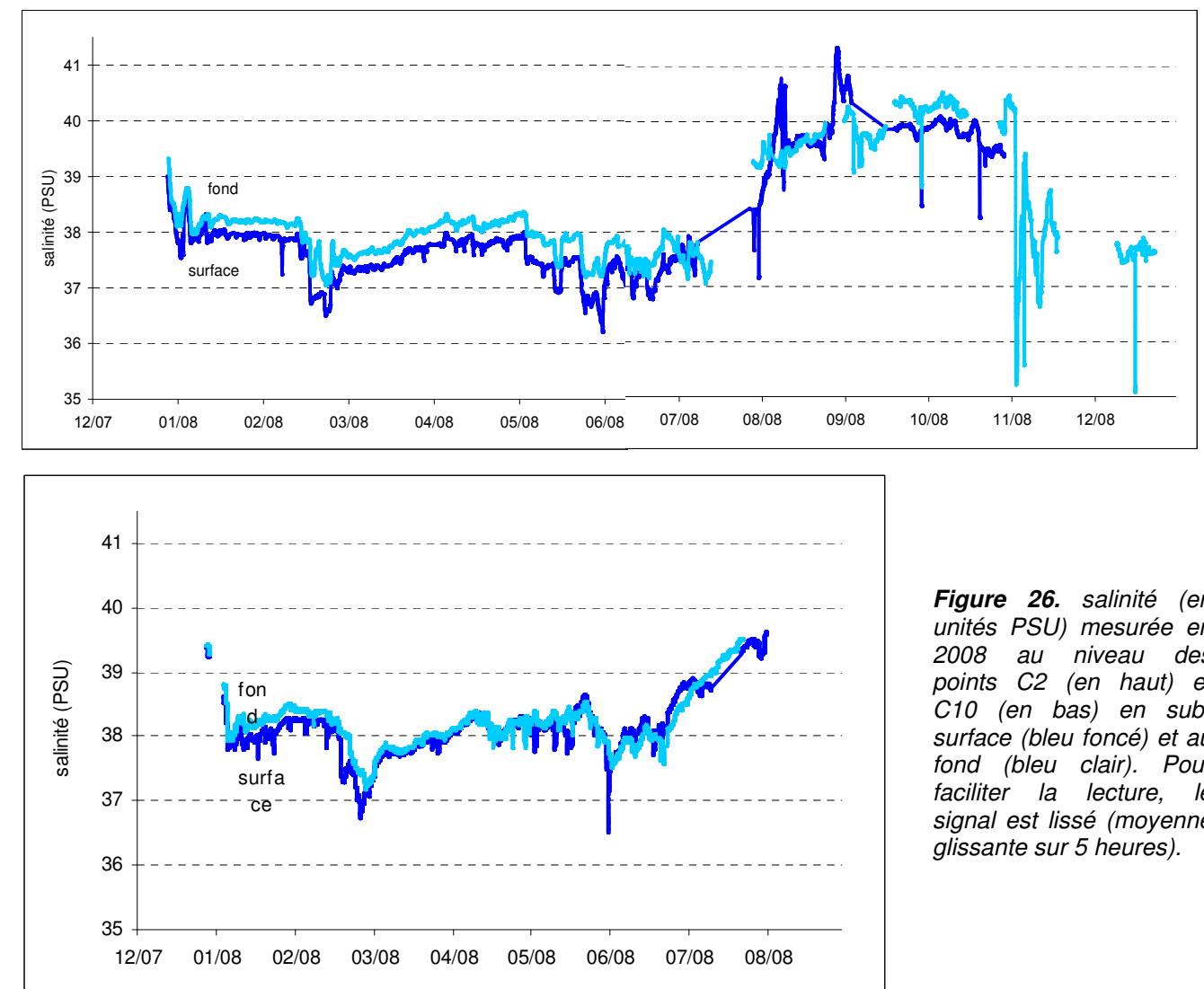


Figure 26. salinité (en unités PSU) mesurée en 2008 au niveau des points C2 (en haut) et C10 (en bas) en sub-surface (bleu foncé) et au fond (bleu clair). Pour faciliter la lecture, le signal est lissé (moyenne glissante sur 5 heures).



Figure 27. température de l'eau (en °C) mesurée en 2008 au niveau des points C2 (en haut) et C10 (en bas) en sub-surface (vert foncé) et au fond (vert clair). Pour faciliter la lecture, le signal est lissé (moyenne glissante sur 5 heures).

3.1.3.3 Qualité microbiologique des coquillages

3.1.3.3.1 Surveillance REMI

La stratégie de surveillance du réseau de contrôle des zones de production de coquillages (REMI) de la lagune de Thau s'appuie sur des prélèvements de coquillages mensuels en surveillance régulière et hebdomadaire lors des alertes, en vue d'analyses de dénombrement de la bactérie *Escherichia coli*. Les coquillages prélevés sont des huîtres au niveau de 8 points répartis dans les trois secteurs conchylicoles de la zone d'élevage, des moules au point Bouzigues (a) et des palourdes au niveau de 3 points localisés sur les principaux gisements de la lagune exploités par les petits métiers (Figure 28). L'ensemble des résultats acquis dans le cadre du REMI entre le 01/08/2009 et le 28/02/2009, ainsi que les cumuls pluviométriques enregistrés à la station Météo-France de Sète des 5 jours précédents le prélèvement sont présentés sur la Figure 28.

Les résultats REMI acquis dans la lagune de Thau au cours des campagnes OMEGA sont comparables à ceux des années précédentes. Les zones de production de coquillages de la lagune de Thau sont assujetties à des sources de contaminations microbiologiques d'origine fécale à l'origine de dégradations ponctuelles de la qualité sanitaire des coquillages (O. Serais, 2009). Entre le 01/08/2009 et le 28/02/2009, sur les 260 résultats d'analyses obtenus :

- 64.6 % sont inférieurs au seuil sanitaire de 230 *E.coli* / 100g de CLI qui caractérise les zones de classe A de très bonne qualité microbiologique,
- 33.1% des résultats sont compris entre 230 et 4 600 *E.coli* / 100 g de CLI. Ces résultats indiquent des dégradations de la qualité microbiologique des coquillages compatibles avec le classement sanitaire actuel en B des zones de production de la lagune, qui impose un traitement des coquillages dans un centre de purification agréé avant commercialisation.
- 2,3% des résultats dépassent le seuil d'alerte d'une B de 4 600 *E.coli* / 100g de C.L.I, ce qui correspond à 6 résultats. Par temps sec, ces pics de pollution sont enregistrés en août 2007 au point Mèze zone (b) et en août 2008 aux points Bouzigues (c) et Mèze zone (a), les niveaux de contamination atteignent respectivement 5 100, 9 600 et 12 000 *E.coli* / 100g de CLI. Suite à l'événement pluvieux du 1^{er} au 5 novembre 2008, des dépassements du seuil de 4 600 *E.coli* / 100g de C.L.I sont également enregistrés au niveau des trois points de suivi de palourdes, les niveaux de contamination atteignent 6 700 *E.coli* / 100g de C.L.I au point Roquerols, 21 000 *E.coli* / 100g de C.L.I au point Château de Villeroy et 68 000 *E.coli* / 100g de C.L.I au point Le Creusot. Ces pics de pollution ont conduit le préfet de l'Hérault à prendre des mesures restrictives concernant la pêche, le ramassage et la mise sur le marché des coquillages de la zone d'élevage entre le 7 et le 14 août 2008 et à interdire la pêche, le ramassage et de la mise sur le marché des coquillages fouisseurs en provenance de la lagune de Thau entre le 7 et le 11 novembre 2008 (arrêté 2008-01-2212 du 07/08/2008, abrogé le 14/08/2008 par l'arrêté n°2008-01-2249, arrêté n°2008-01-2915 du 07/11/2008, abrogé le 14/11/2008 par l'arrêté n°2008-I-2937).

Au cours de cette période de 18 mois, les 12 points de suivi de la lagune sont marqués par des dégradations ponctuelles de leur qualité microbiologique, caractérisées par des dépassements du seuil de 230 *E.coli* / 100g de CLI. Les trois points de suivi des gisements de palourdes présentent des niveaux de contamination fécale plus élevés que ceux localisés dans la zone d'élevage. La moyenne géométrique des résultats acquis sur cette période est respectivement de 281, 505 et 521 *E.coli* / 100 g de CLI aux points Château de Villeroy, Roquerols et Le Creusot alors qu'elle s'étend de 144 *E.coli* / 100 g de CLI (Montpénèdre) à 264 *E.coli* / 100 g de CLI (La Fadèze) pour les points de suivi de la zone d'élevage. Parmi les points de suivi de la zone d'élevage, les points Bouzigues (a) et Montpénèdre (b) sont les moins fréquemment impactés par des pollutions, au niveau de ces points respectivement 91.3% et 81.6% des résultats sont inférieurs à 230 *E.coli* / 100g de C.L.I. tandis que les points Port de Loupian et La Fadèze présentent les profils de contamination les plus dégradés, avec respectivement 56.5% et 59.1% de résultats inférieurs à 230 *E.coli* / 100g de C.L.I. Tous les secteurs sont soumis à des sources de pollution dont l'impact est relativement localisé.

Sur l'ensemble des résultats acquis au cours de cette période de 18 mois, la fréquence de dépassement du seuil de 230 *E.coli* / 100 g de CLI est de 68.8% pour les prélèvements réalisés suite à une période de 5 jours de faibles cumuls pluviométriques à la station météorologique de Sète (< 10 mm, n=208) et de 48.1% pour les prélèvements réalisés suite à une période de 5 jours cumuls pluviométriques >10 mm (n=52). Si les forts cumuls pluviométriques représentent un facteur significatif de dégradation de la qualité sanitaire des coquillages, la problématique de contamination par temps sec demeure importante notamment en raison du nombre élevé de jours de temps sec par rapport aux jours de pluies: sur les 35.4% des résultats dépassant le seuil de 230 *E.coli* / 100 g de CLI acquis au cours du suivi, 25% sont enregistrés suite à une période de 5 jours de faibles cumuls pluviométriques (< 10 mm) et 10.4% suite à une période de 5 jours de cumuls pluviométriques >10 mm.

3.1.3.3.2

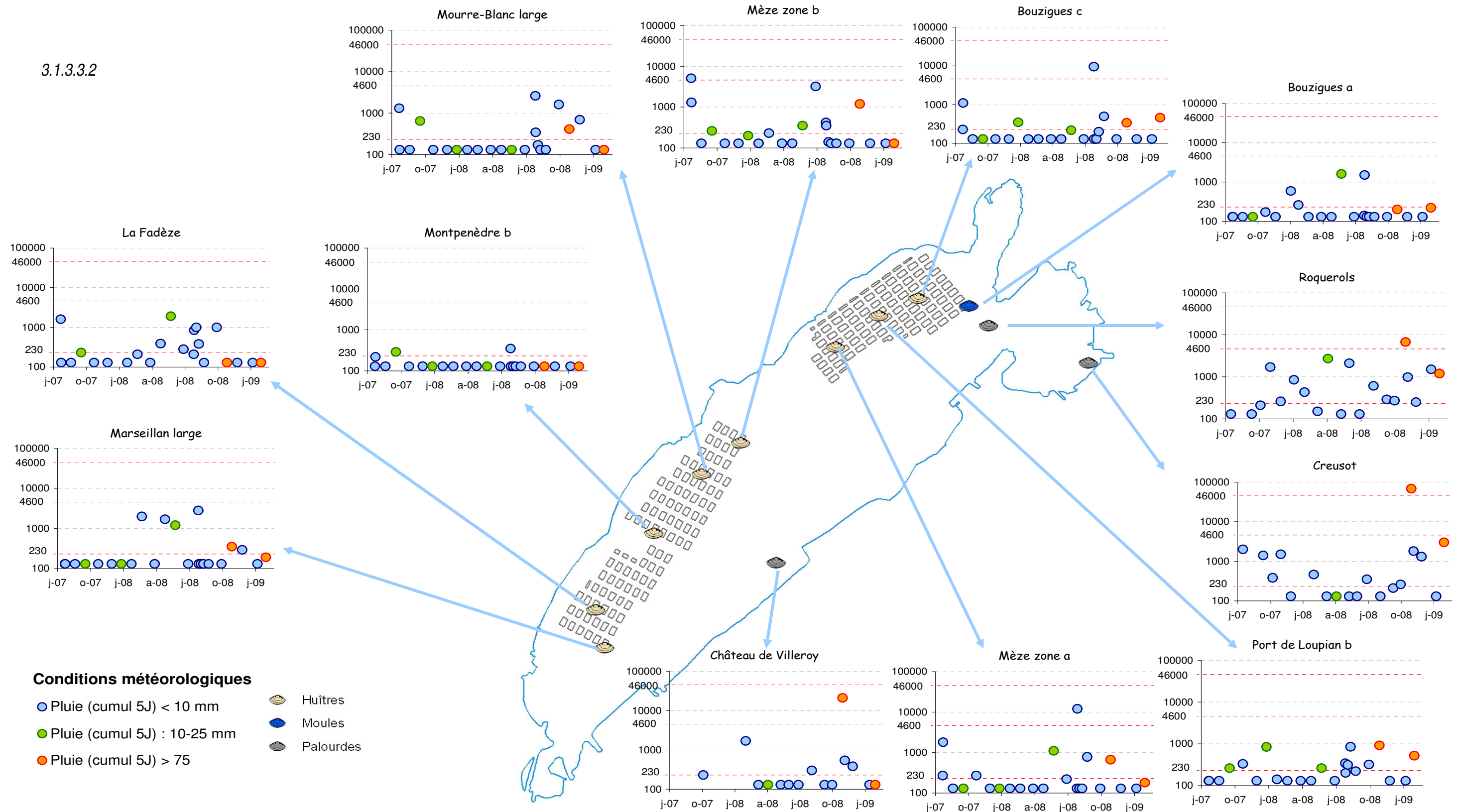


Figure 28. Résultats de dénombrement des *Escherichia coli* dans les coquillages (*E.coli*/100 g de C.L.I) acquis entre le 01/07/2007 et le 28/02/2009 dans le cadre du REMI (surveillance régulière et alerte) au niveau des points de suivi de la lagune de Thau et catégorie de cumul pluviométrique (mm) enregistrés à la station météorologique de Sète calculé sur les 5 jours précédents de prélèvement.

3.1.3.3.2 Suivis virus, TIACs

Pendant une année, les coquillages de la zone d'élevage de lagune de Thau et quatre principaux exutoires du bassin versant (Pallas, des Fontanilles, de La Vène et canal des Salins) ont fait l'objet d'un suivi de la présence des virus entériques Norovirus des deux principaux génogroupes I et II. Les Norovirus constituent le principal agent de gastroentérites aiguës non bactériennes chez l'homme, toute classe d'âge confondue, et sont responsables de Toxi-Infections Alimentaires Collectives (TIACs), notamment associées à la consommation de coquillages. Les gastroentérites provoquées par les Norovirus sont caractérisées par l'apparition brutale de vomissements et/ou de diarrhées après une courte période d'incubation de 24 à 48 heures. La transmission par voie féco-orale est la plus importante, elle est souvent directe de personne à personne, ou indirecte par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés, souvent poursuivie par une diffusion de personne à personne. En raison de la haute résistance des Norovirus dans l'environnement, leur accumulation potentielle dans les coquillages filtreurs, de leur dose infectieuse vraisemblablement faible (environ 10 virus), et du mode de consommation crue ou faiblement cuits des coquillages, ces derniers peuvent constituer un risque de contamination pour l'homme. En Europe, les infections à Norovirus sont marquées par une saisonnalité hivernale, mais des épidémies ponctuelles au printemps et en été ont été observées (Afssa, 2007). Une étude réalisée entre août 1995 et juillet 1998 dans la lagune de Thau met en évidence le caractère saisonnier de la contamination virale des coquillages, principalement observée en hiver, ainsi que le lien étroit entre cette contamination, les incidences de diarrhées aiguës dans la population et l'importance des pluies (Miossec *et al.*, 2000).

Au cours de ces dernières années, des Toxi-infections Alimentaires Collectives, liées à la consommation d'huîtres de l'étang de Thau contaminées par des virus entériques ont été déclarées en Noël 1992, Noël 1997 (DDASS34, 1998), Noël 2002 (Barataud *et al.*, 2002), Janvier 2006 (Cicchelero *et al.*, 2007) et plus récemment en Février 2009. Pour tous ces épisodes, les coquillages incriminés ont été récoltés suite à des épisodes pluviométriques majeurs survenus concomitamment à des pics épidémiques de gastro-entérite hivernale dans la population. Suite à ces événements pluvieux qui ont engendré des apports d'eaux usées brutes dans la lagune, le dispositif d'alerte REMI a mis en évidence des dégradations significatives de la qualité sanitaire des coquillages en élevage dans la lagune de Thau, caractérisées par des niveaux élevés en *Escherichia coli*.

L'objectif de la phase 2 du projet OMEGA Thau est d'élaborer un système d'avertissement précoce des contaminations microbiologiques de la lagune de Thau basé sur la surveillance en continu des indicateurs de contaminations définis à l'issue de la phase 1. Afin d'intégrer la notion de risque de contamination virale de la lagune au système d'avertissement, le suivi de la présence des Norovirus a été mis en place afin :

- de définir pendant l'année de suivi, les périodes à risque de contamination virale de la zone de production conchylicole,
- d'étudier les variables environnementales et épidémiques pendant les périodes qui précèdent les contaminations virales de la zone de production conchylicole,
- d'étudier le comportement de la contamination virale des coquillages sur la toute la colonne d'eau des filières en fonction des apports et en la comparant au niveau de contamination indiqué par *E. coli* dans les coquillages.

| Date | NoV GI (copies/Litre) | | | | NoV GII (copies/Litre) | | | |
|------------|-----------------------|---------|-------------|--------------|------------------------|---------|-------------|--------------|
| | P10 | P15 | P6 | P8 | P10 | P15 | P6 | P8 |
| | Pallas | La Vène | Fontanilles | C.des Salins | Pallas | La Vène | Fontanilles | C.des Salins |
| 03-sept-07 | | | | | | | | |
| 17-sept-07 | | | | | | | | |
| 01-oct-07 | 2310 | | abs | | 700 | | abs | |
| 05-nov-07 | | | | | | | | |
| 12-nov-07 | abs | | abs | | abs | | abs | |
| 03-déc-07 | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs |
| 03-déc-07 | abs | | | | abs | | | |
| 04-déc-07 | | | | | | | | |
| 02-janv-08 | 36000 | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs |
| 03-janv-08 | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs |
| 05-janv-08 | | | | | | | | |
| 06-janv-08 | | | | | | | | |
| 07-janv-08 | abs | 3600 | abs | | abs | abs | abs | |
| 14-janv-08 | | | | abs | | | | abs |
| 16-janv-08 | abs | abs | abs | | abs | abs | abs | |
| 21-janv-08 | | | | abs | | | | |
| 22-janv-08 | abs | abs | abs | | abs | abs | abs | |
| 28-janv-08 | | | | | | | | |
| 29-janv-08 | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs |
| 04-févr-08 | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs |
| 03-mars-08 | abs | abs | | <5 | <5 | abs | abs | <5 |
| 11-mars-08 | | | | | | | | |
| 07-avr-08 | abs | | abs | | 36000 | | 36000 | |
| 05-mai-08 | abs | | abs | | abs | | abs | |
| 02-juin-08 | abs | | abs | | abs | | abs | |
| 07-juil-08 | | | | | | | | |
| 08-juil-08 | | | abs | abs | | | abs | abs |
| 04-août-08 | | | abs | abs | | | abs | abs |

Figure 29. Résultats des détections (présence/absence) et quantifications de Norovirus G1 et G2 (nombre de copies/Litre) au niveau des exutoires des cours d'eaux du Pallas, La Vène, Les Fontanilles et du Canal des Salins à Mèze.

Les résultats des détections et quantifications des Norovirus des génogroupes (G) I et II effectuées entre septembre 2007 et août 2009, sont présentés sur la Figure 29 pour le suivi du bassin versant ainsi et sur la Figure 30 pour le suivi des coquillages de la lagune. La contamination des exutoires du bassin versant et des coquillages de la lagune est sporadique et globalement faible sur la période étudiée.

Sur les 49 échantillons d'eau prélevés sur le bassin versant au niveau des exutoires de La Vène, Le Pallas, Les Fontanilles et le Canal des Salins à Mèze, 6.25% sont positifs en Norovirus GI et 6.2% en Norovirus GII. La présence de Norovirus sur le bassin versant est observée en octobre 2007, janvier et avril 2008. La contamination en Norovirus des cours d'eau ne semble pas persistante car seules des contaminations sporadiques sont observées, les échantillons prélevés postérieurement aux pics de contamination (J+1, J+15 ou J+30 jours selon les cas) sont systématiquement négatifs. Seuls les cours d'eau de La Vène, du Pallas et Les Fontanilles présentent au moins une fois des résultats positifs en Norovirus au cours du suivi, les valeurs des quantifications supérieures à la limite de quantification de 5 s'étendent entre 700 et 36 000 copies / L. Sur les 7 échantillons d'eau positifs en Norovirus, 2 échantillons sont contaminés simultanément en Norovirus GI et GII.

| Date | NoV GI (copies/g) | | | | | | | | | | NoV GII (copies/g) | | | | | | | | | | CE21 | CE22 |
|------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | CE10 | CE10 | CE2 | CE2 | CE4 | CE4 | CE11 | CE16 | CE21 | CE5 | CE10 | CE10 | CE2 | CE2 | CE4 | CE4 | CE11 | CE16 | CE21 | CE22 | | |
| | Surf | Fond | Surf | Fond | Surf | Fond | Surf | Surf | Surf | Surf | Surf | Fond | Surf | Fond | Surf | Fond | Surf | Surf | Surf | Surf | | |
| 03-sept-07 | abs | | abs | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-sept-07 | abs | | | | | | | abs | | | abs | | | | | | | | abs | | | |
| 01-oct-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-nov-07 | abs | | abs | | | | | | | | abs | | abs | | | | | | | | | |
| 12-nov-07 | abs | | abs | | | | | | | | abs | | abs | | | | | | | | | |
| 03-déc-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-déc-07 | abs | | abs | | abs | | | | | abs | abs | | abs | | abs | | | | | | | |
| 02-janv-08 | abs | | abs | | abs | | | | | abs | abs | | abs | | abs | | | | | | | |
| 03-janv-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-janv-08 | abs | | abs | | abs | | | | | abs | abs | | abs | | abs | | | | | | | |
| 06-janv-08 | abs | abs | abs | | abs | | | | | abs | abs | abs | abs | | abs | | | | | | | |
| 07-janv-08 | abs | abs | abs | abs | abs | abs | | | | | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | | | | | |
| 14-janv-08 | abs | abs | abs | abs | abs | abs | | | | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | | | | | |
| 16-janv-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-janv-08 | abs | abs | abs | abs | abs | abs | | | | abs | | abs | abs | abs | abs | abs | abs | | | | | |
| 22-janv-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28-janv-08 | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | abs | | | | | |
| 29-janv-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-févr-08 | abs | abs | abs | | abs | abs | | | | abs | 36 | abs | 360 | | abs | abs | | | | | | |
| 03-mars-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-mars-08 | abs | | abs | abs | | | | | | | abs | 1800 | 180 | | | | | | | | | |
| 07-avr-08 | abs | abs | abs | abs | | | | | | | abs | abs | abs | abs | | | | | | | | |
| 05-mai-08 | abs | abs | abs | abs | | | | | | | abs | abs | abs | abs | | | | | | | | |
| 02-juin-08 | abs | abs | abs | | | | | | | | abs | abs | abs | | | | | | | | | |
| 07-juil-08 | abs | | | | | | | | | | abs | | | | | | | | | | | |
| 08-juil-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-août-08 | abs | | abs | | | | | | | | abs | | abs | | | | | | | | | |

Figure 30. Résultats des détections (présence/absence) et quantifications de Norovirus G1 et G2 (nombre de copies/g de glande digestive) au niveau des points CE10, CE2, CE4 en surface et profondeur et CE5, CE11, CE16 et CE21 en surface.

Dans la lagune, sur les 56 échantillons d’huîtres prélevés en surface au niveau des points CE10, CE2, CE4, CE11, CE16, CE21 et CE5, **aucun n’est positif en Norovirus GI et seuls 5.56 % sont positifs en Norovirus GII**. En profondeur, sur les 21 échantillons d’huîtres prélevées au niveau des points CE10, CE2 et CE4, seul le point CE10 le 11/03/2008 est positif en Norovirus GII alors qu’aucun Norovirus n’est détecté sur l’échantillon prélevé simultanément en surface. Le nombre de résultats positifs est insuffisant pour conclure quant à une éventuelle stratification de ces contaminations. Sur les 4 points échantillonnés, les Norovirus sont détectés uniquement en CE10 et CE2, les valeurs des quantifications s’étendent entre 36 et 1800 copies / 100g de glande digestive de coquillage. Les Norovirus sont détectés dans les coquillages en février et mars 2008. Au cours de cette période, aucune déclaration de Toxi-Infection Alimentaire collective impliquant des coquillages de la lagune de Thau n’a été déclarée.

Le réseau Sentinelles de l’INSERM qui est un réseau de recherche et de veille en médecine générale indique qu’au niveau national, **l’épidémie de gastroentérite pour la saison hivernale 2007/2008** a été la plus longue observée depuis le début de la surveillance en 1990 avec une durée de 12 semaines allant du **19 novembre 2007 (2007s47) au 3 février 2008 (2008s05)**.

Pendant cette période, on estime à 2,5 millions le nombre de personnes qui ont consulté leur médecin généraliste pour une diarrhée aiguë. Ce nombre est le plus important enregistré depuis le début de la surveillance, égal à celui de l’épidémie 2000-2001. Deux pics épidémiques ont été observés pendant les semaines 2007-49 puis 2008-02, avec des taux d’incidence nationaux de 530 puis 452 cas pour 100 000 habitants. Ce réseau est constitué de Médecins Généralistes Libéraux (MGL), dont 53 sont localisés en Languedoc-Roussillon. Actuellement, **le réseau Sentinelles a une représentativité nationale**. Son maillage reste insuffisant au niveau régional et départemental pour permettre d’apporter, à ces échelons, des données pertinentes de manière uniforme et constante dans le temps, notamment en dehors des périodes épidémiques. Ces données ne sont donc pas un bon indicateur de l’état de santé de la population du bassin versant de la lagune de Thau mais sont cependant les seules données de l’état de santé de la population actuellement disponibles. En Languedoc-Roussillon, l’épidémie de gastroentérites semble plus longue que celle observée au niveau national, elle s’étalerait de la semaine 2007-47 à la semaine 2008-9, soit environ du 19/11/2009 au 02/03/2009, les pics épidémiques sont observés semaines 2008-2 et 2008-5. Pendant la période hivernale et au cours de l’été, trois autres plus brèves périodes semblent également présenter des incidences de diarrhées supérieures au seuil épidémique, semaines 2007-29 à 2007-43 (du 24/09 au 27/10/2007), semaines 2008-14 à 2008-17 (du 2 au 23/04/2008), et semaines 2008-30 à 2008-32 (du 21/07 au 10/08/2008), les taux d’incidence régionaux pour les pics de ces épisodes sont respectivement de 377, 268 et 227 cas pour 100 000 habitants, inférieurs à ceux observés pendant la période épidémique des semaines 2007-47 à 2008-9 (Figure 31).

Tous les échantillons d’eau du bassin versant positifs en Norovirus ont été prélevés au cours d’une période où le taux d’incidence en Languedoc-Roussillon de diarrhées aiguës est supérieur au seuil épidémique (Figure 32). De plus, **les contaminations** des cours d’eau du Pallas le 01/10/07, et du Pallas et de La Vène des 02 et 07/01/08 **font suite respectivement aux événements pluvieux du 29 au 30/09/2009 et du 01 au 06/01/2008**. Ces événements pluvieux présentent des cumuls pluviométriques moyens, calculés à l’échelle du bassin versant, de 32.4 mm pour les pluies du 29 au 30/09/2009 (minimum : 23.6 mm et maximum 44.2 mm) et de 46.3 mm (minimum : 23.4 mm et maximum 75.6 mm) pour celles du 01 au 06/01/2006 (Figure 31). Pour ces deux épisodes, les Norovirus ne sont pas détectés dans les coquillages consécutivement à la détection de ces pics de pollution sur le bassin versant. Le suivi à un pas de temps fin des pluies de l’épisode du 01 au 06/01/2008 montre un impact modéré de cet épisode sur les débits et les flux en *Escherichia coli* des cours d’eaux du bassin versant ainsi que sur la contamination des eaux et des coquillages de la lagune. Au niveau du point CE2, sous l’influence des apports du Pallas, le niveau maximal de pollution détecté suite à cet événement ne dépasse pas 690 *Escherichia coli*/100g de CLI.

Le premier pic de contamination en Norovirus dans les coquillages est détecté en CE2 et CE10 en surface le 04/02/2009, pendant l’épidémie de gastroentérites sur le bassin versant, après une période de temps sec ou de faibles pluies, 1 mois après la fin de l’événement pluvieux du 01 au 06/01/2009. Les seconds pics surviennent le 11/03/2009 en CE2 en surface et CE10 en profondeur, une à deux semaines après la fin probable de la période épidémique dans la région, et également par temps sec ou suite à des pluies de faibles cumuls (env. 8.4mm). Excepté pour le prélèvement du pic 11/03/2009 en CE10 en profondeur qui présente simultanément des niveaux élevés en Norovirus (1800 copies/g de glande digestive) et en *Escherichia coli* (2500 *E.coli*/100g de CLI), les autres échantillons sont contaminés en Norovirus en l’absence de contamination en *Escherichia coli*. Ces contaminations en Norovirus des coquillages sont détectées en l’absence d’apports récents en Norovirus des sources suivies du bassin versant. Les hypothèses sur l’origine de ces contaminations virales des coquillages sont multiples : apports en Norovirus de sources de pollution du bassin versant non suivies pendant cette étude, persistance dans la lagune des Norovirus rejetés dans le milieu pendant l’événement pluvieux, intégration de ces Norovirus dans les coquillages un mois après leur rejet dans le milieu et enfin persistance des Norovirus dans les coquillages plus d’un mois.

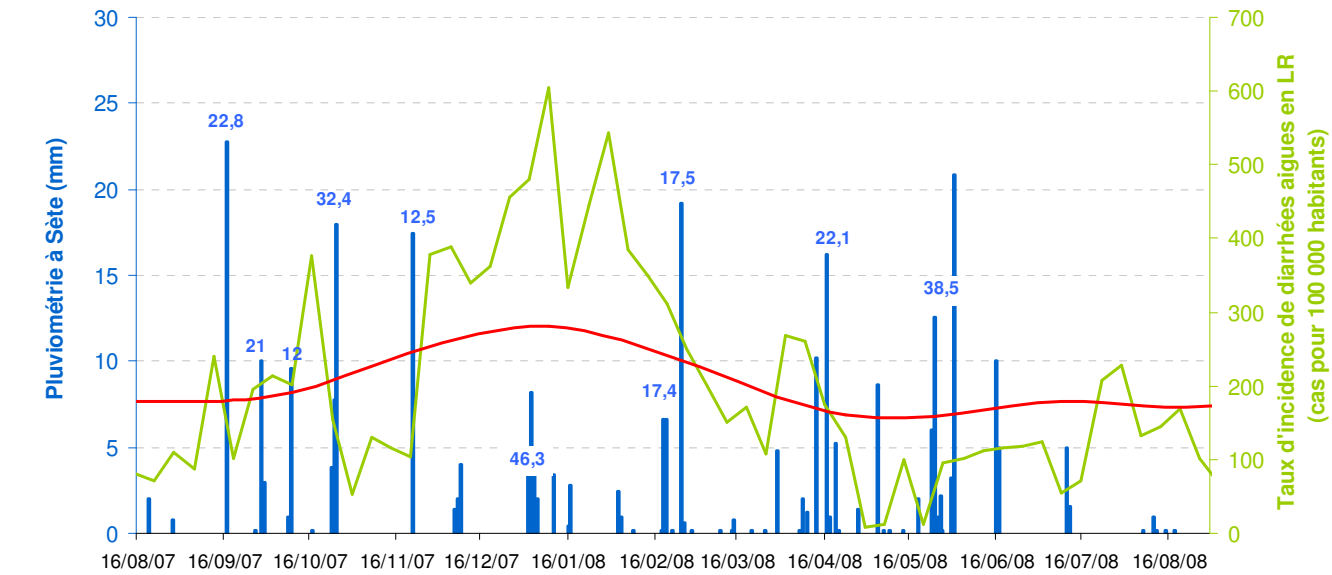
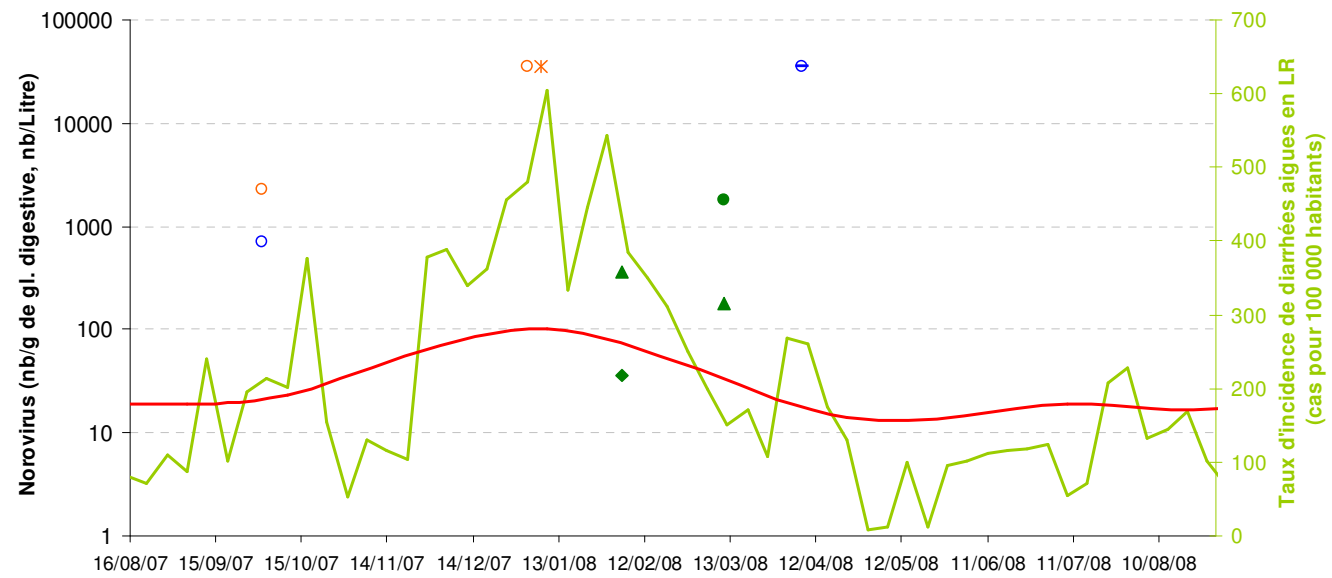


Figure 31. Taux d'incidence et seuil épidémique (cas pour 100 000 habitants) des diarrhées aiguës survenues en Languedoc-Roussillon des semaines 2007-33 à 2008-36 (Réseau Sentinelles), pluviosité enregistrée à la station MF de Sète et cumul moyen sur le bassin versant des principaux événements pluvieux (mm).



- NoV G1 - P10
- ✕ NoV G1 - P15
- NoV G2 - P10
- NoV G2 - P6
- ◆ Nov G2 - CE10 Surface
- ▲ NoV G2 - CE2 Surface
- NoV G2 - CE10 Fond

Figure 32. Taux d'incidence et seuil épidémique (cas pour 100 000 habitants) des diarrhées aiguës survenues en Languedoc-Roussillon des semaines 2007-33 à 2008-36 (Réseau Sentinelles) et logarithme du nombre de Norovirus GI et GII quantifiés au niveau des points « P » de suivi du bassin versant (nb/Litre) et de la lagune « CE » (nb/100g de chair de coquillage).

En raison de la faible fréquence de présence de Norovirus dans les eaux et coquillages détectée entre septembre 2007 et août 2008, cette étude ne permet de répondre à l'ensemble des objectifs initialement fixés. Néanmoins, ces résultats et les épisodes de TIACs coquillages liés à la contamination virale des coquillages de la lagune de Thau soulignent la **récurrence des contaminations des coquillages de la lagune de Thau en Norovirus**, notamment au cours ou consécutivement à des périodes d'épidémie de gastroentérites sur le bassin versant. Les TIACs de l'hiver 2009 font suite à l'épisode majeur pluvieux du 31/01/09 au 07/02/2009 qui a engendré des apports massifs de pollution fécale en provenance du bassin versant et une dégradation marquée de la contamination des coquillages de la lagune. Au cours de l'hiver 2007/2008 aucun épisode pluvieux de cette ampleur n'est survenu, c'est probablement la raison pour laquelle la contamination virale des eaux du bassin versant et de la lagune est modérée au cours du suivi. Dans le cadre de la mise en place d'un système d'avertissement, il apparaît important d'intégrer au suivi de la pluviosité, la surveillance de l'incidence des gastroentérites à une échelle locale (bassin versant de la lagune de Thau) pour identifier les principales périodes à risque de contamination en virus entériques des coquillages de la lagune.

3.1.3.3 Eaux de baignade

Le contrôle de la qualité des baignades relève de la responsabilité de l'Etat, ministère de la Santé. Dans l'Hérault, la DDASS (Direction départementale des Affaires Sanitaires et Sociales) assure l'organisation de l'ensemble des prélèvements.

Pour chaque point de contrôle, un prélèvement est réalisé entre dix et vingt jours avant le début de la saison balnéaire (du 15 juin au 15 septembre) puis un prélèvement bimensuel pendant celle-ci. Un classement est établi chaque année sur la base des résultats des dénombrements dans l'eau des *Escherichia coli*, des coliformes totaux et des streptocoques fécaux (Tableau 25), ainsi que sur la présence d'huiles minérales, de substances tensioactives (mousses), d'odeurs de phénol.

Tableau 25 : Seuils réglementaires pour le classement des eaux de baignade.

| Unités / 100 mL | <i>Escherichia coli</i> | Coliformes totaux | Streptocoques fécaux |
|------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| Nombre guide | 100 | 500 | 100 |
| Nombre impératif | 2 000 | 10 000 | - |

La surveillance des eaux de baignade est régie par la directive européenne du 15 février 2006, transposée en droit français par le décret n° 2008-990 du 18 septembre 2008 et les arrêtés du 22 et 23 septembre 2008 relatifs aux modalités de surveillance des eaux de baignade, avec des délais d'application allant de 2010 à 2013. Dans l'attente, les modalités actuelles (Directive européenne du 8 décembre 1975) du contrôle sanitaire sont conservées (<http://baignades.sante.gouv.fr>).

5 plages sont suivies chaque été dans l'étang de Thau : plage du VVF et plage Sud à Balaruc-les-Bains, la Trémie à Bouzigues, la Plagette et Village vacances à Mèze (Figure 33).

Le classement établi chaque année indique que de 2003 à 2005, 3 sites ont été concernés par un classement en C (eau pouvant être momentanément de mauvaise qualité) : Plage sud à Balaruc-les-Bains, la Trémie à Bouzigues et la Plagette à Mèze (Tableau 26). Pour les années 2006 à 2008, tous les sites baignade ont été classés en A (eau de bonne qualité), malgré quelques dépassements ponctuels des normes guides.

Les premiers résultats de la saison de baignade de 2009 indiquent une dégradation de la qualité microbiologique de l'eau, avec plusieurs dépassements de la norme guide et deux dépassements de la norme impérative. Ces derniers résultats ont conduit l'administration à interdire temporairement la baignade (23 au 25 juillet 2009) sur les deux plages de Mèze (la Plagette et Village de vacances). Une enquête menée par la mairie de Mèze a conduit à identifier des sources potentielles à l'origine des pollutions : rejets d'eaux usées dans un réseau pluvial à l'aval avec rejet dans le ruisseau Font Frat, rejets d'eaux chargées à l'aval d'une pisciculture dans le Font Frat, rejets illicites par des pénichettes.

En 2008, plusieurs communes de l'Hérault, dont Mèze, ont mis en œuvre un dispositif d'auto-surveillance pour surveiller la qualité des eaux de baignade au jour le jour dans l'objectif de pouvoir prendre des mesures d'interdiction préventive en cas de doute sur la qualité de l'eau. Le système d'avertissement des contaminations microbiologiques de la lagune de Thau devra prendre en compte les eaux de baignades, il pourra alimenter les dispositifs d'auto-surveillance mis en place par les mairies.

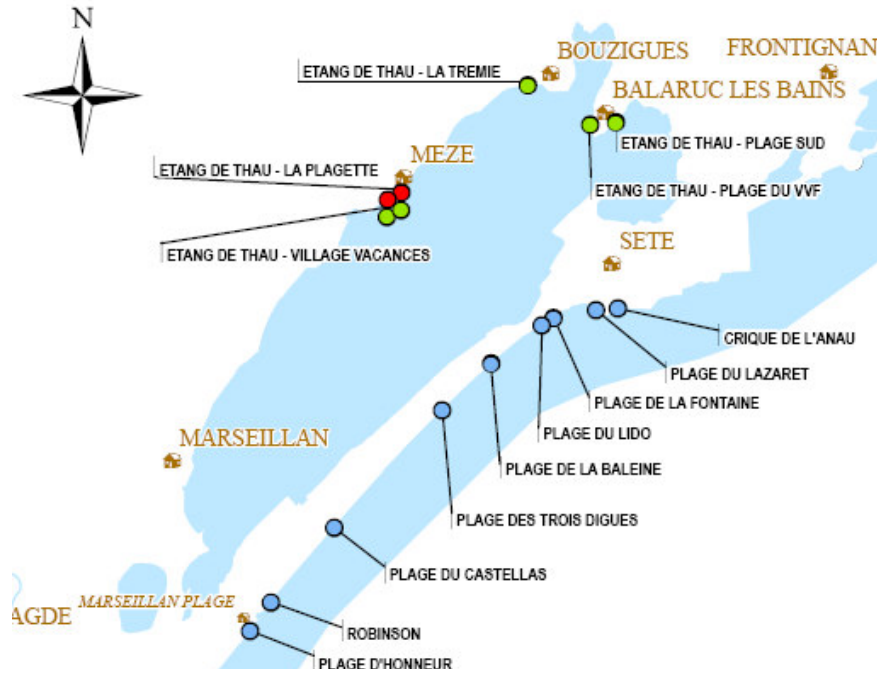


Figure 33. Localisation des sites de baignade de l'étang de Thau (les couleurs indiquent la qualité des prélèvements du 20 au 24 juillet 2009) (DDASS 34, 2009).

Tableau 26 : Résultats des prélèvements effectués en 2008 et 2009 et classements des années 2003 à 2007 pour les sites baignade de l'étang de Thau (<http://www.herault.pref.gouv.fr>,).

| | | 2009 | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--|--------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | Avant-saison | 15-18/06 | 06-08/07 | 15-17/07 | 20-23/07 | confirmation 23/07 | | | | | | | | |
| Plage du VVF | | Bon | Bon | Moyen | Moyen | Moyen | | | | | | | | | |
| Plage Sud | | Bon | Bon | Moyen | Moyen | Moyen | | | | | | | | | |
| La Trémie | | Bon | Bon | Moyen | | Moyen | | | | | | | | | |
| La Plagette | | Bon | Bon | Moyen | Moyen | Mauvais | Moyen | | | | | | | | |
| Village vacances | | Bon | Bon | Moyen | Bon | Mauvais | Moyen | | | | | | | | |

| | | 2008 | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|--------------|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-----|-----|---|
| | | Avant-saison | 16-20/06 | 30/06-04/07 | 15-18/07 | 21-25/07 | 28-31/07 | 04-08/08 | 11-15/08 | 25-29/08 | 01-05/09 | 2003 à 2007 | | | |
| Plage du VVF | 2003 004 3 | B | A | A | A | A | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | A |
| Plage Sud | | B | C | C | A | A | Bon | Moyen | Bon | Moyen | Bon | Bon | Bon | Bon | A |
| La Trémie | | B | A | C | A | A | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | A |
| La Plagette | | C | A | A | A | A | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | Bon | A |
| Village vacances | | B | B | B | A | A | Bon | Bon | Bon | | Bon | Moyen | Bon | Bon | A |

3.2 SUIVIS DE TEMPS SEC

3.2.1 Suivi de la qualité des cours d'eau du territoire de la CCNBT par la police de l'eau

La police de l'eau est amenée ponctuellement à réaliser un suivi par temps sec de la qualité sanitaire des cours d'eau sur le territoire de la CCNBT. Les résultats des analyses réalisées entre janvier 2007 et mai 2008, recueillies auprès de la SDEI, sont disponibles en Annexe 5. Le lecteur pourra se reporter à la carte générale d'inventaire des sources de contamination microbiologiques disponible en Annexe 3 pour localiser les points de suivi.

L'analyse de ces résultats indique sur les bassins versants suivants :

- Nègues-Vacques (points 20/ aval à 25/ amont) :
Ce cours d'eau traverse une zone rurale sans rencontrer de zone d'urbanisation dense et rejoint l'étang de Thau à l'ouest de Mèze.
Le bruit de fond de la contamination en *E. coli* est négligeable en temps sec (bonne qualité). De faibles contaminations apparaissent suite à des pluies (mais toujours inférieures à 1 000 *E. coli*/100mL, donc de qualité moyenne), témoignant de faibles apports du bassin versant, en accord avec les estimations de l'étape 1 et les résultats des mesures réalisées par temps de pluie dans le cadre de l'étape 2.
- Aygues-Vacques (points 10 à 16) :
Ce cours d'eau traverse une zone rurale faiblement habitée et draine une partie du centre de Mèze avant de rejoindre l'étang au niveau de l'Ecosite.
Exceptés 1 résultat supérieur à 10 000 *E. coli*/100mL à l'exutoire du lagunage de Mèze dans l'anse de la Conque en mars 2007 (point 13), et 2 résultats compris entre 1 000 et 6 000 *E. coli*/100mL en mai 2007 au point 14 (canalisation en sortie de la zone industrielle située au nord immédiat du Mas de Joumes), les résultats des analyses réalisées dans le cours d'eau de l'Aygues-Vacques n'indiquent pas de contamination en *E. coli* significative par temps sec (qualité bonne ou moyenne des échantillons).
En revanche, les concentrations en coliformes totaux et entérocoques (en général témoins d'une contamination fécale plus ancienne) atteignent des niveaux de contamination parfois très importants à l'exutoire du lagunage de Mèze dans l'anse de la Conque et aux points 14, 15 et 16 sur le bassin versant (les concentrations en entérocoques restent faibles dans le cours d'eau).
- Vieux port Mèze (points 30 à 39) :
Situé au centre de la ville, le port de Mèze est soumis à des pollutions d'origine anthropique et à des rejets directs (mauvais branchements, activités portuaires, pluviaux...). C'est la zone d'étude qui a fait l'objet du plus grand nombre de campagnes de prélèvements.
Exceptés en 3 points du port (points 30, 34 et 39 ; cf. Annexe 5) pour lesquels les concentrations en *E. coli* n'ont jamais atteint 1 000 u/100mL (qualité bonne à moyenne), les résultats mettent en évidence des épisodes de contamination chronique des eaux du port, avec des concentrations dépassant 200 000 *E. coli*/100mL en rive Ouest et au Nord du port.
Ces très hauts niveaux de contamination ont probablement pour origine un déversement d'eaux usées brutes dans le réseau d'eaux pluviales (p.ex. vidanges de fosse sur un parking, raccordement illicite EU vers EP, ou casse/dysfonctionnement d'un réseau EU).

➤ Sesquier-Escouladou et Pallas (points 0/ aval à 5/ amont) :

Sur le Pallas et deux de ses affluents, les prélèvements se répartissent de l'aval de Villeveyrac jusqu'à l'étang en longeant la ville de Mèze.

Les résultats mettent en évidence des pics de contamination en *E. coli* en période de nappe haute, particulièrement au point 2 à l'aval de l'A9, pour lequel on relève des concentrations atteignant entre 5 000 *E. coli*/100mL et plus de 48 000 *E. coli*/100mL. Ces pics sont observés également au niveau du seuil du Pallas (point de mesure continue du débit) en décembre 2007 et janvier 2008, et à l'aval Est de Villeveyrac (point 3) en mai 2007, et suite à l'évènement pluvieux de janvier 2008.

A l'aval Ouest de la commune de Villeveyrac, le bruit de fond de la contamination est relativement faible, avec des concentrations variant entre 100 *E. coli*/100mL et 2 000 *E. coli*/100mL (qualité moyenne). On ne relève sur cette période qu'un seul pic de contamination à plus de 48 000 *E. coli*/100mL, pendant l'évènement pluviométrique de janvier 2008.

Enfin, le point 5, qui n'intègre a priori que des apports diffus provenant de secteurs agricoles et de zones d'assainissement non collectif, ne présente pas de contamination importante durant cette période, avec des concentrations en *E. coli* dans l'eau restant inférieures à 800 u/100mL (qualité bonne à moyenne). Néanmoins, les paramètres coliformes totaux et entérocoques sont déclassants pour au moins un prélèvement en ce point en novembre 2007.

En conclusion, les résultats du suivi des cours d'eau de la CCNBT et du port de Mèze par temps sec présentent globalement les caractéristiques d'une qualité insuffisante avec des fluctuations parfois importantes, saisonnières ou liées à la pluviométrie des jours précédant les prélèvements. Le port de Mèze est la zone qui présente la contamination la plus marquée, avec une qualité souvent très dégradée (qualité mauvaise), le cours d'eau présentant la meilleure qualité microbiologique étant le ruisseau du Nègues-Vacques.

3.2.2 Suivi de la qualité des exutoires de l'étang de Thau par la Cellule Qualité des Eaux de la Direction Régionale de l'Environnement (DRE-CQEL)

La CQEL est en charge du contrôle de la qualité des rejets d'eaux saumâtres à la lagune de Thau. Leur suivi porte sur une dizaine de points répartis sur les communes de Sète, Marseillan, Mèze, Bouzigues, et Balaruc les Bains. Le contrôle s'effectue une fois par mois à date fixe. Les analyses effectuées sont : pH, Salinité, Température, Concentration en oxygène dissous, Entérocoques fécaux et *Escherichia Coli*.

Les résultats du suivi en *E. coli* de mars 2007 à février 2009, recueillis auprès de l'Observatoire SMBT, sont présentés en Annexe 6.

❖ P1 : Rejet de la station de pompage de Villeroy (Sète)

Cette station de pompage fonctionne en temps de pluie et rejette les eaux du canal de circonvallation récupérant les eaux du lagunage de Marseillan-Les Pradels ainsi que les eaux résiduelles du camping du Castellans et du Domaine de Listel.

La qualité des eaux, en référence au paramètre *E. coli*, y est bonne à moyenne l'essentiel de l'année, avec seulement 2 résultats dépassant la norme impérative de 2 000 *E. coli*/100ml en juin et août 2008. La qualité de l'eau en ce point semble présenter une fluctuation saisonnière, peu corrélée avec les apports du canal de circonvallation (identifiables avec les variations de salinité), avec des concentrations plus importantes l'été, et une contamination plus faible le reste de l'année.

❖ P5 : Vieux Port de Marseillan, (exutoire pluvial)

La contamination mesurée en *E. coli* y a été très variable entre 2007 et 2009, avec une qualité généralement moyenne, et des pics de contamination importants faisant suite à des épisodes pluvieux, notamment en février 2009. Néanmoins, la qualité s'y est améliorée par rapport à 2006, probablement du fait des travaux de raccordement réalisés en 2007 sur les réseaux d'assainissement du centre ville, anciennement entièrement unitaires.

❖ P6 : Exutoire du ruisseau des Fontanilles, Marseillan les Mazets

La contamination en *E. coli* est très variable dans ce ruisseau (qualité bonne à mauvaise). La superposition des données de salinité sur les résultats d'analyse en *E. coli* acquis de mars 2008 à février 2009 (cf. Annexe 6) met en évidence une salinité quasi nulle lors des pics de contamination dépassant 10 000 *E. coli*/100ml, signalant a priori une contamination importante des eaux apportées par le bassin versant en temps de pluie.

❖ P7 : Exutoire du ruisseau du Soupié (Marseillan)

En temps sec, les eaux de ruissellement du cours d'eau, souvent de couleur verdâtre, sont principalement dues au lagunage de Pinet-Pomérols, et des apports ponctuels d'eau salée d'une ferme aquacole (située à l'aval du point de prélèvement).

Les résultats semblent indiquer une dégradation de la qualité du cours d'eau entre 2007 et 2009, avec un dépassement de la norme impérative de 2 000 *E. coli*/100ml sur plus de la moitié des résultats d'analyse acquis entre mars 2008 et février 2009, contre seulement 1 entre mars 2007 et février 2008.

Les résultats du suivi débitmétrique continu mis en place dans le cadre de l'étape 2 montrent que les importants pics de contamination observés de juin à septembre 2008 (comme celui de juillet 2008 à plus de 100 000 *E. coli*/100ml) ont été associés à un débit quasiment nul au point de suivi débitmétrique P159 (OMEGA Thau), ce qui signifie un apport négligeable à la lagune durant cette période. Néanmoins, ces résultats mettent en évidence d'une part une contamination importante l'essentiel de l'année, et particulièrement en saison estivale, d'autre part une accumulation potentielle de bactéries dans les sédiments du cours d'eau en saison estivale (stock rivière), pouvant être relarguées lors des premières pluies automnales significatives.

❖ P8 : Sortie du lagunage de Mèze (Anse de la Conque ; Point 13 du suivi CCNBT)

La qualité du rejet reste généralement moyenne, exceptés quelques pics de contamination compris entre 2 000 *E. coli*/100ml et 10 000 *E. coli*/100ml, mesurés suite à des événements pluvieux.

❖ P10 : Exutoire du ruisseau du Pallas (Mèze)

La qualité du cours d'eau s'est révélée généralement bonne en période de temps sec, et moyenne à mauvaise suite à des événements pluvieux (pics de contamination compris entre 2 000 *E. coli*/100ml et plus de 100 000 *E. coli*/100ml ; on observe en outre une chute de la salinité mesurée ces jours-là). On n'observe pas d'évolution notable de ce fonctionnement entre 2007 et 2009.

❖ P14 : Port de Plaisance de Bouzigues (exutoire pluvial)

La qualité de l'eau au point suivi du port de Bouzigues a été stable et généralement bonne à moyenne, avec un seul dépassement de la norme impérative de 2 000 *E. coli*/100ml en février 2009, durant le dernier épisode pluvieux suivi de l'étape 2. A titre de comparaison, cette contamination reste environ 10 fois plus faible que celle qui a été mesurée au P5 dans le vieux port de Marseillan à cette même date.

❖ P15 : Débouché de la Vène (Balaruc-le-Vieux)

La qualité du cours d'eau s'est révélée généralement bonne à moyenne en période de temps sec, et mauvaise suite à des événements pluvieux (pics de contamination compris entre 2 000 *E. coli*/100ml et 20 000 *E. coli*/100ml). Les résultats acquis semblent indiquer une amélioration de la qualité du cours d'eau en temps sec entre 2007 et 2009.

❖ P18 : Plage de Balaruc les Bains (exutoire pluvial)

Des épisodes récurrents de pollution microbiologiques ont été observés avant 2008 sur cet exutoire du réseau d'eaux pluviales de Balaruc-les-Bains. En 2006-2007, des inspections caméras puis un curage des réseaux ont été effectués ainsi que la séparation des rejets des Thermes du pluvial.

Les résultats acquis depuis novembre 2007 semblent indiquer une amélioration de la qualité de l'eau à cet exutoire, avec une réduction du nombre et de l'importance des pics de contamination (désormais essentiellement relevés en temps de pluie), mais aussi une diminution de la contamination relevée en temps sec (cf. rapport Phase 1 / Etape 1).

❖ P20 : Port Suttel (Balaruc-les-Bains)

Deux buses qui récupèrent les eaux pluviales d'une partie du centre-ville de Balaruc-les-Bains aboutissent dans ce lieu-dit.

La qualité de l'eau mesurée est restée bonne à moyenne l'essentiel de ces 2 années de suivi. En effet, exceptés 1 pic de contamination supérieur à 2 000 *E. coli*/100ml en février 2008, et un pic de contamination atteignant près de 100 000 *E. coli*/100ml en novembre 2008 (événement pluvieux le plus important de la campagne de suivi de l'étape 2), toutes les concentrations mesurées restent inférieures ou égales à 1 000 *E. coli*/100ml.

En conclusion, les résultats du suivi des exutoires à la lagune de Thau de la CQEL mettent en évidence des profils de contamination relativement différents d'un point du bassin de Thau à un autre, liés à la nature mais aussi à l'occupation du bassin de collecte étudié. Néanmoins, exceptés le point 1 (Villeroy) et le point 7 (Soupié), quasiment tous les points suivis présentent des contaminations plus marquées en période de pluie, et une qualité bonne à moyenne en temps sec.

Enfin, les résultats acquis dans le cadre du suivi mensuel de la DRE-CQEL aux exutoires des Fontanilles, du Soupié, du Pallas et de la Vène sont venus compléter les résultats des campagnes de mesures ponctuelles du bassin versant de l'étape 2 du programme OMEGA Thau.

3.2.3 Suivis réalisés en temps sec sur le bassin versant et dans la lagune dans le cadre d'OMEGA Thau

Les données acquises dans le cadre du réseau REMI sur la lagune de Thau ont permis de révéler des dégradations récurrentes de la qualité sanitaire des coquillages en élevage suite à des épisodes pluvieux, mais également par temps sec (Serais *et al.*, 2007). Les suivis hebdomadaires de la contamination en *Escherichia coli* de l'eau et des coquillages, réalisés à une fréquence hebdomadaire dans le cadre de l'étape 2 du projet OMEGA, ont permis de confirmer la récurrence des contaminations microbiologiques des coquillages par temps sec en différents secteurs de la lagune, dont la fréquence et les niveaux sont susceptibles d'impacter l'activité conchylicole de façon significative (Serais *et al.*, 2008).

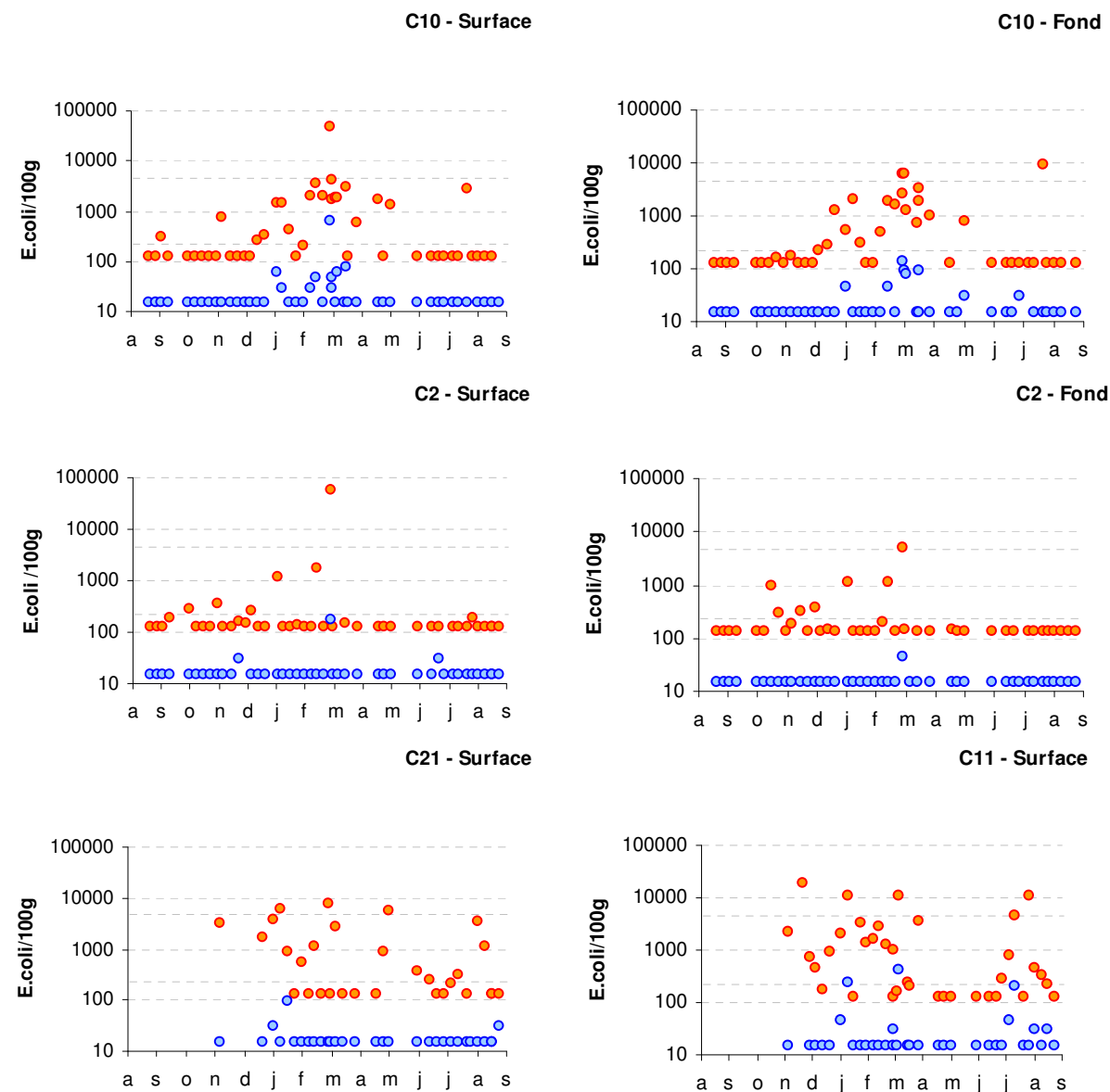
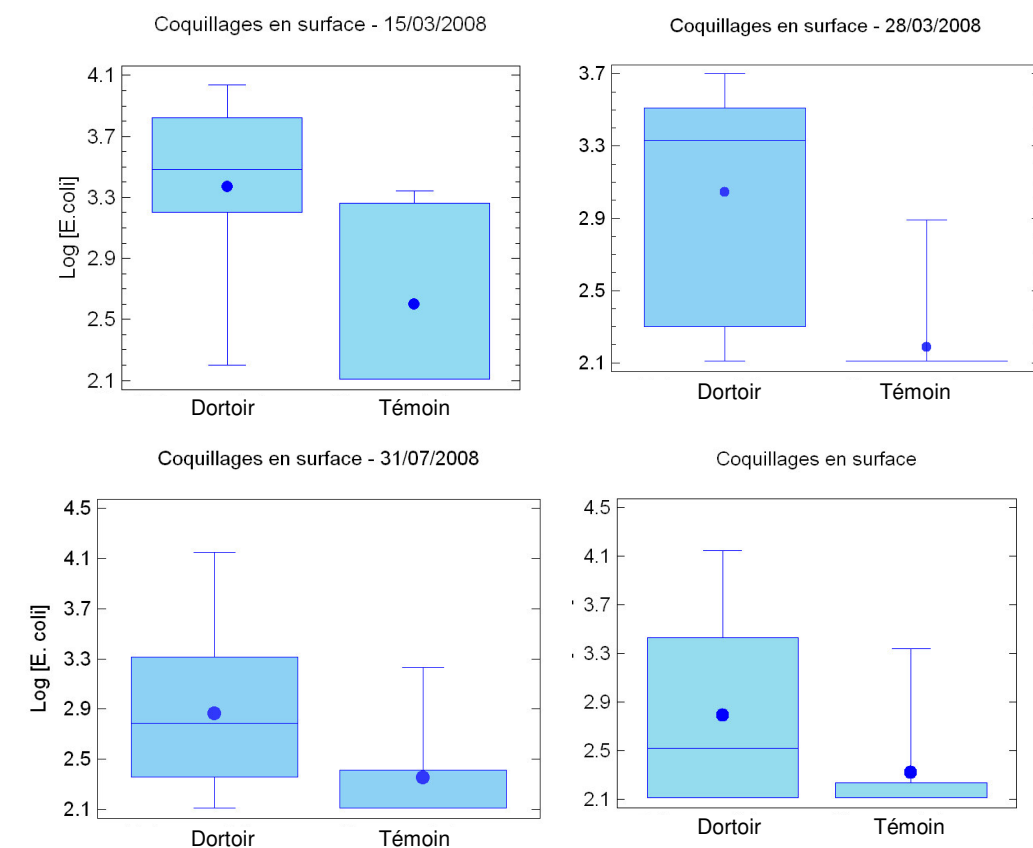


Figure 34. Résultats des dénombrements d'*E. coli* effectués sur les échantillons de coquillages (en orange) en nb / 100 g de CLI et d'eau (en bleu) en nb / 100 mL par temps sec au cours de l'étape 2 d'OMEGA, d'août 2007 à septembre 2008, au niveau des points C10 et C2 en surface et profondeur, C21 et C11 en surface.

Des campagnes de mesures ont été mises en œuvre dans le cadre du projet afin d'étudier l'origine des contaminations par temps sec des coquillages. Les observations réalisées sur les secteurs conchylicoles de Marseillan (mars et juillet 2008) et de Bouzigues (août 2008) ont permis de localiser d'importants regroupements d'oiseaux marins sur les tables conchylicoles. Pendant les 3 campagnes réalisées à Marseillan, de 600 à 1 100 Goélands, 330 à 2 200 Mouettes, 150 Cormorans et 60 Sternes ont été dénombrés. A Bouzigues, 4 400 Goélands et 1 000 Mouettes ont été dénombrés. Sous les tables dortoirs où les oiseaux ont été observés, les concentrations en *E. coli* mesurées sont apparues significativement plus élevées qu'au-dessous des tables témoin (Figure 35). Les contaminations ayant été observées en l'absence d'apports d'eau douce du bassin versant et de dessalure des eaux de la lagune, l'hypothèse d'une source anthropique terrestre, via un transfert superficiel, semble pouvoir être écartée. De plus, les résultats des génotypages des bactériophages F + ARN semblent montrer une origine animale des contaminations détectées dans les coquillages. Les résultats des quatre campagnes de temps sec indiquent donc que l'hypothèse d'une origine animale peut être envisagée.

Figure 35. Répartition en boîte à moustache⁶ des valeurs de concentrations en *E. coli* (en log10) dans les coquillages prélevés en surface au niveau de tables dortoirs ou des tables témoins les 15 et 28 mars, 31 juillet 2008 et pour les 4 campagnes cumulées.



Des investigations complémentaires, nécessitant la mise en œuvre d'un plan d'échantillonnage mieux contrôlé (dénombrements et comportements des oiseaux), en collaboration avec des spécialistes de l'avifaune, ainsi que la mise en œuvre d'autres techniques de discrimination de la contamination fécale permettant de différencier plus spécifiquement une contamination d'origine aviaire, sont nécessaires pour consolider cette hypothèse.

⁶ Boîte à moustache : représentation graphique de la répartition des valeurs d'une variable. La boîte comprend 50 % des valeurs, le rond la position de la moyenne et le trait horizontal la position de la médiane.

Des investigations complémentaires, nécessitant la mise en œuvre d'un plan d'échantillonnage mieux contrôlé (dénombrements et comportements des oiseaux), en collaboration avec des spécialistes de l'avifaune, ainsi que la mise en œuvre d'autres techniques de discrimination de la contamination fécale permettant de différencier plus spécifiquement une contamination d'origine aviaire, sont nécessaires pour consolider cette hypothèse.

3.3 SUIVIS DE TEMPS DE PLUIE

Les paragraphes suivants relatent le déroulement des épisodes pluvieux suivis lors de l'étape 2 avec un descriptif des secteurs d'étude investigués, des conditions météorologiques et des faits marquants sur le bassin versant et la lagune en terme d'hydrologie, d'apports en nutriments et de contamination en *E. coli*.

Le déroulement de chaque évènement pluvieux suivi simultanément dans la lagune et sur le bassin versant est illustré de manière synthétique par des cartes au jour le jour présentant :

- les apports en eau mesurés sur le bassin versant et la salinité de surface mesurée dans la lagune ;
- les apports en *E. coli* mesurés sur le bassin versant et la concentration en *E. coli* mesurée dans la lagune (eau et coquillages).

3.3.1 Evènement n°1 : 17 septembre 2007

Pour le descriptif détaillé de l'évènement, se reporter à l'annexe 10 (rapport technique Derolez *et al.*, 2007b).

Les pluies orageuses du 17/09/2007 n'ont pas donné lieu à une alerte du groupement OMEGA. Cependant, l'intensité de ces pluies (en moyenne 13 mm en 2 heures) a conduit le laboratoire Ifremer LER/LR à mettre en œuvre un suivi des paramètres hydrologiques dans l'étang de Thau au moyen de la sonde multiparamètre EasyFish.

Apports en eau des bassins versants

La réponse des bassins versants à cette pluie intense mais brève a été très modérée en termes d'apports en eau douce.

Le Pallas représente l'apport en eau le plus important sur la période étudiée, avec près de 19 000 m³ apportés sur les 2 jours. La Vène, avec environ 4 500 m³ apportés à la lagune, a peu réagi à cette pluie en comparaison avec le Pallas. Néanmoins, son débit minimum ne reviendra pas à 0 m³/h avant l'évènement pluvieux suivant. Enfin, exceptés les Fontanilles, l'étang des Moullières, la Vène, et dans une moindre mesure le Pallas, les cours d'eau suivis réagissent relativement rapidement aux cumuls pluviométriques.

Les données de surveillance des ouvrages d'assainissement recueillies par la CABT indiquent que 26 % des postes de relevage dépassent le niveau haut, avec un volume déversé estimé⁷ à 11 970 m³, dont 10 820 pour la ville de Sète (réseau unitaire). Les déclenchements d'alarmes de niveau haut sont enregistrés très rapidement après le début des pluies avec une durée moyenne de 1h35 et maximale de 4h (poste de relevage Marine et Quai Herber à Sète). Le volume de déversement des déversoirs d'orage est estimé à 1 240 m³, dont 940 m³ à Sète.

Les lagunages des communes du bassin-versant enregistrent tous une augmentation du débit d'entrée le jour des pluies (de 100 m³/j pour Villeveyrac à 600 m³ / j pour Marseillan et Mèze-Loupian). Les augmentations de débit enregistrées en sortie vont de 150 pour Mèze-Loupian à 450 m³ / j pour Poussan-Bouzigues.

⁷ Une alarme de poste en niveau haut ne peut être directement associée à un déversement d'eaux usées.

Hydrologie de la lagune

Les mesures effectuées le 18/09/2007, au lendemain des pluies, par la sonde EasyFish mettent en évidence un faible impact de l'événement sur la salinité de la lagune sur toute la bordure nord de l'étang et des zones conchylicoles. Un gradient croissant de salinité du Nord-Est au Sud-Ouest de l'étang, avec des valeurs s'échelonnant de 39 à 40, indique l'influence, via les canaux de Sète, des apports marins moins salés que les eaux de l'étang. Seules quelques dessalures ponctuelles de faible niveau (valeurs inférieures à 38,6) sont détectées au large du Canal du Midi et face aux débouchés du Pallas et du Nègues-Vaques.

3.3.2 Evènement n°2 : 4 au 5 octobre 2007

Secteur zoom : Secteur 3 – Mèze, de la Conque à l'exutoire du Bourbou

Suivi complémentaire : Réseau pluvial du centre-ville de Marseillan & Canal du Midi

Pour le descriptif détaillé de l'événement, se reporter aux rapports techniques en annexe 10.

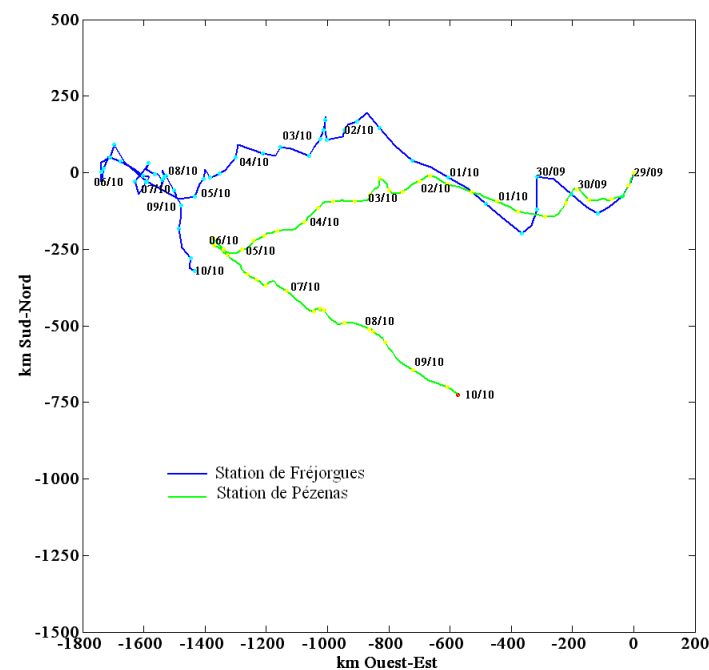


Figure 36 : Trajet suivi par une particule de poids nul sous l'effet du vent enregistré du 29 septembre au 10 octobre 2007 par les stations Météo France de Fréjorgues (en bleu) et de Pézenas (en vert).

3.3.2.1 Hydrologie

Pluviométrie

L'événement a duré 3 jours, s'étalant du 4 au 6 Octobre 2007. Sur cette période, le cumul moyen mesuré a été 12 mm. On compte 3 jours sans pluie avant l'épisode pluvieux. L'événement précédent a duré 2 jours avec un cumul moyen de 21 mm.

Le 05/10/2007 au pluviomètre du lagunage des Onglous, il a été mesuré un cumul journalier maximum de 18,2 mm/j et une intensité horaire maximale de 12,8 mm/h.

En se basant sur les études statistiques des données pluviométriques de la ville de Sète, la période de retour de l'événement complet (3 jours) et de la pluie journalière maximale (24h) est sensiblement inférieure à 1 an.

En ce qui concerne la répartition spatiale, l'évènement a été plus important, en termes de lame d'eau précipitée et d'intensité, sur l'Ouest du bassin versant de l'étang de Thau qu'à l'Est.

Apports en eau des bassins versants

La réponse des bassins versants à cette pluie intense mais brève a été très modérée en termes d'apports en eau douce.

La Vène a représenté l'apport le plus important sur la période étudiée, avec près de 11 000 m³ apportés sur les 2 jours. Et excepté le Soupié, dont le volume cumulé sur cette période reste inférieur à 400 m³, les autres cours d'eau ont contribué de manière sensiblement équivalente en termes de volumes d'eau douce (entre 1500 et 3500 m³).

D'autre part, des déphasages importants apparaissent entre les différents points de mesures, avec par exemple une réponse quasi-instantanée de certains cours d'eau comme l'Aygues-Vacques, le Soupié, le Sesquier ou le Bourbou à Loupian, et jusqu'à 18h entre le premier pic de pluie et la montée en charge de l'étang des Moullières.

Enfin, en ce qui concerne les stations d'épuration, malgré certaines incohérences de débitmétrie entre entrée et sortie de lagunages (Gigean), les résultats ont mis en évidence des temps de réponse hydraulique de l'ordre de 1 à 3 jours selon les ouvrages, avec des retours au débit de base hydraulique dans un délai de 2 à 5 jours en moyenne ; en conséquence de quoi le protocole de mesures a été modifié pour les campagnes suivantes. Les volumes apportés ont été du même ordre de grandeur que ceux mesurés aux exutoires des bassins versants.

Hydrologie de la lagune

Les suivis hydrologiques mis en œuvre sur la lagune mettent en évidence le faible impact de cet événement sur la salinité et la turbidité de l'eau. Malgré les pluies, la salinité de l'étang reste stable (baisse de moins d'une unité) et se maintient à des niveaux très supérieurs à ceux de la mer (de 38 à 40 unités dans l'étang contre environ 36 unités en mer).

3.3.2.2 Pollution microbiologique

Apports des bassins versants

Malgré une réponse nulle à modérée des bassins versants en termes d'apports en eau douce, les apports microbiologiques mesurés ont été localement considérables et intenses, particulièrement le 05/10/07 aux exutoires des bassins versants urbanisés des centres villes urbains de Mèze (75% des apports mesurés sur l'ensemble du territoire) et Marseillan (25% des apports mesurés). Il s'agit essentiellement pour Marseillan de l'exutoire du port de plaisance (P148), et pour Mèze, de l'Aygues-Vacques (P5), du Sesquier (P30), et des exutoires pluviaux suivis dans le vieux port rive droite et au nord (P16, P17 et P21).

Les concentrations mesurées ont atteint plus de 2.0E+6 *E. coli*/100ml à Marseillan, et jusqu'à 5.2E+6 *E. coli*/100ml au nord du port de Mèze⁸. Ces très fortes concentrations sont probablement imputables soit à des surverses sur les réseaux d'assainissement d'eaux usées⁹, soit à des mauvais raccordements EU sur EP, soit encore à un déstockage de bactéries accumulées dans les sédiments des réseaux¹⁰.

En revanche, le « bassin versant pilote » du centre ville de Loupian, censé ne collecter que des eaux de ruissellement urbain, a très peu contribué à l'apport total mesuré, avec des concentrations en *E. coli* dans les eaux échantillonnées en accord avec la valeur de référence retenue lors de l'étape 1 du programme, à savoir environ 23 000 *E. coli*/100ml pour des eaux de ruissellement en sortie d'un tissu urbain discontinu (les concentrations mesurées ont varié de 10 000 *E. coli*/100ml à 30 000 *E. coli*/100ml). Ces résultats devraient apporter des éléments de calage pour le modèle de lessivage urbain qui sera mis en œuvre dans le cadre de l'étape 3 du programme OMEGA Thau.

Enfin, les zones plus étendues et moins urbanisées (en % de surface) comme celle du Canal du Midi, ou les bassins versants du Pallas ou de la Vène, ont peu ou pas contribué aux apports microbiologiques à la lagune. Toutefois, certains de ces bassins versants ont été sous-échantillonnés du fait de leur réponse tardive à la pluie moyenne ; en conséquence de quoi le protocole de mesures a été adapté pour les campagnes suivantes.

La figure suivante met en évidence les secteurs les plus contributeurs parmi les zones terrestres investiguées durant cette campagne de mesures, ainsi que la localisation des postes de relevage des eaux usées ayant signalé au moins un passage en surcharge hydraulique durant la période de suivi.

Durant cette campagne, 13 PR, répartis sur 3 communes, ont présenté une surcharge hydraulique plus ou moins ponctuelle (soit environ 10% de l'ensemble des ouvrages du territoire). Nous rappelons qu'une alarme de poste en niveau haut ne peut être directement associée à un déversement d'eaux usées dans le milieu naturel ou sur la chaussée. Néanmoins, 2 débordements sont consignés dans les fiches de suivi de temps de pluie renseignées par la SDEI pour la journée du 5 octobre 2007 (PR Ancienne STEP et Bellebouche à Marseillan).

Enfin, il est important de distinguer les surcharges hydrauliques liées à un dysfonctionnement d'ordre électromécaniques (panne de pompe, défaut d'agitateur, poire de niveau bloquée, défaut électrique, etc.) de celles liées à de fortes intrusions d'eaux parasites dans le réseau de collecte des eaux usées.

En effet, s'il est certain que les engorgements localisés sur les réseaux d'assainissement d'eaux usées séparatifs de Mèze et Marseillan (le réseau d'assainissement de Sète est en partie unitaire) pour une pluie de période de retour inférieure à 1 an, signalent a priori une insuffisance structurelle de ces réseaux, l'analyse exhaustive des alarmes centralisées dans le cadre de la télésurveillance des réseaux gérés par la SDEI indique que certaines alarmes de niveau haut sont apparues en parallèle d'alarmes signalant des dysfonctionnements d'ordre électromécanique au niveau des ouvrages (défauts secteur et de pompage, aux PR Ancien Chemin de Montpellier, Boudas et Progrès à Marseillan) ; le détail des alarmes enregistrées sur Sète, ainsi que sur les secteurs gérés par VEOLIA, ne nous a pas été transmis.

⁸ Pour rappel, à cet endroit du port, une pompe installée et gérée par la commune redirige vers le réseau EU des effluents bruts transitant dans le réseau d'eaux pluvial par temps sec ; cf. rapport étape 1.

⁹ Durant cette campagne, des alarmes de niveaux hauts ont notamment été reportées aux PR Pépin près du Sesquier à Mèze, et aux PR Progrès et Ancienne STEP à Marseillan dont les trop-pleins aboutissent, le cas échéant, à l'exutoire du port de plaisance (débordement constaté pour le PR Ancienne STEP).

¹⁰ A ce titre, la branche du réseau d'eaux pluviales de Marseillan débouchant dans le port de plaisance devrait bénéficier d'un curage d'entretien. En effet, les tampons soulevés sur ce réseau durant la campagne laissaient apparaître d'importantes quantités de sédiments, et des concentrations très importantes en *E. coli*, supérieures à 1.0E++6 *E. coli*/100ml, ont été mesurées en plusieurs endroits de ce réseau d'eaux pluviales, même avant le déclenchement de l'alarme de niveau haut du PR « Progrès » signalant une surcharge hydraulique du réseau d'eaux usées.

Contamination dans la lagune

Malgré le faible cumul de précipitation, les apports importants en *E. coli* du bassin versant engendrent des contaminations non négligeables des coquillages et de l'eau de l'étang le 06/10/2007, au lendemain des pluies. Le secteur situé au large de Mèze est le plus impacté, avec des concentrations supérieures à 100 *E. coli* / 100 mL dans l'eau et de 1 000 et 3 800 *E. coli* / 100 g de CLI dans les coquillages. Les eaux se décontaminent dès le lendemain, soit deux jours après les pluies, témoignant des faibles temps de survie de la bactérie *E. coli* dans l'eau salée. Trois jours après les pluies, les concentrations dans les coquillages reviennent également aux niveaux de l'état initial.

Sur les 3 séries de prélèvements effectuées du 06 au 07/10/2007, le niveau moyen de contamination de l'eau est de 17 *E. coli* / 100 mL dans les parcs et de 15 *E. coli* / 100 mL dans le secteur zoom situé face à Mèze, avec respectivement 7 et 19 % des résultats excédant le seuil de 100 *E. coli* / 100 mL. La concentration moyenne dans les coquillages est de 240 *E. coli* / 100 g de CLI dans les parcs, 33 % des résultats dépassant le seuil de 230 *E. coli* / 100 g de CLI.

Dans les coquillages, on n'observe pas de dépassement du seuil de mise en alerte de la zone conchylicole classée B (4 600 *E. coli* / 100 g de CLI).

3.3.2.3 Apports en nutriments

Les apports en sels nutritifs mesurés aux exutoires des bassins versants suivis ont été relativement faibles (quelques kg de NTK et Pt) et équivalents d'un point à l'autre durant cet épisode pluviométrique.

Les apports mesurés aux exutoires de l'étang des Moulières et du Pallas, notamment, ont été largement inférieurs aux apports mesurés en sortie des stations d'épuration de Poussan-Bouzigues et Villeveyrac, respectivement.

Le lagunage de Mèze-Loupian a quant à lui représenté près des 3/4 des apports en Ntk et Pt à la lagune mesurés durant cette campagne (points de suivi fixe et sortie du lagunage de Mèze-Loupian).

3.3.3 Evènement n°3 : Prévion de pluie pour le 19 novembre 2007

Secteur zoom : Secteur 2 – De Marseillan (Montpèndre) à Mèze (Amoutous)

La campagne démarrée le 19 novembre 2007 a été suspendue le 21 novembre 2007 sur décision du groupement, du fait de l'absence de précipitations pendant ces 2 jours, et d'une forte incertitude sur le déclenchement futur de la pluie.

Néanmoins, la SDEI nous a transmis les fiches de suivi des réseaux d'assainissement du territoire de la CCNBT et de Marseillan sur cette période. Ces fiches font état de 11 PR en surcharge hydraulique qui ont été suivis sur le terrain du 20 novembre au 22 novembre 2007. Parmi ces ouvrages, 8 se situent sur le territoire de Mèze, 2 à Loupian et 1 à Poussan. Parmi les alarmes de niveau haut enregistrées, 7 sont liées à des défauts électriques (coupure EDF et problèmes sur les disjoncteurs). Seuls 2 déversements (tous deux liés à la coupure EDF) ont été constatés le 22 novembre 2007, au niveau du PR Pallas à Loupian, et du PR Lagunage à Poussan.

Aucune information ne nous a été transmise sur le fonctionnement des réseaux d'assainissement gérés par VEOLIA durant cette période.

Les résultats du suivi microbiologique réalisé dans les coquillages de la lagune durant cette période ne montrent pas de dépassement du seuil de mise en alerte de la zone conchylicole classée B (4 600 *E. coli* / 100 g de CLI).

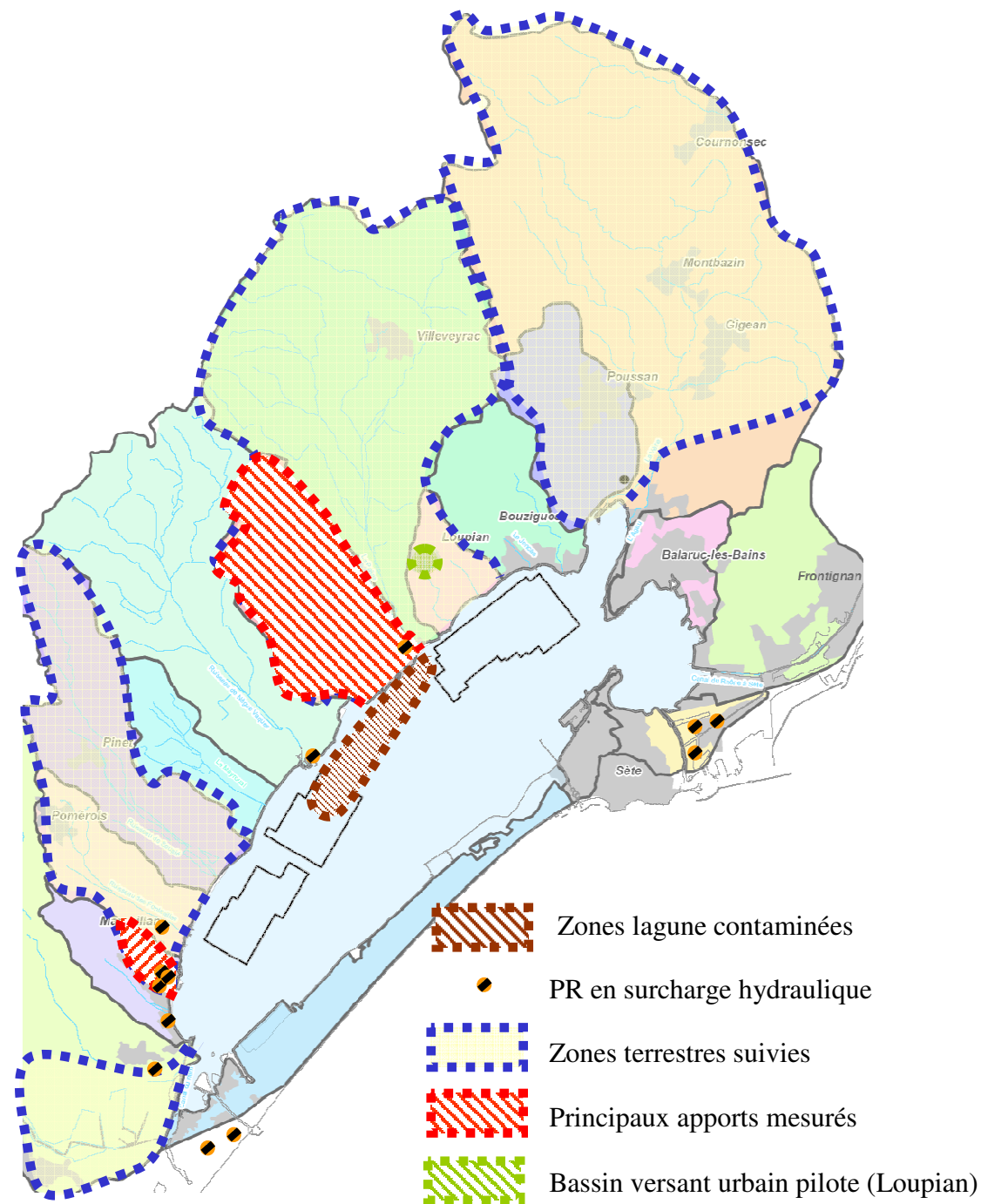


Figure 37 : Evènement n°2 - Du 4 oct. au 5 oct.07 - Zones BV suivies, principaux apports en *E.coli* identifiés et principaux secteurs de la lagune contaminés.

3.3.4 Evènement n°4 : 2 au 5 janvier 2008

Secteur zoom : Secteur 2 – De Marseillan (Montpenèdre) à Mèze (Amoutous)

Pour le descriptif détaillé de l'évènement, se reporter aux rapports techniques en annexe 10.

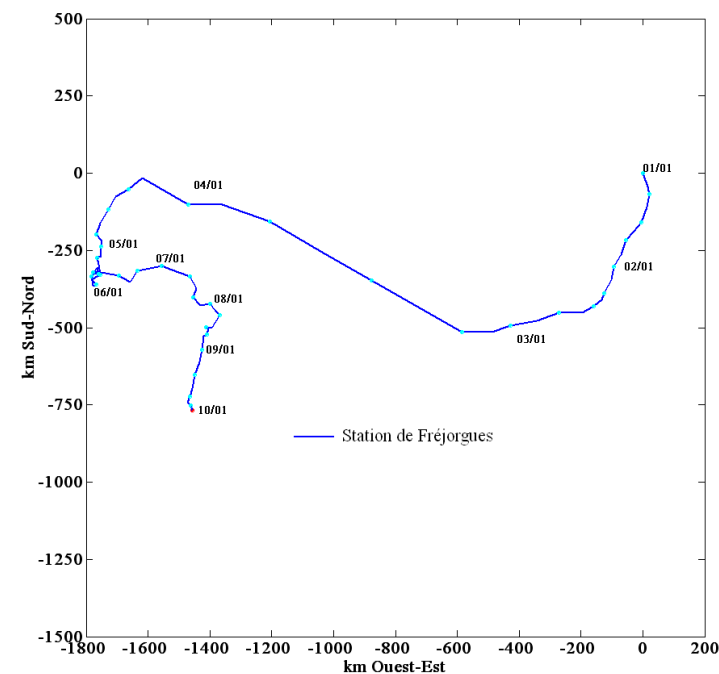


Figure 38 : Trajet suivi par une particule de poids nul sous l'effet du vent enregistré du 1er au 10 janvier 2008 par la station Météo France de Fréjorgues.

3.3.4.1 Hydrologie

Pluviométrie

L'évènement a duré 6 jours, s'étalant du 1 au 6 Janvier 2008. Sur cette période, le cumul moyen mesuré a été 46,3 mm. On compte 9 jours sans pluie avant l'épisode pluvieux. L'évènement précédent a duré 3 jours avec un cumul moyen de 3 mm.

Le 03/01/2008 au pluviomètre du Cimetière Pomérols, il a été mesuré un cumul journalier maximum de 53,2 mm/j et une intensité maximale de 17 mm/h.

En se basant sur les études statistiques des données pluviométriques de la ville de Sète, la période de retour de l'évènement complet (6 jours) est comprise entre 1 et 2 ans et la période de retour de la pluie journalière maximale (24h) est proche de 1 an.

En ce qui concerne la répartition spatiale, l'évènement a été plus important, en termes de lame d'eau précipitée et d'intensité, sur l'Ouest du bassin versant de l'étang de Thau qu'à l'Est.

Apports en eau des bassins versants

Durant cette campagne de mesures, le vent et la forte hausse du niveau de l'étang au début de la campagne de mesures ont conduit à observer des débits négatifs aux exutoires des Fontanilles¹¹, du Sesquier¹², et de l'étang des Moulières (les 2 premiers présentant même un cumul global négatif sur l'évènement). Néanmoins, excepté pour ces cours d'eau aux comportements particuliers, on observe une réponse des cours d'eau à chaque pic d'intensité pluviométrique.

La Vène a représenté l'apport le plus important sur la période étudiée, avec environ 340 000 m³ apportés sur la semaine. Le Pallas et l'étang des Moulières ont aussi contribué de manière importante aux apports volumiques à l'étang de Thau.

De même que lors du premier évènement suivi, la répartition dans le temps de ces apports n'est pas la même d'un point à un autre, du fait des caractéristiques de chaque bassin versant, et de la répartition spatiale et temporelle de la pluie. De fait, le premier pic de crue de la Vène intervient en avance de 2 heures par rapport à celui du Pallas. De même, l'étang des Moulières n'a réellement commencé à débiter que le 04/01/08 à 10h du fait du vent et du niveau important de l'étang les jours précédents. A la date d'arrêt de la campagne de mesures, seuls la Vène, l'étang des Moulières, le Pallas et les Fontanilles présentaient encore des débits significatifs.

Enfin, en ce qui concerne les stations d'épuration, les résultats de mesure des débits ont montré des temps de réponse hydraulique très courts en entrée comme en sortie (parfois 1j ; excepté au lagunage de Mèze qui joue correctement son rôle tampon), avec des retours au débit de base de l'ordre de la semaine. Les volumes apportés ont été négligeables par rapport à ceux mesurés aux exutoires des bassins versants.

Hydrologie dans la lagune

Les mesures réalisées dans la lagune mettent en évidence un impact faible des apports du bassin versant sur la salinité de l'étang. Une baisse modérée (de 1 à 2 unités) de la salinité est observée du 04 au 07/01/2008 sur l'ensemble de l'étang. Les dessalures les plus importantes sont enregistrées dans le secteur Est de l'étang, sous l'effet combiné de l'entrée, *via* les canaux de Sète, d'eaux marines moins salées (36 à 37 unités en mer contre 38 à 39 unités dans la lagune) et des apports d'eau douce de la Vène et des Moulières. On observe une légère stratification des eaux, la salinité au fond dépassant celle de la surface d'environ 1 unité.

Au large de Mèze, la turbidité (25 à 50 NTU) et les teneurs en matières en suspension (6 à 44 mg/L) sont élevées jusqu'au 05/01/2008.

3.3.4.2 Pollution microbiologique

Apports des bassins versants

Les apports ont globalement été centrés sur les journées des 4 et 5 janvier, suite au pic de pluie du 3 janvier 2008.

¹¹ **Note** : Suite à cette campagne, le point de suivi des Fontanilles, initialement situé à l'exutoire du bassin versant, a été déplacé plus en amont le 30/04/2008, hors de l'influence de l'étang.

¹² **Note** : La faible pente du lit du Sesquier-Escouladou et les hauts niveaux de l'étang enregistrés pendant la campagne ont pu provoquer une surverse dans le réseau d'eaux pluviales de Mèze, en amont de l'exutoire.

De manière générale, sur l'ensemble du territoire investigué¹³, les exutoires suivis du secteur de la crique de l'Angle (étang des Moulières et Vène) représentent les principales contributions en apports microbiologiques à l'étang de Thau (respectivement 47% et 41% de l'apport total mesuré). Le Pallas représente aussi un apport significatif en *E. coli*, avec 8% de l'apport total mesuré. L'essentiel des apports mesurés (96%) a donc été échantillonné en 3 points du bassin de Thau.

En revanche, les contributions du secteur 2 (Nèques-Vacques et Mayroual), des STEP suivies, et du « bassin versant pilote » du centre-ville de Loupian ont été négligeables sur cette période de mesures. Pour ce dernier point de mesures, les concentrations mesurées ont varié de moins de 1 000 *E. coli*/100ml à environ 20 000 *E. coli*/100ml, soit des valeurs en moyenne inférieures à celles de la campagne d'octobre 2007, et inférieures à la valeur de référence retenue dans le cadre de l'étape 1. Ces résultats devraient apporter des éléments de calage pour le modèle de lessivage urbain qui sera mis en œuvre dans le cadre de l'étape 3 du programme OMEGA Thau.

La figure suivante met en évidence les secteurs les plus contributeurs parmi les zones terrestres investiguées durant cette campagne de mesures, ainsi que la localisation des postes de relevage des eaux usées ayant signalé au moins un passage en surcharge hydraulique durant la période de suivi.

Durant cette campagne, 16 PR, répartis sur 5 communes, ont présenté une surcharge hydraulique plus ou moins ponctuelle (soit environ 13% de l'ensemble des ouvrages du territoire). Nous rappelons qu'une alarme de poste en niveau haut ne peut être directement associée à un déversement d'eaux usées dans le milieu naturel ou sur la chaussée¹⁴. Néanmoins, ces engorgements localisés sur les réseaux d'assainissement d'eaux usées séparatifs de Mèze et Marseillan particulièrement, mais aussi de Villeveyrac, Montbazin et Poussan (le réseau d'assainissement de Sète est en partie unitaire) pour une pluie de période de retour de l'ordre de 1 an, signalent a priori une insuffisance structurelle de ces réseaux. Une analyse exhaustive des alarmes centralisées dans le cadre de la télésurveillance des réseaux permettrait de distinguer les surcharges hydrauliques liées à un dysfonctionnement d'ordre électro-mécaniques (panne de pompe, défaut d'agitateur, poire de niveau bloquée, défaut électrique, etc.) de celles liées à de fortes intrusions d'eaux parasites dans le réseau de collecte des eaux usées¹⁵.

Contamination dans la lagune

L'événement pluvieux engendre une contamination microbiologique sur l'ensemble des secteurs conchylicoles, mais les concentrations ne dépassent pas 3 200 *E. coli* / 100 g de CLI dans les coquillages et 400 *E. coli* / 100 mL dans l'eau¹⁶. Le secteur le plus impacté tout au long de l'épisode est le secteur conchylicole de Bouzigues, mais des niveaux élevés (> 1 000 *E. coli* / 100 g de CLI) sont également mesurés dans les secteurs de Mèze et Marseillan.

On observe un délai de contamination des coquillages, qui atteignent leurs concentrations maximales le 05/01/2008, trois jours après le début des pluies, alors que les concentrations dans l'eau sont importantes dès le 04/01/2008.

Un retour à des niveaux de contamination proches de l'état initial est observé dès le 07/01/2008, deux jours après la fin des pluies, mais les concentrations importantes mesurées dans les coquillages au niveau de 2 des points échantillonnés ce jour-là laissent supposer la présence d'apports polluants persistants. Suite à ces observations, il est décidé pour les campagnes suivantes de poursuivre les prélèvements dans la lagune plus de 4 jours après les pluies, si les données venant du bassin-versant indiquent la persistance d'apports à la lagune.

Sur les 5 séries de prélèvements effectuées du 04 au 07/01/2008, le niveau moyen de contamination de l'eau est de 61 *E. coli* / 100 mL dans les parcs et de 47 *E. coli* / 100 mL dans le secteur zoom situé face à Mèze, avec respectivement 27 et 25 % des résultats excédant le seuil de 100 *E. coli* / 100 mL. La concentration moyenne dans les coquillages est de 280 *E. coli* / 100 g de CLI dans les parcs, 47 % des résultats dépassant le seuil de 230 *E. coli* / 100 g de CLI.

3.3.4.3 Apports en nutriments

Les apports en nutriments à la lagune ont essentiellement été apportés par les bassins versants du Pallas, de l'étang des Moulières et de la Vène (plus de 80% des 2 590 kg de NTK et 405 kg de Pt), qui accueillent par ailleurs la moitié des stations d'épuration du bassin versant de l'étang de Thau. Les STEP ont en effet fortement contribué aux apports en nutriments et matières organiques sur les secteurs suivis du bassin versant :

- Environ 1/5 des apports en Ntk et Pt mesurés en sortie de l'étang des Moulières ont été apportés par le lagunage de Poussan-Bouzigues ;
- Environ la moitié des apports en Ntk et Pt mesurés à l'exutoire du Pallas a été apporté par le lagunage de Villeveyrac ;
- Environ 2/3 des apports en Ntk et Pt mesurés à l'exutoire de la Vène ont été apportés par les stations d'épuration de Gigean et Montbazin.

La contribution globale des STEP du territoire (hormis le lagunage des Pradels dont le rejet se situe sur le Lido de Sète à Marseillan) aux apports en Ntk et Pt à la lagune mesurés durant cet épisode s'élève à 42% et 46%, respectivement.

¹³ **Note** : Les centres urbains de Marseillan et Mèze n'étaient pas concernés par cette campagne. Néanmoins, le débitmètre installé sur le refoulement du trop-plein du PR/DO « Théâtre – Cœur de Ville » de Marseillan a mesuré un rejet de 880m³ d'eau résiduaires diluées dans le port de Marseillan. Un échantillon moyen a été constitué sur ce rejet, néanmoins, aucune analyse microbiologique n'a été réalisée.

¹⁴ **Note** : Excepté pour le PR/DO « Théâtre - Cœur de Ville » à Marseillan qui a déversé 880m³ en 3h le 3 janvier, aucun déversement n'a été constaté par la SDEI, la CABT ou la CCNBT au cours de la campagne de mesures. Par ailleurs, un échantillon moyen du rejet a été constitué pour analyse des apports en nutriments et matières organiques (disponibles auprès de la SDEI). En revanche, aucune analyse microbiologique n'a été réalisée

¹⁵ **Note** : Seul le bilan des alarmes de niveaux hauts a été transmis par la CABT suite à cette campagne de mesures

¹⁶ Un pic de 2 500 *E. coli* / 100 mL est mesuré dans l'eau des parcs de Bouzigues le 06/01/2008 au droit de la sortie de la Crique de l'Angle.

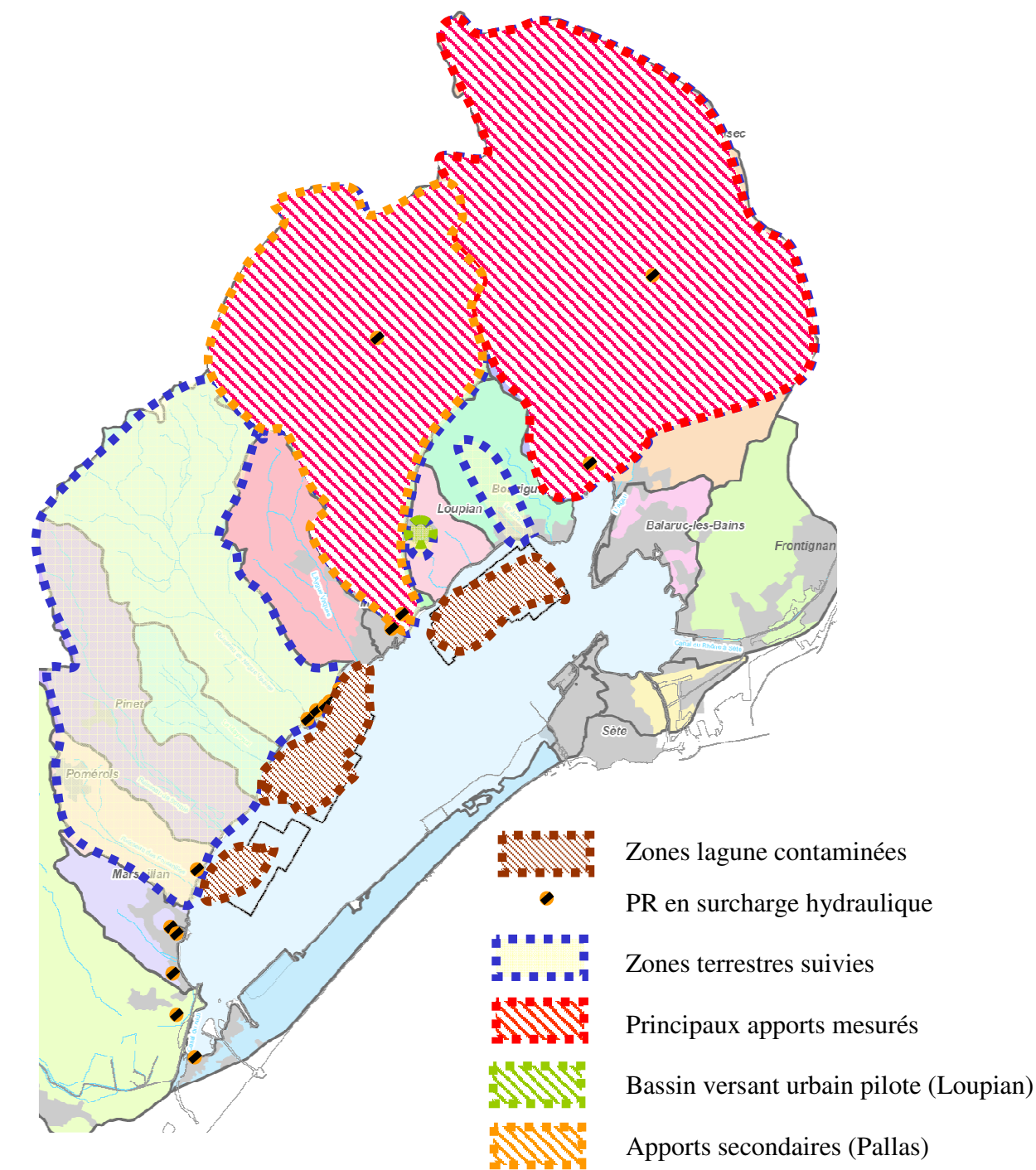


Figure 39 : Évènement n°4 - Du 2 jan. au 5 jan.08 - Zones BV suivies, principaux apports en *E.coli* identifiés et principales zones de la lagune contaminées.

3.3.5 Évènement n°5 : 12 Août 2008

Pour le descriptif détaillé de l'évènement, se reporter au rapport technique en annexe 10 (Derolez *et al.*, 2008b).

Le 12 août 2008, une cellule orageuse, non prévue par Predict, Météo France ou Windguru s'est formée sur la lagune de Thau, apportant un cumul de 9 à 12 mm. Afin de mesurer l'impact de cet évènement sur la lagune, des mesures hydrologiques ponctuelles (face au Pallas, au Sesquier, au Soupié et aux Fontanilles) et à haute fréquence (sonde fixe en C2) ont été effectuées par le laboratoire Ifremer LER/LR le 12/08/2008 juste après les pluies.

Les mesures indiquent l'absence d'impact significatif des pluies sur la salinité de l'étang, qui reste de 39 à 40 unités. Seul un léger gradient est observé au droit du Sesquier de son exutoire (salinité de 28 unités) à 150 m vers le large (salinité de 39 unités).

3.3.6 Evènement n°6 : 7 au 8 octobre 2008

Secteur zoom : Secteur 1 – Marseillan, des Pradels à Montpenède

Suivi complémentaire : Réseau pluvial du centre-ville de Mèze & Aygues-Vacques

Pour le descriptif détaillé de l'évènement, se reporter aux rapports techniques en annexe 10.

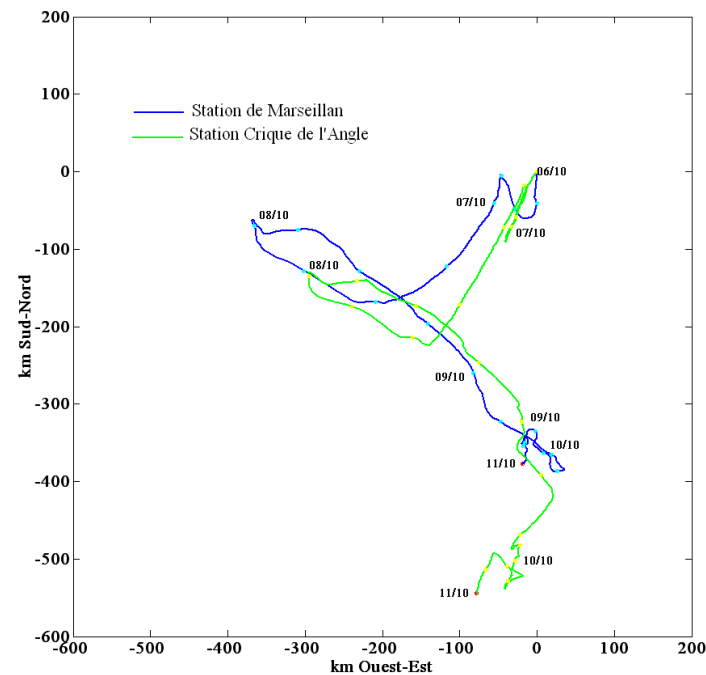


Figure 40 : Trajet suivi par une particule de poids nul sous l'effet du vent enregistré du 6 au 10 octobre 2008 par les stations du CNRM sur l'étang de Thau : Zone conchylicole de Marseillan (en bleu) ; dans la Crique de l'Angle (en vert).

3.3.6.1 Hydrologie

Pluviométrie

L'évènement a duré 2 jours, s'étalant du 7 au 8 Octobre 2008. Sur cette période, le cumul moyen mesuré a été 7 mm. On compte 24 jours sans pluie avant l'épisode pluvieux. L'évènement précédent a duré 2 jours avec un cumul moyen de 5,3 mm.

Le 08/10/2008 au pluviomètre du Lagunage de Poussan, il a été mesuré un cumul journalier maximum de 13,2 mm/j et une intensité maximale de 10,8 mm/h.

En se basant sur les études statistiques des données pluviométriques de la ville de Sète, la période de retour de l'évènement complet (2 jours) et la période de retour de la pluie journalière maximale (24h) sont toutes deux sensiblement inférieures à 1 an.

En ce qui concerne la répartition spatiale, l'évènement a été plus important, en termes de lame d'eau précipitée et d'intensité, sur l'Est du bassin versant de l'étang de Thau qu'à l'Ouest.

Apports en eau des bassins versants

Les bassins versants ont relativement peu réagi à cette pluie faible en cumul et en intensité.

La Vène a représenté l'apport le plus important sur la période étudiée, avec environ 25 000 m³ apportés en 3 jours, sans réel départ de crue. Ce volume est du même ordre de grandeur que les apports cumulés en eau du Soupié, du Pallas et de l'étang des Moullières sur cette période. Les apports des Fontanilles, du Sesquier et du centre-ville de Loupian ont été négligeables.

Hydrologie de la lagune

Les salinités, turbidités et teneurs en matières en suspension mesurées le 08/10/2008, au lendemain des pluies sont du même ordre de grandeur que celles enregistrées lors de l'état initial, indiquant l'absence d'impact significatif sur l'hydrologie de la lagune en réponse aux faibles apports d'eau douce du bassin versant.

3.3.6.2 Pollution microbiologique

Apports des bassins versants

De manière générale, les résultats mettent en évidence une nette prédominance des apports microbiologiques sur le secteur du Soupié (plus de 80% des apports mesurés ; 20 fois supérieurs aux apports mesurés en ce point en janvier 2008), et peu de réaction de l'ensemble du bassin versant - urbain ou naturel - à cet évènement pluviométrique de faible ampleur.

La principale contribution aux apports du Soupié devrait, a priori, être recherchée en sortie de la station d'épuration de Pinet-Pomérois. Toutefois, l'échantillonnage en sortie de la STEP a été annulé en raison de la faiblesse des cumuls pluviométriques.

D'autre part, l'exutoire de la Vène et le centre ville de Loupian ont contribué pour environ 9% et 5% de l'apport global mesuré respectivement. Sur ce dernier point qui constitue le « bassin versant pilote » pour l'analyse de la qualité des eaux de ruissellement urbain, des concentrations très importantes (atteignant 920 000 *E. coli*/100ml au démarrage de la pluie) ont été relevées. L'analyse de ces données à travers les résultats de la modélisation permettra éventuellement de caractériser cette contamination (présence d'eaux usées, lessivage urbain, etc.).

Enfin, malgré de faibles apports des réseaux d'eaux pluviales du secteur 1 (Marseillan) et de Mèze, il est important de noter à nouveau des concentrations anormalement élevées à l'exutoire du port de plaisance de Marseillan (P148 ; jusqu'à 380 000 *E. coli*/100ml), en sortie du centre-ville de Pomérois (P157A ; 270 000 *E. coli*/100ml ; un écoulement d'eaux usées y a déjà été mise en évidence lors des campagnes de temps sec), et au nord du vieux port de Mèze (P21 ; 54 000 *E. coli*/100ml ; point déjà mentionné précédemment).

La figure suivante met en évidence les secteurs les plus contributeurs parmi les zones terrestres investiguées durant cette campagne de mesures, ainsi que la localisation des postes de relevage des eaux usées ayant signalé au moins un passage en surcharge hydraulique durant la période de suivi.

Durant cette alerte pluviométrique, seul le poste de relevage PR Progrès à Marseillan a déclenché une alarme de niveau haut, durant moins de 15min le 07/10/08.

Contamination dans la lagune

Les niveaux de contamination microbiologique atteints dans l'eau (930 *E. coli* / 100 mL au maximum au droit du port de Marseillan) et les coquillages (2 900 *E. coli* / 100 g de CLI au maximum au large des parcs de Marseillan) ne mettent pas non plus en évidence d'impact important des pluies.

Sur la série prélèvements effectuée le 08/10/2008, le niveau moyen de contamination de l'eau est de 20 *E. coli* / 100 mL dans les parcs et de 88 *E. coli* / 100 mL dans le secteur zoom situé face à Marseillan, avec dans ce secteur, un seul dépassement (7 % des analyses) du seuil de 100 *E. coli* / 100 mL. La concentration moyenne dans les coquillages est de 290 *E. coli* / 100 g de CLI dans les parcs, seuls 2 points (12 % des analyses) dépassant le seuil de 230 *E. coli* / 100 g de CLI.

Dans les coquillages, on n'observe pas de dépassement du seuil de mise en alerte de la zone conchylicole classée B (4 600 *E. coli* / 100 g de CLI).

Le rapport entre les concentrations en *E. coli* mesurées dans les coquillages et dans l'eau prélevés sur un même point et au même moment suite à cet épisode pluvieux, prend des valeurs entre 1 et 113. La médiane de ce rapport est de 4,8 et sa moyenne de 10.

3.3.6.3 Apports en nutriments

En raison de la courte durée de l'évènement et du suivi partiel de la lagune, seul le paramètre *E. coli* a été analysé sur les échantillons constitués.

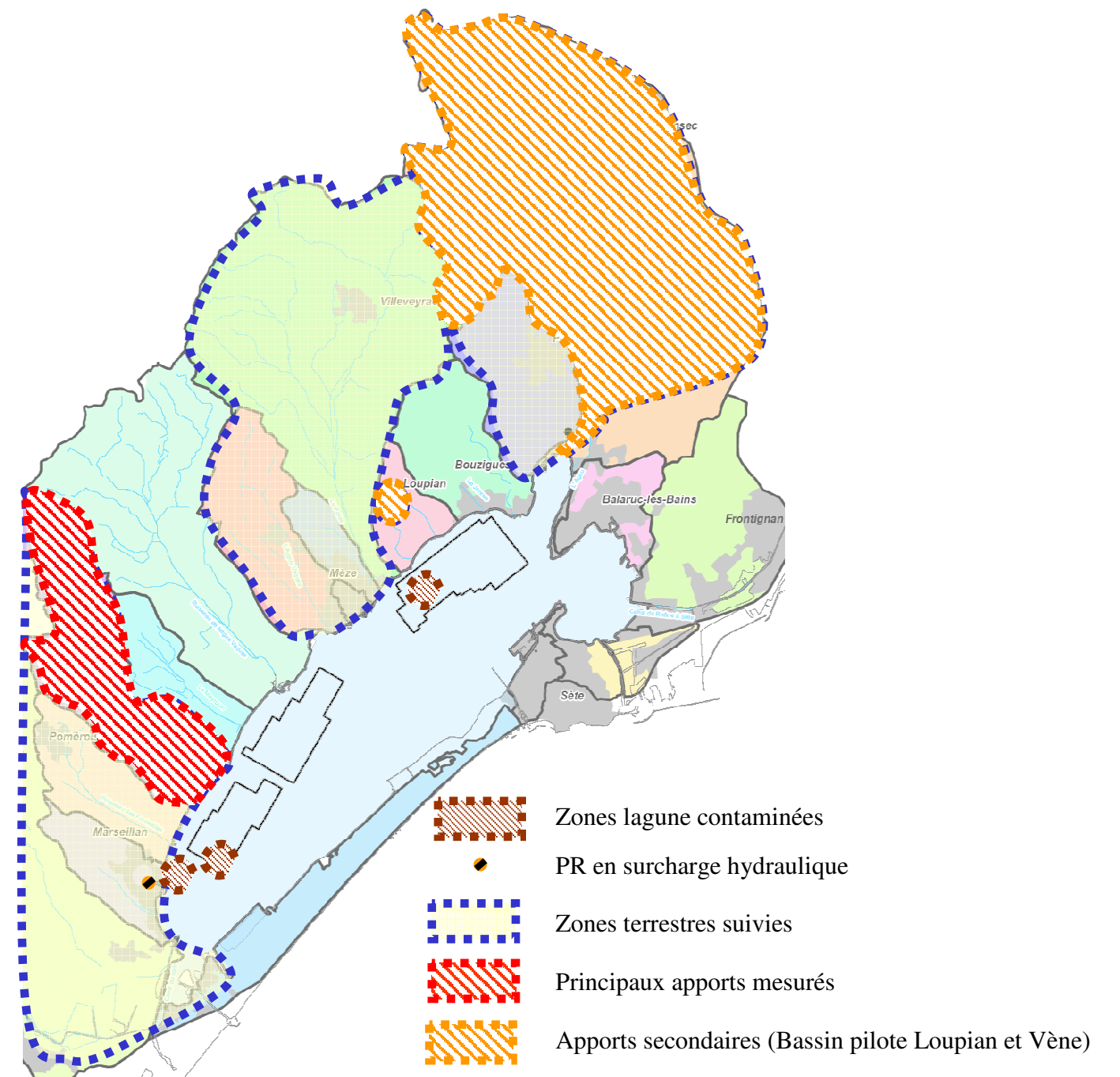


Figure 41 : Évènement n°6 - Du 7 oct. au 8 oct.08 - Zones BV suivies, principaux apports en *E.coli* identifiés et principales zones de la lagune contaminées.

3.3.7 Evènement n°7 : 31 octobre au 6 novembre 2008

Secteur zoom : Secteur 1 – Marseillan, des Pradels à Montpenède

Suivi complémentaire : Réseau pluvial du centre-ville de Mèze, Aygues-Vacques et milieux récepteurs des lagunages de Mèze et Poussan-Bouzigues

Pour le descriptif détaillé de l'évènement, se reporter aux rapports techniques en annexe 10.

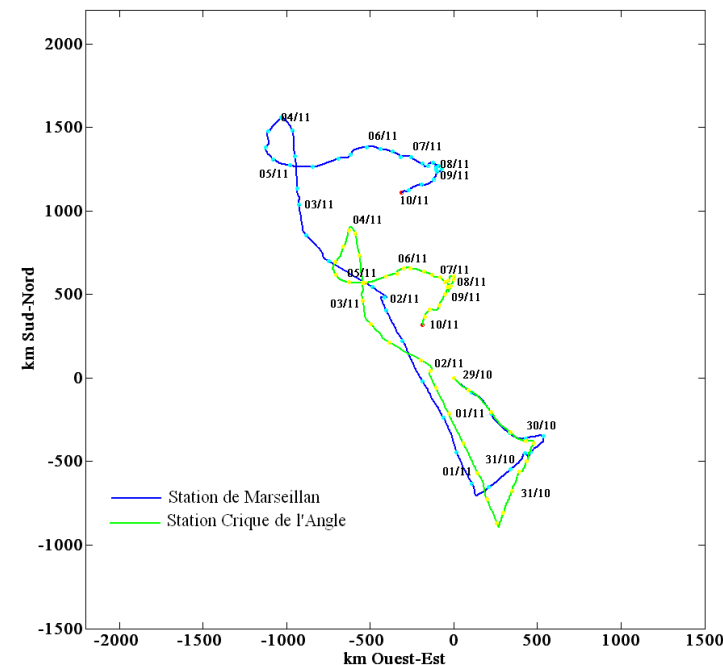


Figure 42 : Trajet suivi par une particule de poids nul sous l'effet du vent enregistré du 29 octobre au 10 novembre 2008 par les stations du CNRM sur l'étang de Thau : Zone conchylicole de Marseillan (en bleu) ; dans la Crique de l'Angle (en vert).

3.3.7.1 Hydrologie

Pluviométrie

L'évènement a duré 7 jours, s'étalant du 31 Octobre au 6 Novembre 2008. Sur cette période, le cumul moyen mesuré a été 132.2 mm. On compte 2 jours sans pluie avant l'épisode pluvieux. L'évènement précédent a duré 1 jour avec un cumul moyen de 2.4 mm.

Cet évènement se compose de deux épisodes pluvieux distincts et successifs n'ayant pas la même répartition spatiale.

Le 01/11/2008 au pluviomètre du lagunage de Poussan, il a été mesuré un cumul journalier maximum de 91,2 mm/j avec une intensité maximale de 52.2 mm/h.

Le 04/11/2008 au pluviomètre du lagunage des Onglous, il a été mesuré un cumul journalier maximum de 61.4mm/j avec une intensité maximale de 26.4 mm/h.

En se basant sur les études statistiques des données pluviométriques de la ville de Sète, la période de retour de l'évènement complet (7 jours) est comprise entre 2 et 3 ans et la période de retour de la pluie journalière maximale (24h) est comprise entre 1 et 2 ans.

En ce qui concerne la répartition spatiale, l'évènement a été plus important, en termes de lame d'eau précipitée et d'intensité, sur l'Est du bassin versant de l'étang de Thau qu'à l'Ouest.

Apports en eau des bassins versants

Les apports en eau douce des bassins versants durant cette campagne ont été répartis selon un gradient croissant de l'Ouest vers l'Est (de Marseillan à Balaruc-les-Bains), à mettre en parallèle avec une distribution analogue de la pluviométrie sur le territoire de Thau.

Malgré une influence marquée, à nouveau, du niveau de l'étang sur les débits enregistrés aux points de suivi du Sesquier et de l'étang des Moullières, tous les bassins versants ont considérablement réagi à cet épisode pluvieux significatif, mais composite et hétérogène en termes de spatialité des cumuls globaux et des intensités pluviométriques.

La Vène représente l'apport en eau douce le plus important sur la période étudiée, avec plus de 1 300 000 m³ écoulés en 10 jours, soit environ 50% des apports mesurés pendant cette même période ; elle est suivie par le Pallas (13%), l'étang des Moullières (10%), le vieux port de Mèze (8%) et le canal du Midi (6%). Ainsi, plus de 90% des apports en eau douce ont été apportés en 5 points du bassin de Thau (en considérant le vieux port de Mèze comme point unique).

La répartition dans le temps de ces apports a été variable d'un point à un autre du territoire de Thau, du fait des caractéristiques de chaque bassin versant, et de la répartition spatiale et temporelle de la pluie. On constate ainsi un premier pic de crue généralisé autour de la journée du 02/11/08, puis un second autour des 04/11/08 et 05/11/08. Entre ces pics, seuls la Vène, l'étang des Moullières, et le Pallas dans une moindre mesure, restent en charge, le ressuyage des autres cours d'eau se faisant beaucoup plus rapidement.

En ce qui concerne les STEP, des fluctuations importantes ont à nouveau été relevées à des échelles de temps relativement courtes. Leur contribution aux apports en eau douce à la lagune de Thau a été négligeable en temps de pluie.

Hydrologie de la lagune

Les mesures réalisées du 03 au 04/11, suite à la première vague de pluies des 1^{er} et 02/11/2008, ont mis en évidence des dessalures très marquées et des turbidités très élevées, principalement au Nord-Est de l'étang. La salinité passe ainsi de valeurs de 39 à 41 unités avant les pluies, à des valeurs localement de 9 à 25 unités dans la Crique de l'Angle et de 34 à 36 face à la ville de Mèze. Les panaches dessalés restent confinés le long des côtes et dans la Crique sous l'effet des vents forts venant du Sud-Est. Les apports d'eau douce à l'étang engendrent une forte stratification des masses d'eau, des différences de 1 à plus de 5 unités étant mesurées entre la surface et le fond de la colonne d'eau.

La deuxième vague de pluies (du 04 au 05/11), caractérisée par des cumuls plus faibles que la première, impacte l'étang de façon moindre mais plus homogène. De nouvelles dessalures et une stratification (jusqu'à 6 unités) sont observées dans la Crique de l'Angle (valeurs inférieures à 10 unités), le secteur conchylicole de Bouzigues et au droit des communes de Mèze, Marseillan et Sète.

Les 08/11 et 09/11, 2 jours après la fin des dernières pluies, on enregistre une importante diminution de la salinité en surface (- 3 à - 7 unités), associée à une baisse de la température (- 1 à - 2°C) au Nord-Est puis au Sud-Ouest de la lagune. Ces dessalures, non associées à une augmentation des débits ou une baisse du niveau de l'étang (qui retrouve une hauteur de 50 cm et son cycle semi-diurne à partir du 06/11), peuvent s'expliquer par la diffusion du panache dessalé de la Crique de l'Angle vers le reste de l'étang, favorisée par l'absence de vent, ou encore par des apports d'eau douce non contaminée¹⁷ dont les suivis mis en œuvre sur le bassin versant n'ont pas permis de détecter l'origine.

La salinité de l'étang se stabilise à partir du 14/11, soit 5 jours après la fin des pluies. Entre cette date et l'état initial réalisé le 31/10 avant les pluies, on enregistre une baisse de la salinité de 2 unités dans la lagune (passage en moyenne de 40 à 38 unités). En mer, une baisse de 2 unités est également observée.

3.3.7.2 Pollution microbiologique

Apports des bassins versants

Près de 90% de l'apport global en *E. coli* mesuré au cours de cette campagne a été échantillonné en 5 points du bassin de Thau. Il s'agit du nouveau PR Serpentin à Balaruc-les-Bains¹⁸ (25%), du bassin versant du vieux port de Mèze (18%), de celui du Pallas (16%), de celui de la Vène (15%), et de celui du port de plaisance de Marseillan (14%).

Le centre-ville de Loupian¹⁹, le Sesquier (Mèze), l'étang des Moullières (Poussan), l'Aygues-Vacques (Mèze) et le Soupié (Marseillan) contribuent également pour 6% à 1% de l'apport global mesuré.

D'autre part, les résultats de cette campagne montrent :

- des apports absolus considérables des bassins versants suivis (2 à 15 fois plus d'apports en *E. coli* durant cet épisode pluvieux que lors des épisodes pluvieux précédents cumulés), souvent en accord avec les résultats de l'étape 1 ;
- une réponse des bassins versants spatialisée et très variable dans le temps, en lien avec l'évolution composite et hétérogène de la pluie durant cet épisode (distribution globalement croissante d'Ouest en Est) ; les apports sont ainsi centrés autour des 2, 4 et 5 novembre 2008, en lien avec les 3 pics de pluie enregistrés sur ces mêmes journées ;
- une contribution des stations d'épuration en *E. coli* importante en situation d'étiage (bruit de fond de la contamination des milieux récepteurs), et négligeable par temps de pluie (< 2% sur cette campagne) ;
- un probable phénomène de déphasage et d'abattement dans les zones humides telles que l'étang du Bagnas ou l'étang des Moullières (mis en évidence également en janvier 2008) ;

- une importante contribution en *E. coli* des réseaux d'eaux pluviales des centres urbains de Mèze et Marseillan²⁰, dont les réseaux d'assainissement sont pourtant séparatifs. Ces résultats confirment de probables interférences des réseaux d'assainissement eaux usées et eaux pluviales, et/ou un déstockage de bactéries accumulées dans les sédiments des réseaux non curés ;
- une contribution relativement faible des centres-villes de Pomérols et Pinet (par rapport aux apports de Mèze et Marseillan), et plus globalement des bassins versant des Fontanilles, du Soupié, du Canal du Midi et de l'étang du Bagnas.

La figure suivante met en évidence les secteurs les plus contributeurs parmi les zones terrestres investiguées durant cette campagne de mesures, ainsi que la localisation des postes de relevage des eaux usées ayant signalé au moins un passage en surcharge hydraulique durant la période de suivi.

Durant cette campagne, 40 PR, répartis sur 12 communes, ont présenté une surcharge hydraulique plus ou moins ponctuelle (soit environ 32% de l'ensemble des ouvrages du territoire). Plus de la moitié de ces ouvrages (60%) se trouvaient sur Sète et Marseillan.

Nous rappelons qu'une alarme de poste en niveau haut ne peut être directement associée à un déversement d'eaux usées dans le milieu naturel ou sur la chaussée. Néanmoins, selon une déclaration d'incidents transmise par la SDEI le 3 novembre, 9 PR ont débordés au cours du 2 et 3 novembre sur les communes de Poussan (PR Lagunage), Montbazin (PR Lavadou), Loupian (PR Eglise et Pallas) et Marseillan (PR Ancienne STEP, La Fadèze, Tennis, Montpénèdre, et Bézarde), avec des durées comprises entre 3 heures et 17 heures. Le PR/DO Cœur de Ville à Marseillan a quant à lui déversé 360m³ le 4 novembre 2008, et le PR Serpentin à Balaruc-les-Bains a déversé plus de 3 000 m³ d'eaux usées (mesure débitmétrique en sortie du trop-plein) les 5 et 6 novembre 2008. Enfin, l'analyse exhaustive des alarmes enregistrées sur le territoire de la CCNBT et de Marseillan indique qu'une alarme de « niveau trop-plein » est apparue sur au moins 4 PR après le déclenchement des alarmes de « niveaux haut » (il s'agit des PR Pépin à Mèze, Boudas à Marseillan, Pinet STEP à Pinet, et Lagunage à Poussan).

Par ailleurs, outre les insuffisances structurelles des réseaux d'assainissement du territoire de Thau (vétusté des canalisations, intrusions parfois considérables d'eaux parasites, forte croissance démographique, etc.), on dénombre pour cet événement au moins²¹ 7 ouvrages s'étant retrouvé en situation de surcharge hydraulique liée à des dysfonctionnements d'ordre électromécaniques (soit 17% des PR en alarme de niveau haut). De plus, le déversement d'eaux usées du PR Serpentin à Balaruc-les-Bains les 5 et 6 novembre 2008 est survenu suite à des défauts électromécaniques sur 2 de ses 3 pompes.

Enfin, il paraît important de souligner la remarquable corrélation entre les apparitions/disparitions d'alarmes de niveau haut des PR, et l'évolution des concentrations et flux en *E. coli* dans les cours d'eau récepteurs (cf. rapport d'évènement n°7-2). Ce constat, ainsi que l'estimation théorique des apports potentiels des PR ayant pu déverser des eaux usées confortent l'hypothèse d'une contribution potentielle essentielle des déversements des réseaux d'assainissement d'eaux usées aux apports globaux en *E. coli* des bassins versants, particulièrement lors d'évènements pluviométriques importants.

Ce point fera l'objet d'études approfondies dans le cadre de l'étape 3 du programme OMEGA Thau.

¹⁷ les concentrations en *E. coli* dans la lagune n'augmentent pas concomitamment aux dessalures les 08 et 09/11.

¹⁸ **Note** : A ce titre, il est intéressant de noter que ce déversement a apporté en quelques heures, a priori à peu près autant d'*E. coli* que les bassins versants du Pallas et de la Vène réunis, en plusieurs jours.

¹⁹ **Note** : L'analyse conjointe du comportement - fondamentalement différent - du « bassin versant pilote » du centre-ville de Loupian durant cette campagne, avec les résultats de l'autosurveillance des réseaux d'assainissement indique une probable contamination des eaux pluviales en amont du point de prélèvement, par des débordements répétés du réseau d'eaux usées en amont du PR Eglise de Loupian (situé quelques mètres en-dessous du point de prélèvement). Au moins un débordement du réseau a été constaté par la SDEI le 02/11/08 de 15h à 18h, qui se superpose exactement avec le pic de pollution mesuré cet après-midi là.

²⁰ **Note** : Seules ces deux communes situées en bordure de la lagune étaient suivies durant cette campagne de mesures. Néanmoins, la contribution aux apports en *E. coli* de l'ensemble du secteur 1 est imputable à 85% au seul exutoire pluvial du port de plaisance à Marseillan, dont l'apport est similaire à celui de la Vène ou du Pallas durant cette campagne (15% et 16% des apports totaux respectivement).

²¹ **Note** : Aucune information ne nous a été transmise sur le fonctionnement des réseaux d'assainissement gérés par VEOLIA durant cette période.

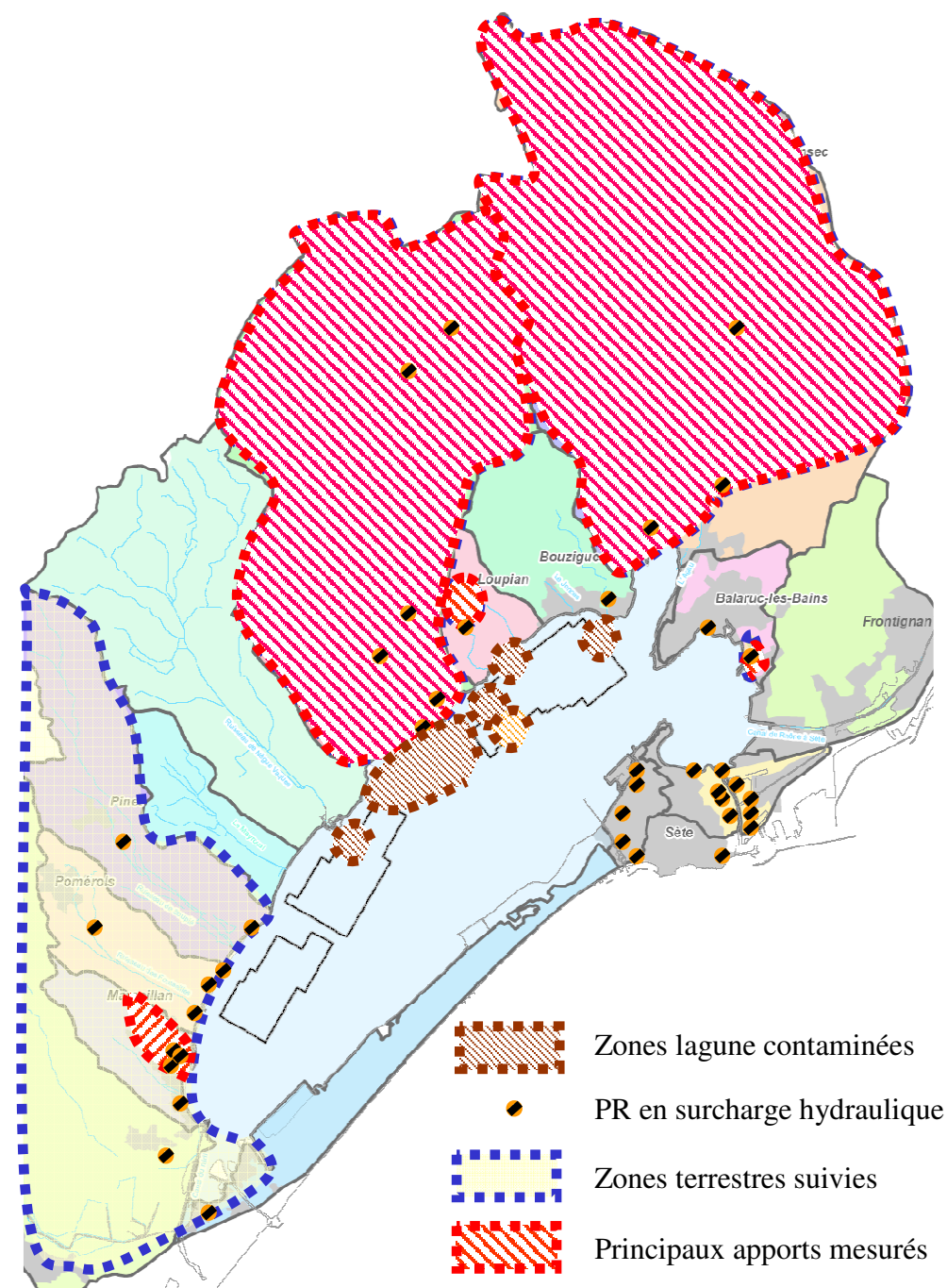


Figure 43 : Évènement n°7 - Du 31 oct. au 6 nov.08 - Zones BV suivies, principaux apports en *E.coli* identifiés et principales zones de la lagune contaminées.

Contamination dans la lagune

La contamination en *E. coli* dans l'eau atteint des niveaux très élevés autour de la ville de Mèze, jamais mesurés lors des précédentes campagnes OMEGA de suivi des pluies. Les coquillages sont ponctuellement touchés par de fortes contaminations (jusqu'à 3 900 *E. coli* / 100 g de CLI).

Suite aux premières pluies des 01 et 02/11/2008, la concentration en *E. coli* dans l'eau et les coquillages atteint un premier pic dès le 03/11 dans le secteur conchylicole de Bouzigues et le 04/11 autour de la ville de Mèze et dans les secteurs conchylicoles de Mèze et Marseillan. Dans l'eau, les niveaux les plus élevés sont atteints le 03/11 autour de la ville de Mèze, avec près de 800 *E. coli* / 100 mL en moyenne.

L'effet de la deuxième vague de pluies (04 et 05/11/2008) se fait sentir le 06/11 dans tout l'étang, sauf au niveau des parcs conchylicoles de Mèze, avec une augmentation importante des concentrations en *E. coli* dans l'eau et les coquillages.

Les niveaux de contamination dans les coquillages diminuent dans tous les secteurs du 07 au 08/11, pour atteindre les concentrations mesurées avant les pluies lors de l'état initial. En revanche, l'eau reste contaminée le 08/11 face aux villes de Mèze et Sète et dans les parcs conchylicoles de Bouzigues.

Sur les 9 séries de prélèvements effectuées du 03 au 08/11/2008, le niveau moyen de contamination de l'eau est de 88 *E. coli* / 100 mL dans les parcs et de 330 *E. coli* / 100 mL dans le secteur zoom situé face à Mèze, avec respectivement 41 et 71 % des résultats excédant le seuil de 100 *E. coli* / 100 mL. La concentration moyenne dans les coquillages est de 260 *E. coli* / 100 g de CLI dans les parcs, 40 % des résultats dépassant le seuil de 230 *E. coli* / 100 g de CLI.

Dans les coquillages, on n'observe pas de dépassement du seuil de mise en alerte de la zone conchylicole classée B (4 600 *E. coli* / 100 g de CLI).

Le rapport entre les concentrations en *E. coli* mesurées dans les coquillages et dans l'eau prélevés sur un même point et au même moment suite à cette épisode pluvieux, prend des valeurs entre 0,1 et 260. La médiane de ce rapport est de 4,4 et sa moyenne de 13.

3.3.7.3 Apports en nutriments

La Vène, l'étang des Moullières et le Pallas ont représenté près de 90% des apports en Azote mesurés (total de 1 655 kg NTK), la Vène en représentant à elle seule 40%.

Du point de vue du phosphore, l'étang des Moullières a contribué pour près de la moitié (47%) des apports mesurés durant cette période (total de 430 kg Pt), suivi par le Pallas (17%), le lagunage de Mèze (16%), et la Vène (13%), soit au total plus de 90% des apports à la lagune mesurés.

De même que pour les autres paramètres, les résultats mettent en évidence un gradient croissant de contribution des bassins versants de l'Ouest vers l'Est (de Marseillan à Balaruc-les-Bains) ; ce gradient est d'autant plus marqué pour les paramètres NTK et Pt qu'ils n'ont été suivis qu'autour du 1^{er} pic de pluie (particulièrement hétérogène) et jusqu'au début du deuxième pic, le 4 Novembre. Ainsi, le secteur élargi de la Vène, qui a subi une intensité pluviométrique au moins 2 fois supérieure à celle des autres secteurs, a contribué pour plus de 70% des apports en nutriments mesurés durant cette période aux exutoires des bassins versants.

Enfin, la contribution des STEP aux apports en nutriments mesurés aux exutoires des bassins versants suivis est restée significative durant cet épisode pluviométrique, avec :

- Environ 1/4 des apports en Ntk et Pt mesurés en sortie de l'étang des Moullières ou du Pallas (apportés par les lagunages de Poussan-Bouzigues et Villeveyrac respectivement) ;

- Environ 1/5 des apports en Ntk et quasiment la totalité des apports en Pt mesurés à l'exutoire de la Vène (apportés par les lagunages de Gigean et Montbazin).

La contribution globale des STEP du territoire (hormis le lagunage des Pradels dont le rejet se situe sur le Lido de Sète à Marseillan) aux apports en Ntk et Pt à la lagune mesurés durant cet épisode s'élève à 29% et 54% respectivement.

3.3.8 Evènement n°8 : 8 et 9 décembre 2008

Secteur zoom : Secteur 4 – De Loupian (Ruisseau des Vignaux) à Balaruc-le-Vieux

Suivi complémentaire : Secteur 5 – De Balaruc-les-Bains à Sète

La campagne démarrée le 8 décembre 2008 a été suspendue le 9 décembre sur décision du groupement, du fait de la faiblesse des précipitations.

Néanmoins, la SDEI nous a transmis la synthèse des alarmes enregistrées dans le cadre de la télésurveillance des réseaux d'assainissement du territoire de la CCNBT et de Marseillan sur cette période. Ce document fait état de 3 PR en surcharge hydraulique, pour lesquels est intervenue la SDEI les 9 et 10 décembre 2008. Il s'agit des PR Pallas à Loupian, Lavadou à Montbazin et Verte campagne à Mèze. Ce document signale en outre que la surcharge hydraulique survenue sur le PR Pallas à Loupian est liée à une rupture d'alimentation EDF (réparation EDF).

3.3.9 Evènement n°9 : 31 janvier au 7 février 2009

Secteur zoom : Secteur 4 – De Loupian (Ruisseau des Vignaux) à Balaruc-le-Vieux (et absence de prélèvements aux autres points de suivi débitmétrique continu)

Suivi complémentaire : Canal du Rhône à Sète et Canal Royal de Sète

Pour le descriptif détaillé de l'évènement, se reporter aux rapports techniques en annexe 10.

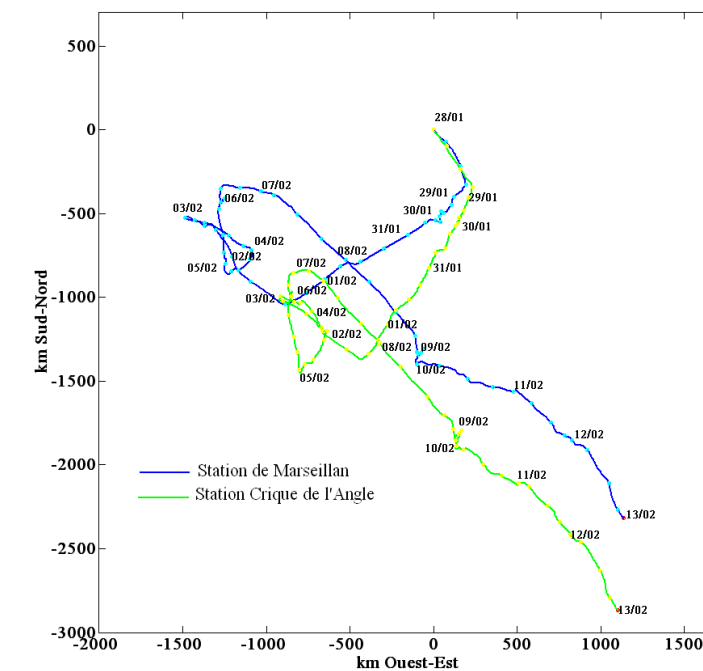


Figure 44 : Trajet suivi par une particule de poids nul sous l'effet du vent enregistré du 28 janvier au 13 février 2009 par les stations du CNRM sur l'étang de Thau : Zone conchylicole de Marseillan (en bleu) ; dans la Crique de l'Angle (en vert).

3.3.9.1 Hydrologie

Pluviométrie

L'évènement a duré 8 jours, s'étalant du 31 Janvier au 7 Février 2009. Sur cette période, le cumul moyen mesuré a été 66.4 mm. On compte 4 jours sans pluie avant l'épisode pluvieux. L'évènement précédent a duré 5 jours avec un cumul moyen de 23.3 mm.

Le 31/01/2009 au pluviomètre du lagunage de Cimetière de Pomérols, il a été mesuré un cumul journalier maximum de 34.2 mm/j avec une intensité maximale de 3.4mm/h. Le 02/02/2009 au pluviomètre du Lagunage de Poussan, une intensité maximale de 6,8 mm/h a été mesurée.

En se basant sur les études statistiques des données pluviométriques de la ville de Sète, la période de retour de l'évènement complet (8 jours) est comprise entre 1 et 2 ans et la période de retour de la pluie journalière maximale (24h) est proche de 1 an.

En ce qui concerne la répartition spatiale, l'évènement a été plus important en termes de lame d'eau précipitée et d'intensité sur l'Est du bassin versant de l'étang de Thau qu'à l'Ouest.

Apports en eau des bassins versants

Les résultats de cette campagne ont montré une réponse des bassins versants relativement rapide et forte à cette pluie peu intense mais persistante, probablement liée à l'état de saturation des sols.

Sur le secteur suivi (Crique de l'Angle) :

- la Vène a contribué pour près de 90% des apports en douce mesurés du 30/01/09 au 07/02/09, l'étang des Moulières contribuant pour environ 10% de ces apports ;
- l'Agau et les exutoires d'eaux pluviales de Bouzigues ont relativement peu contribué.

A l'échelle du bassin de Thau :

- la Vène a représenté encore une fois l'apport en eau douce le plus important sur la période étudiée, avec plus de la moitié des apports mesurés pendant cette période ;
- le Pallas a contribué pour sa part pour environ 1/3 des apports d'eau douce à la lagune de Thau, représentant donc avec la Vène l'essentiel des apports d'eau douce mesurés pendant cette période (environ 87%).

Malgré une influence à nouveau marquée du niveau de l'étang sur les débits enregistrés aux points de suivi du Sesquier et de l'étang des Moulières, tous les bassins versants ont considérablement réagi à cet épisode pluvieux significatif en termes de cumuls globaux (64mm en moyenne), homogène en espace et en temps (en moyenne 16mm/j pendant 4 jours), mais relativement faible en intensité (au maximum 6.8mm/h le 02/02/09 à Poussan).

La répartition dans le temps de ces apports a été variable d'un point à un autre du territoire de Thau, du fait des caractéristiques de chaque bassin versant, et de la répartition spatiale et temporelle de la pluie. On constate ainsi un premier pic de crue dans la journée du 02/02/09, puis un second le 03/02/09. Entre ces 2 pics, seuls la Vène et le Pallas restent en charge, le tarissement des autres cours d'eau se faisant très rapidement. A partir du 05/02/09, seuls la Vène, le Pallas, et le Soupié dans une moindre mesure continuent de débiter. L'étang des Moulières présente de fortes fluctuations et inversions de débits durant cette période, et une nouvelle montée en charge à partir du 07/02/09, avec des débits supérieurs ou du même ordre de grandeur que ceux du Pallas.

Hydrologie de la lagune

Les mesures réalisées dans l'étang à partir du 02/02/2009, 2 jours après le début de l'événement pluvieux, montrent que les apports d'eau douce du bassin versant engendrent en surface la formation dans la Crique de l'Angle de panaches dessalés (valeurs < 10 unités) et turbides (valeurs > 80 NTU). Du 02 au 07/02/2009, les panaches atteignent à quatre reprises les parcs de Bouzigues, au gré des changements de vent et des variations de hauteur d'eau de l'étang.

Une stratification verticale importante des masses d'eau est observée, avec plus de 5 unités de salinité de différence entre la couche superficielle et la sub-surface et plus de 10 unités entre la couche superficielle et le fond de la colonne d'eau.

3.3.9.2 Pollution microbiologique

Apports des bassins versants

Environ 80% de l'apport global en *E. coli* mesuré au cours de cette campagne a été échantillonné en 2 points de la zone investiguée du bassin de Thau. Il s'agit de l'exutoire de la Vène dans la Crique de l'Angle et de celui du canal du Rhône à Sète dans le petit étang (Etang des eaux blanches) qui ont chacun contribué de manière équivalente²², mais déphasée en temps. En effet, les apports dans la Crique de l'Angle ont été centrés autour des 2 et 3 février, 3^{ème} et 4^{ème} jours de pluie de cet épisode pluviométrique important en termes de cumuls, mais peu intense. En revanche, les apports mesurés à l'exutoire du canal du Rhône à Sète ont connu une hausse très importante à partir du 4 février seulement, et a priori au moins jusqu'au 6 février 2009.

L'essentiel du reste des apports en *E. coli* a été mesuré à parts à peu près égales aux exutoires des bassins versants de l'étang des Moulières et de l'Agau (qui ont chacun contribué pour environ 10% des apports mesurés en *E. coli* durant cette campagne de suivi).

D'autre part, les résultats de cette campagne ont montré :

- des apports importants des bassins versants de la zone suivie, particulièrement celui de la Vène, et relativement en accord avec les résultats de l'étape 1²³ ;
- un probable phénomène de déphasage et d'abattement dans les zones humides tel que l'étang des Moulières ;
- des apports en *E. coli* probablement importants, mais conformes aux hypothèses de l'étape 1, du centre-ville urbain de Balaruc-le-Vieux²⁴ (contribution significative du bassin versant de l'Agau) ;
- une contribution a priori prépondérante du secteur de Montbazin aux apports en *E. coli* mesurés durant cette campagne à l'exutoire du bassin versant de la Vène ;
- une faible contribution des secteurs de Cournonsec et Gigean aux apports en *E. coli* mesurés durant cette campagne à l'exutoire du bassin versant de la Vène ;
- une contribution des réseaux d'eaux pluviales de Bouzigues et Poussan négligeable en *E. coli*, particulièrement au regard des précédents résultats acquis précédemment aux exutoires des réseaux d'eaux pluviales des centres urbains de Mèze et Marseillan ;
- une contribution en *E. coli* de la station d'épuration de Montbazin significative en temps sec (bruit de fond de la contamination des milieux récepteurs) et faible en temps de pluie ; négligeable pour la station d'épuration de Gigean en temps sec comme en temps de pluie ; et très importante pour la station de Poussan-Bouzigues en temps sec comme en temps de pluie.

La figure suivante met en évidence les secteurs les plus contributeurs parmi les zones terrestres investiguées durant cette campagne de mesures, ainsi que la localisation des postes de relevage des eaux usées ayant été en surcharge hydraulique durant la période de suivi.

²² **Note** : Les résultats de l'échantillonnage réalisé à l'exutoire du canal du Rhône à Sète semblent indiquer un apport potentiellement important de cette zone du bassin de Thau (et donc a priori du secteur de Frontignan). Néanmoins, la dynamique de ce canal, comme celle du canal Royal à Sète, devrait être mieux caractérisée pour appréhender ses apports de manière plus fiable.

²³ **Note** : Les bassins versants suivis ont apporté 3 à 4 fois plus d'*E. coli* durant cet épisode pluvieux que lors de la campagne de janvier 2008, mais 3 à 5 fois moins que lors de la campagne de novembre 2008.

²⁴ **Note** : Plus réduits en termes de flux, les apports de l'Agau ont néanmoins été significatifs et plus contaminés en *E. coli* dans la mesure où ce cours d'eau a contribué pour 16% des apports en *E. coli* avec seulement 2% des apports en eau douce. Mais excepté un pic de concentration à 10⁵ *E. coli*/100ml atteint le 02/02/09 au matin, les concentrations mesurées restent dans une gamme de concentrations attendues en sortie d'un réseau d'eaux pluviales séparatif d'un tissu urbain discontinu, ici celui de Balaruc-le-Vieux.

Durant cette campagne, 50 PR, répartis sur 13 communes, ont présenté une surcharge hydraulique plus ou moins ponctuelle (soit environ 40% de l'ensemble des ouvrages du territoire). Près de la moitié de ces ouvrages (48%) se trouvaient sur Sète et Marseillan.

Nous rappelons qu'une alarme de poste en niveau haut ne peut être directement associée à un déversement d'eaux usées dans le milieu naturel ou sur la chaussée. En effet, d'après les données fournies par la CABT, le PR « Nouveau Serpentin » à Balaruc-les-Bains a passé plus de 26h cumulées en alerte de niveau très haut du 2 au 3 février, mais n'a pas débordé.

Néanmoins, le PR/DO « Théâtre - Cœur de Ville » à Marseillan (équipé de débitmètre sur le trop-plein) a en revanche rejeté environ 20m³ d'eaux pluviales (mélange d'eaux usées et pluviales) dans le vieux port de Marseillan entre le 30 janvier et le 4 février. D'autre part, des débordements les 2 et 3 février 2009 sont consignés dans les fiches de suivi de temps de pluie renseignées par la SDEI au niveau des PR Pépin et Privat à Mèze, et des PR Eglise et Pallas à Loupian.

La majorité des surcharges hydrauliques recensées durant cet épisode semblent liées aux insuffisances structurelles des réseaux d'assainissement du territoire de Thau (vétusté des canalisations, intrusions parfois considérables d'eaux parasites, forte croissance démographique, etc.). Cependant, parmi les 40 postes de relèvement pour lesquels le détail des alarmes a été récupéré²⁵, on dénombre pour cet événement au moins 19 ouvrages (soit environ la moitié) présentant des surcharges hydrauliques en lien avec des dysfonctionnements d'ordre électromécaniques (défaut de pompe, panne électrique, etc.). Aucun de ces défauts d'ordre électromécanique n'a en revanche entraîné de débordements effectif d'après les comptes-rendus de terrain de la SDEI.

Enfin, la corrélation apparente entre les apparitions/disparitions d'alarmes de niveau haut des PR, et l'évolution des concentrations et flux en *E. coli* dans la Vène notamment, ainsi que l'estimation théorique des apports potentiels des PR ayant pu déverser des eaux usées confortent l'hypothèse d'une contribution potentielle essentielle des déversements des réseaux d'assainissement d'eaux usées aux apports globaux en *E. coli* des bassins versants, particulièrement lors d'événements pluviométriques importants.

Ce point fera l'objet d'études approfondies dans le cadre de l'étape 3 du programme OMEGA Thau.

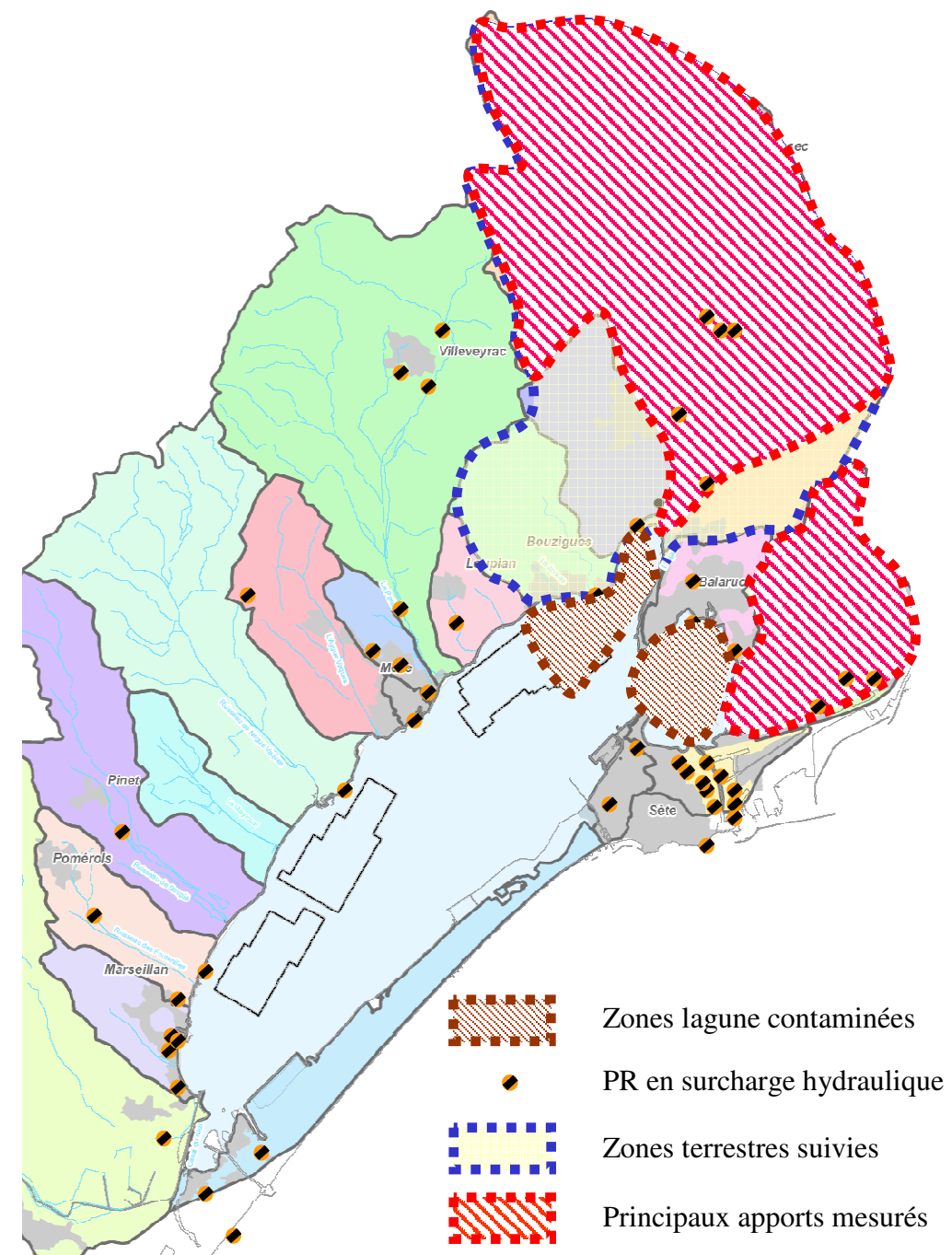


Figure 45 : Évènement n°9 - Du 31 jan. au 7 fév.09 - Zones BV suivies, principaux apports en *E.coli* identifiés et principales zones de la lagune contaminées.

²⁵ Le détail des alarmes enregistrées dans le cadre de la télésurveillance des PR de Sète ne nous a pas été transmis

Contamination dans la lagune

Les apports d'eau douce, chargés en bactéries d'origine fécale, sont à l'origine d'épisodes de contamination très marquées des eaux et des coquillages, dès le 02/02 et jusqu'à plus de 3 jours après la fin des pluies. Les niveaux moyens de contamination des eaux dans la Crique de l'Angle atteignent 3 000 *E. coli* / 100 mL le 02/02 matin et se maintiennent à des valeurs supérieures à 200 *E. coli* / 100 mL jusqu'au 07/02.

Dans le secteur Est des parcs de Bouzigues, les concentrations dans les coquillages dépassent plusieurs fois 1 000 *E. coli* / 100 g de CLI entre le 02 et le 07/02, avec un dépassement du seuil d'alerte de 4 600 *E. coli* / 100 g de CLI le 04/02 matin, au niveau de 3 des 5 points suivis.

Dans une moindre mesure, l'étang des Eaux Blanches est également marqué par des contaminations en provenance de la Crique de l'Angle. Des pics de pollution sont également observés au droit du Canal Royal de Sète au début de l'épisode, face au débouché du Canal du Rhône à Sète, face au poste de relèvement "Douanes" à Balaruc-les-Bains et au droit du quartier du Barrou. En revanche, les niveaux de contamination mesurés face à l'Ile de Thau sont restés faibles tout au long de l'épisode. La contribution des apports de la ville de Sète aux contaminations mesurées dans les parcs est négligeable au regard de celle des apports de la Crique de l'Angle. Si un quasi-retour aux concentrations de l'état initial est observé dans les parcs de Bouzigues le 08/02/09, soit 5 jours après la fin des pluies, une nouvelle augmentation des contaminations est observée le lendemain dans l'eau et les coquillages.

Comme pour la salinité, des stratifications importantes entre la couche superficielle et les couches sous-jacentes sont observées dans les niveaux de contamination.

Sur les 13 séries de prélèvements effectuées du 1^{er} au 11/02/2009, le niveau moyen de contamination de l'eau est de 67 *E. coli* / 100 mL à l'Est des parcs de Bouzigues et de 120 *E. coli* / 100 mL dans le secteur zoom de la Crique de l'Angle, avec respectivement 23 et 26 % des résultats excédant le seuil de 100 *E. coli* / 100 mL. La concentration moyenne dans les coquillages est de 360 *E. coli* / 100 g de CLI à l'Est des parcs de Bouzigues, 72 % des résultats dépassant le seuil de 230 *E. coli* / 100 g de CLI et 3 prélèvements (3 % des résultats) dépassant le seuil de 4 600 *E. coli* / 100 g de CLI. Les coquillages positionnés dans la Crique de l'Angle présentent une contamination moyenne de 2 000 *E. coli* / 100 g de CLI, 93 % des résultats dépassant le seuil de 230 *E. coli* / 100 g de CLI.

Le rapport entre les concentrations en *E. coli* mesurées dans les coquillages et dans l'eau prélevés sur un même point et au même moment suite à cette épisode pluvieux, prend des valeurs entre 0,6 et 29. La médiane de ce rapport est de 5,3 et sa moyenne de 9,2.

Suite à cet épisode, la consommation de coquillages issus de l'étang a donné lieu à des cas de toxi-infections alimentaires collectives.

3.3.9.3 Apports en nutriments

Parmi les points échantillonnés (sortie de l'étang des Moullières, exutoires de la Vène et de l'Agau, sortie du lagunage de Mèze-Loupian), la Vène a représenté à elle seule 84% des apports en Azote mesurés (sur un total de 6 970 kg NTK), le reste ayant été apporté par la lagunage de Mèze-Loupian (10%), et l'étang des Moullières (6%). L'Agau a contribué pour moins de 1% de l'apport total mesuré.

A titre de comparaison, cet apport correspond en moyenne à ce que restitue le lagunage de Villeveyrac ou Montbazin en 1 an, et plus du tiers de ce que restitue le lagunage de Mèze-Loupian en 1 an.

Du point de vue du phosphore, la Vène et le lagunage de Mèze-Loupian ont également été les principaux contributeurs avec chacun 38% des apports mesurés (sur un total de 300 kgPt), l'étang des Moullières ayant contribué pour 21% de ces apports (mais pour une contribution en eau douce 10 fois moins importante que la Vène), et l'Agau pour environ 2%.

Enfin, la contribution des STEP aux apports en nutriments mesurés aux exutoires des bassins versants suivis est restée significative durant cet épisode pluviométrique, avec :

- Plus du tiers des apports en Ntk et Pt mesurés en sortie de l'étang des Moullières (apportés par le lagunage de Poussan-Bouzigues) ;
- Moins de 10% des apports en Ntk mais quasiment la moitié des apports en Pt mesurés à l'exutoire de la Vène (apportés par les lagunages de Gigean et Montbazin).

La contribution globale des STEP du territoire suivi (hors lagunage des Pradels dont le rejet se situe sur le Lido de Sète à Marseillan, et hors STEP de Villeveyrac et Pinet-Pomérols, situés sur des bassins versant non suivis) aux apports en Ntk et Pt à la lagune mesurés durant cet épisode s'élève à 18% et 64% respectivement.

4. SYNTHÈSE

4.1 BILAN DES CONTAMINATIONS DANS LA LAGUNE

Les données acquises dans le cadre du projet OMEGA Thau de septembre 2007 à février 2009 ont confirmé la récurrence des épisodes de dégradation de la qualité sanitaire des coquillages en élevage suite à des épisodes pluvieux et par temps sec (< 10 mm sur 7 jours). Même si les niveaux moyens en *E. coli* dans les coquillages prélevés dans les tables conchyliques sont légèrement plus élevés suite aux pluies que par temps sec (moyenne géométrique respectivement de : 300 et 260 *E. coli* / 100 g de CLI), les concentrations maximales sont observées par temps sec (56 000, 47 000, 11 000 *E. coli* / 100 g de CLI), alors qu'elles restent inférieures à 9 000 *E. coli* / 100 g de CLI suite aux pluies. Les niveaux atteints dans les coquillages ont **dépassé le seuil de mise en alerte de la zone classée B** (4 600 *E. coli* / 100 g de CLI) pour **2 % des analyses suite à des pluies** (9 prélèvements sur 517, dont 4 lors de l'épisode de février 2009) et pour **4 % des analyses par temps sec** (20 prélèvements sur 508). Le seuil pour une zone classée A (230 *E. coli* / 100 g de CLI) est dépassé dans 48 % des cas suite à des pluies et 30 % des fois par temps sec. Les contaminations par temps sec détectées en août 2008 dans le cadre du réseau REMI ont donné lieu à la prise par le Préfet d'une mesure restrictive de gestion de la zone d'élevage.

Dans l'eau prélevée au niveau des tables conchyliques, les niveaux moyens atteints sont plus élevés par temps de pluie que par temps sec (moyenne géométrique : 50 et 20 *E. coli* / 100 mL). **La valeur impérative pour les eaux de baignade** (2 000 *E. coli* / 100 mL) **est dépassée dans 1,4 % des cas suite à des pluies** (7 prélèvements sur 505) **et 0,3 % des cas par temps sec** (1 prélèvement sur 349). La valeur guide (100 *E. coli* / 100 mL) est quant à elle franchie dans respectivement 29 % et 3 % des cas.

La problématique des contaminations microbiologiques dans l'étang de Thau relève donc des apports du bassin versant suite aux pluies, mais également du temps sec ; des niveaux élevés de pollution (dépassements des seuils réglementaires), susceptibles d'impacter les activités conchyliques et de baignade de façon significative, étant observés dans les deux types de conditions. L'analyse des données météorologiques (sémaphore de Sète, 1997 à 2006) montrant que 37 % des périodes de 48 heures sont du temps de pluie (> 0,1 mm), et 63 % du temps sec (Serais *et al.*, 2007), les contaminations par temps sec sont susceptibles de survenir près de 2 fois plus souvent dans l'année que les contaminations par temps de pluie. **Le risque de dépasser les seuils de 4 600 et 230 *E. coli* / 100 g de CLI dans les coquillages est plus élevé par temps sec que par temps de pluie.**

La comparaison des résultats des analyses en *Escherichia coli* effectuées **sur les coquillages prélevés simultanément dans les trois secteurs conchyliques** entre de septembre 2007 et février 2009 dans le cadre des suivis OMEGA et REMI indique que **tous les secteurs sont impactés par des contaminations**. Quelques soient les conditions (temps sec ou pluie), respectivement 36%, 28% et 42% des résultats dépassent le seuil de 230 *E. coli*/100g de CLI dans les secteurs de Bouzigues, Mèze et Marseillan. Suite à des événements pluvieux, les secteurs de Bouzigues et Marseillan sont les plus fréquemment concernés par des contaminations, ils présentent des fréquences de dépassement du seuil de 230 *E.coli*/100g de CLI de 50% et 44%, contre 11% à Mèze. Par temps sec, le secteur de Marseillan est le plus exposé avec 40% de dépassement de ce seuil, contre 17% et 15% pour les secteurs de Bouzigues et Mèze.

Le programme d'actions qui sera défini suite à l'issue du projet OMEGA Thau devra donc s'attacher à limiter le risque de dégradation de la qualité microbiologique par temps de pluie mais également par temps sec, après avoir confirmé l'origine des contaminations.

❖ Différences [*E. coli*] surface / fond

Sur l'ensemble des analyses effectuées **suite à des événements pluvieux** (cumul des 7 jours précédents \geq 10 mm), **les concentrations en *E. coli* mesurées dans l'eau et dans les coquillages dans la couche superficielle sont significativement supérieures à celles mesurées en sub-surface et au fond de la colonne d'eau** (test de Wilcoxon signé : pour l'eau, *p-value* respectivement = 0.04 (N=10) et < 0.0001 (N=203) et pour les coquillages < 0.0001 (N=104)). Ces différences s'expliquent par la stratification de la colonne d'eau suite aux pluies, les apports d'eau douce et contaminée ayant tendance à rester en surface. En revanche, **par temps sec on ne note pas de différence significative entre les concentrations en *E. coli* mesurées en sub-surface et au fond de la colonne d'eau**, pour les analyses effectuées dans l'eau ou dans les coquillages (test de Wilcoxon signé : *p-value* respectivement = 0.45 (N=105) et 0.81 (N=101)).

❖ Inertie du système

La stratégie d'échantillonnage mise en place sur la lagune suite aux événements pluvieux (prélèvements à différentes profondeurs, quadrillage fin de points, fréquence élevée de prélèvement) a permis de mettre en évidence la **faible inertie du système** (déplacement des panaches de dessalure et de pollution, contamination / décontamination de l'eau et des coquillages) aux variations du vent et des niveaux d'eau. En quelques heures (3 à 6 h), un panache dessalé confiné dans la Crique de l'Angle peut par exemple atteindre les parcs conchyliques de Bouzigues lorsque l'intensité du vent faiblit et que le niveau de l'étang baisse.

La direction du vent impacte la dispersion des panaches et son intensité impacte le degré de mélange des masses d'eau sur la verticale. Ainsi, **des vents forts favorisent l'homogénéisation de la masse d'eau alors que des vents faibles ont tendance à stratifier la colonne d'eau.**

La **rapidité des phénomènes de contamination et décontamination de l'eau et des coquillages** a également été mise en évidence. Ainsi, des concentrations élevées ont pu être mesurées dans l'eau et les coquillages dès le premier jour d'apports issus du bassin versant. Un délai de contamination des coquillages a parfois été observé (épisode de janvier 2008), les teneurs maximales en *E. coli* dans les coquillages n'étant retrouvées que le lendemain de l'observation des teneurs maximales dans l'eau. Ces retards peuvent trouver leur explication dans les paramètres hydrologiques auxquels les huîtres sont soumises, notamment des salinités basses ou des teneurs en turbidité et matières en suspension élevées qui peuvent engendrer la fermeture temporaire des coquillages (délai d'adaptation et de remise en équilibre osmotique avec le milieu ou blocage de la filtration).

❖ Facteur d'accumulation eau / coquillages

Sur l'ensemble de la période de suivi, le rapport entre les concentrations en *E. coli* mesurées dans les coquillages et dans l'eau prélevés sur un même point et au même moment (facteur d'accumulation), prend des valeurs entre 0,05 et 733. **La médiane²⁶ de ce rapport est de 11,3 sur l'ensemble de la période, et de 5,7 par temps de pluie** (cumul sur 7 jours > 10 mm) **contre 26 par temps sec**. Ces différences peuvent s'expliquer par des conditions de filtration des huîtres plus favorables par temps sec que par temps de pluie (filtration des coquillages limitée par les baisses de salinité et les fortes turbidités) et/ou peuvent être dues au fait que les concentrations mesurées dans l'eau par temps sec ont été inférieures à celles mesurées par temps de pluie, et supérieures dans les coquillages (moyennes géométriques par temps sec : 27 *E. coli* / 100 mL et 760 *E. coli* / 100 g CLI - 164 données ; par temps de pluie : 65 *E. coli* / 100 mL et 390 *E. coli* / 100 g CLI - 363 données).

²⁶ La gamme de variation du facteur d'enrichissement étant très grande, la médiane est un meilleur indicateur que la moyenne.

On observe que le facteur d'accumulation décroît significativement avec la concentration en *E. coli* dans l'eau, phénomène essentiellement observé avec les données acquises par temps de pluie (Figure 46 : *coefficient de corrélation linéaire faible pour les données de temps sec et plus important pour les données de temps de pluie*). On note également que, par temps sec comme par temps de pluie, **le facteur d'accumulation est plus important au printemps** (mars à mai) que pendant les autres saisons (Tableau 27), les concentrations mesurées dans les coquillages étant plus élevées (moyenne géométrique de 1 300 *E. coli* / 100 g de CLI contre 760 de juin à août, 460 de décembre à février et 320 de septembre à novembre), pour des niveaux dans l'eau du même ordre (28 à 60 *E. coli* / 100 mL).

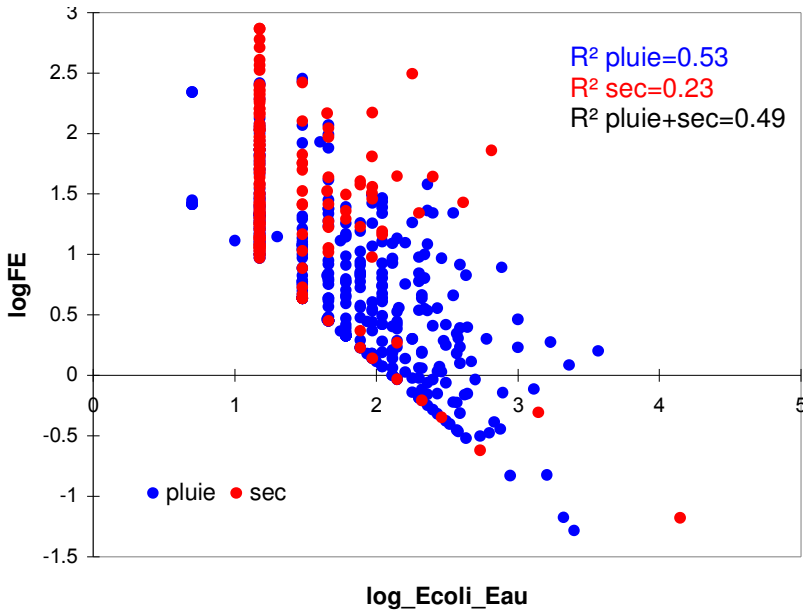


Figure 46. Evolution du facteur d'accumulation (logFE) en fonction de la concentration en *E. coli* dans l'eau (log_Ecoli_Eau) (variables transformées en log10). Les coefficients de corrélations linéaires sont indiqués pour les données de temps de pluie, de temps sec et pour toutes les données cumulées.

Tableau 27. Médiane, moyenne et écart-type du facteur d'enrichissement en fonction des saisons et des conditions météorologiques (temps sec / pluie).

| | | TOTAL | PRINTEMPS | ETE | AUTOMNE | HIVER |
|----------------|--------------------------|-------|-----------|------|---------|-------|
| Temps sec | médiane ²⁷ | 26 | 51.3 | 21.3 | 12.7 | 27.3 |
| | moyenne | 71.6 | 105.6 | 72.9 | 31.6 | 55.3 |
| | coefficient de variation | 2.1 | 1.3 | 1.9 | 1.7 | 1.3 |
| Temps de pluie | médiane | 5.7 | 67 | 17.7 | 4.3 | 6 |
| | moyenne | 18.5 | 79 | 68.4 | 17.2 | 14.2 |
| | coefficient de variation | 1.6 | 1.4 | 1.4 | 2.4 | 1.7 |

²⁷ La gamme de variation du facteur d'enrichissement étant très grande, la médiane est un meilleur indicateur que la moyenne.

4.2 PRINCIPALES SOURCES DE PRODUCTION D’*E. COLI* IDENTIFIEES

Cette partie a pour vocation de rappeler et synthétiser les principales sources de production d’*E.coli* identifiées sur le bassin versant de l’étang de Thau durant l’étape 2. La mise en évidence de ces sources de pollution permet une première orientation vers des actions prioritaires à mener sur le bassin versant pour réduire les apports microbiologiques à la lagune. Cette liste d’actions non hiérarchisées sera réactualisée et affinée à l’issue des étapes 3 et 4 du programme OMEGA Thau, à partir des résultats de la modélisation de l’hydrosystème du bassin de Thau, et de la mise en œuvre de l’outil de management environnemental.

4.2.1 En temps sec

Les campagnes de suivi réalisées pendant cette étape ont également permis de confirmer l’hypothèse, formulée lors de l’étape 1 du projet, d’une **influence significative des pollutions d’origine aviaire** sur les contaminations de la lagune observées en temps sec. Néanmoins, le travail sur l’identification des marqueurs spécifiques de pollution aviaire devra encore se poursuivre pour valider définitivement cette hypothèse, évaluer plus précisément l’exposition et proposer des **mesures de gestion adaptées**.

Sur le bassin versant, les **stations d’épuration** contribuent, en temps sec, de manière prépondérante au **bruit de fond de contamination des cours d’eau** récepteurs. Mais les **apports** mesurés sont restés très faibles (hors dysfonctionnements) par rapport aux apports de temps de pluie des bassins versants les plus productifs d’*E. coli*.

4.2.2 En temps de pluie

Les 18 mois de campagne de mesures ont permis d’observer une grande diversité de pluies, très contrastées en termes de cumuls (mais dans une gamme relativement faible), d’intensité, de durée, ou de spatialisation.

Le suivi des apports terrestres à la lagune de Thau a ainsi permis d’identifier des bassins versants particulièrement contributeurs, et inversement. Cependant, les bassins versants suivis, de nature, et à l’occupation du sol variables en espace, et dont l’état de saturation a varié au long de ces 18 mois, ont répondu aux sollicitations de la pluie de manière également très variable d’un point du territoire de Thau à un autre. Cet état de fait rend difficile une analyse comparative des différentes zones du bassin versant.

Néanmoins, dans l’optique de comparer ces apports sur une base commune minimum, nous avons isolé les apports maximum mesurés à l’exutoire de chaque bassin versant sur une même base temporelle de 24h. Ces apports, dénommés par la suite **Flux Maximaux Journaliers (FMJ)**, sont reportés sur la figure suivante. Le découpage des bassins versants retenus pour cette analyse correspond au découpage retenu pour l’évaluation des Flux Maximum Admissible (FMA), qui fait l’objet de l’étape 4 du programme OMEGA Thau.

Pour chaque bassin versant considéré figure un histogramme contenant 5 barres, représentant le FMJ mesuré à l’exutoire durant chacune des 5 campagnes BV-Lagune, sur une échelle logarithmique (une unité log en ordonnée correspond à un facteur multiplicatif de 10 pour les apports). Une couleur grise symbolise une absence de suivi.

Cette carte présente également la localisation des postes de relevage (PR) pour lesquels a été enregistrée au moins une alarme de niveau haut durant la campagne de suivi.

En temps de pluie, chaque bassin versant va contribuer plus ou moins selon sa sollicitation aux lames d’eau reçues, néanmoins l’analyse de cette carte met en évidence les **tendances de fonctionnement** suivantes **relatives aux secteurs suivis** :

- Pour des **pluies faibles**, de période de retour inférieure à 1 an :

- ◆ les réseaux d'assainissement²⁸ des centres urbains de Marseillan et Mèze (de l'Aygués-Vacques au Sesquier-Escouladou) contribuent déjà fortement ;
- Pour des **pluies plus importantes**, de période de retour d'un an ou plus :
 - ◆ les bassins versants plus importants en terme de superficie contribuent également fortement, et de manière à peu près équivalente entre eux. Il s'agit du Pallas, de l'ensemble du secteur de la Crique de l'Angle, et de la zone du Canal du Rhône à Sète (pour lequel ces résultats devront être confirmés par des investigations complémentaires) ;
 - ◆ des secteurs urbanisés susceptibles de présenter des interférences entre les réseaux d'assainissement d'eaux usées et pluviales par forte pluie peuvent contribuer également fortement et localement. Il s'agit du PR Nouveau Serpentin à Balaruc-les-Bains, de Montbazin et de Loupian.

Pour chacun des secteurs mentionnés, les **principales sources** de production d'*E. coli* identifiées sont a priori (sans ordre de priorité) le lessivage urbain/rural, de probables interférences entre les réseaux d'assainissement d'eaux usées et pluviales, et les effluents de stations d'épuration.

Des **actions prioritaires** devront donc être a priori envisagées sur les systèmes d'assainissement au sens large de ces secteurs. En l'état actuel, on peut retenir les orientations suivantes :

- fiabiliser / sécuriser les ouvrages de collecte et transfert des eaux usées les plus critiques (plus de la moitié des PR du territoire ont été au moins une fois en surcharge hydraulique durant les campagnes de mesures) ;
- réhabiliter / restructurer les réseaux montrant des insuffisances structurelles significatives (particulièrement sur les chaînes de transfert de Marseillan, Mèze-Loupian, Balaruc-Frontignan-Sète, Montbazin, Pinet-Pomérols, et Poussan-Bouzigues) ;
- curer les bassins de lagunage / agrandir les stations d'épuration les plus critiques ;
- entretenir / curer les réseaux d'eaux pluviales (particulièrement sur les centres urbains en bordure d'étang comme Marseillan et Mèze) ;
- identifier et remettre en conformité les branchements illicites EU vers EP et EP vers EU (investigations à mener en priorité à Marseillan, Mèze, Villeveyrac, Montbazin, Frontignan, Balaruc-les-Bains, Balaruc-le-Vieux, et Loupian) ;
- mettre en œuvre des bassins d'orage ou des zones d'expansion pour contenir les premiers flots les plus pollués sur les secteurs les plus sensibles vis-à-vis du risque de contamination des parcs.

Certains **secteurs** n'ont **pas** été **investigués** durant cette étape. Il s'agit de l'ensemble des bassins versants sur lesquels sont situées les communes de Balaruc-les-Bains, Frontignan et Sète. Des mesures complémentaires permettraient de compléter le jeu de données acquises et ainsi d'avoir une vision générale de la problématique d'apports microbiologiques à la lagune. La modélisation mise en œuvre dans la cadre de l'étape 3 du programme OMEGA Thau permettra quant à elle d'estimer les apports théoriques de ces bassins versants.

Enfin, sauf apports ponctuels non mesurés liés par exemple à des débordements de réseaux d'eaux usées, **certaines secteurs ont peu contribué** aux apports mesurés durant ce suivi (relativement aux secteurs les plus productifs). Il s'agit :

- des bassins versants des Fontanilles, du Soupié, du Nègues-Vacques, du Mayroual, du Joncas et du Canal du Midi (y compris étang du Bagnas) ;
- des centres urbains de Pomérols, de Pinet, Bouzigues, Poussan, Cournonsec, Gigan.

²⁸ Eaux usées et eaux pluviales

Figure 47 : Flux Maximaux Journaliers (FMJ) en *E. coli* mesurés aux principaux exutoires du bassin de Thau.

4.3 PRINCIPAUX APPORTS EN SELS NUTRITIFS MESURES

La figure suivante présente la synthèse des apports en NTK et Pt mesurés aux points de suivi continu et mobile du bassin versant (Figure 48).

4.3.1 Variabilité spatiale et contextuelle des apports en nutriments mesurés

L'analyse de cette carte montre des **disparités de flux importantes d'une campagne à l'autre** (parfois d'un facteur 100), essentiellement liées à la variabilité des pluies rencontrées, et à l'occupation du sol des secteurs suivis.

Elle met de plus en évidence la **nette prédominance des apports du secteur Nord-Est** du territoire, plus particulièrement des bassins versants de la Vène, de l'étang des Moulières et du Pallas.

En effet, sur la base des 3 campagnes d'octobre 2007, janvier 2008 et novembre 2008 pour lesquelles l'ensemble des points de suivi continu a été échantillonné, les résultats montrent qu'environ **80 % des apports en sels nutritifs est apporté par ces 3 bassins versants**, avec la répartition suivante :

- Bassin versant de l'étang des Moulières : 35% et 40% des apports totaux, respectivement en NTK et Pt, mesurés durant ces 3 campagnes de suivis ;
- Bassin versant de la Vène : 35% et 19% des apports totaux, respectivement en NTK et Pt, mesurés durant ces 3 campagnes de suivis ;
- Bassin versant du Pallas : 15% et 19% des apports totaux, respectivement en NTK et Pt, mesurés durant ces 3 campagnes de suivis.

D'autre part, les apports mesurés en sortie du **lagunage de Mèze-Loupian** (non reportés sur la figure) représentent 8% et 16% des apports totaux, respectivement en NTK et Pt, mesurés durant ces 3 campagnes de suivis.

Ce résultat montre qu'environ **2/3 des apports** mesurés en NTK et Pt, ont eu pour **exutoire la Crique de l'Angle** durant les 3 campagnes de mesures d'octobre 2007, janvier 2008 et novembre 2008, **le reste des apports** en nutriments à la lagune s'étant réparti, pour l'essentiel, **de part et d'autre du centre ville de Mèze** (zone de la Conque à l'Ouest, et exutoire du Pallas à l'Est).

4.3.2 Caractérisation des sources d'apports en nutriments

Durant les 3 campagnes de mesures d'octobre 2007, janvier 2008 et novembre 2008, les apports en nutriments mesurés en **sortie des stations d'épuration** du territoire ont représenté en moyenne **environ le tiers des apports en Ntk**, et environ la **moitié des apports en Pt** mesurés aux exutoires à la lagune.

Cependant, il est important de rappeler que les **3 bassins versants** cités précédemment, outre le fait qu'ils accueillent plus de la moitié des stations d'épuration du territoire, représentent aussi à eux seuls plus de **40 % de la superficie** du bassin versant de l'étang de Thau, le **lessivage urbain et rural** contribuant probablement de manière importante aux apports mesurés.

Il est difficile, à ce stade, de préciser davantage les origines des apports en nutriments des bassins versants (lessivage agricole, ruissellement urbain, débordement du réseau d'assainissement, etc.), les mesures ayant été uniquement réalisées en sortie de stations d'épuration et aux exutoires des bassins versant.

Néanmoins, nous avons estimé la **part du ruissellement urbain** pour chaque campagne de mesure et chaque exutoire, à l'aide de ratios de pollution calculés à partir des résultats de mesures acquis en sortie du **bassin versant urbain pilote du centre ville de Loupian**²⁹ (à défaut de données pour la dernière campagne de février 2009, nous avons calculé un ratio moyen sur les campagnes de janvier et novembre 2008).

Les graphiques qui suivent (Figure 49) présentent le résultat de cette analyse, qui permet de **distinguer les contributions des apports en nutriments** (Ntk à gauche, Pt à droite) **provenant des stations d'épuration, du lessivage urbain, et de sources non déterminées** (il peut s'agir notamment de lessivage de produits d'épandage agricole, de débordements de réseaux et ouvrages de relevage des réseaux d'assainissement, de stocks rivière, etc.). Nous insistons sur le fait qu'il ne s'agit ici que d'une estimation de la contribution respective de ces 3 sources de production (STEP, lessivage urbain, et Non Déterminé) à partir des résultats de la campagne de mesures, et en aucun cas le résultat d'une modélisation de ces apports tenant compte de stocks rivières remobilisés, de la durée de temps sec précédent la campagne de mesures, etc.

Néanmoins, ces graphiques (Figure 49) mettent en évidence les éléments suivants :

- Excepté à l'exutoire de l'étang des Moulières, la contribution des STEP aux apports en nutriments des bassins versants diminue avec la lame d'eau précipitée (celle du lessivage urbain et de sources non déterminée augmente). Remarque : à l'exutoire du Soupié, la contribution de la STEP de Pinet-Pomérols, prépondérante lors de la campagne de Novembre 2008, n'est pas connue lors des campagnes précédentes ;
- La problématique des apports de nutriments semble essentiellement liée au lessivage urbain sur les bassins versants de l'Agau, du Sesquier, du Joncas, de l'Aygues-Vacques et des Fontanilles. Cependant, ces apports, ajoutés à ceux du centre ville de Loupian, représentent moins de 5% des apports totaux mesurés durant les campagnes d'octobre 2007, janvier 2008 et novembre 2008 ;

Au niveau des **bassins versants les plus contributeurs** (Etang des Moulières, Vène et Pallas), ces graphiques (Figure 49) mettent en évidence :

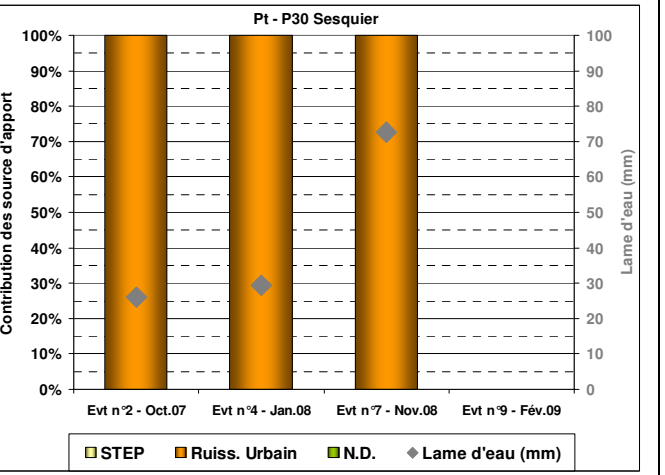
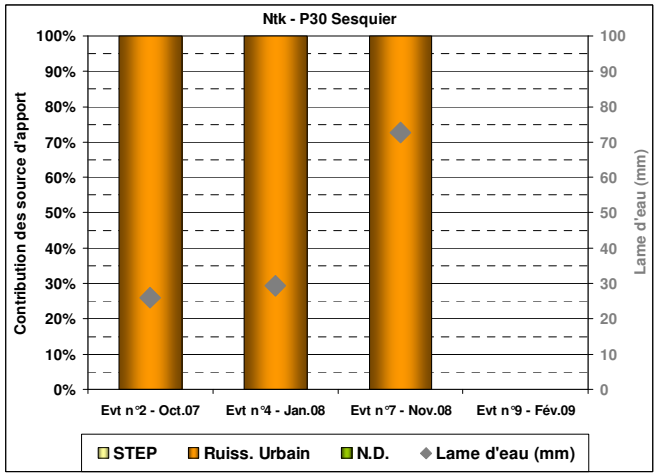
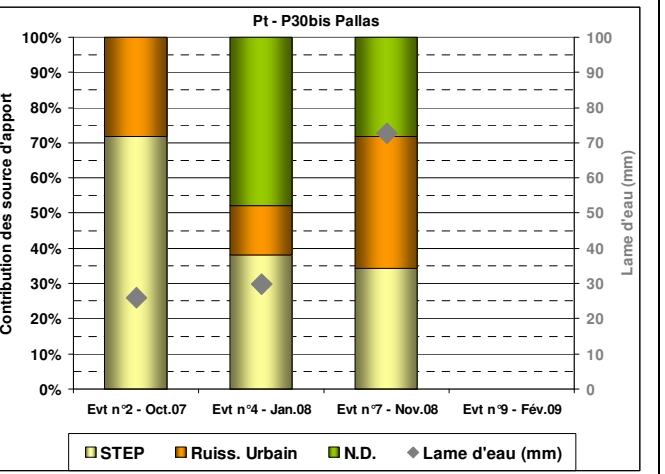
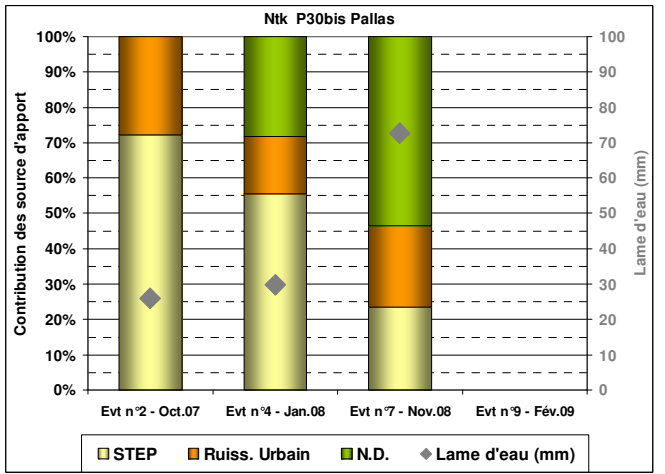
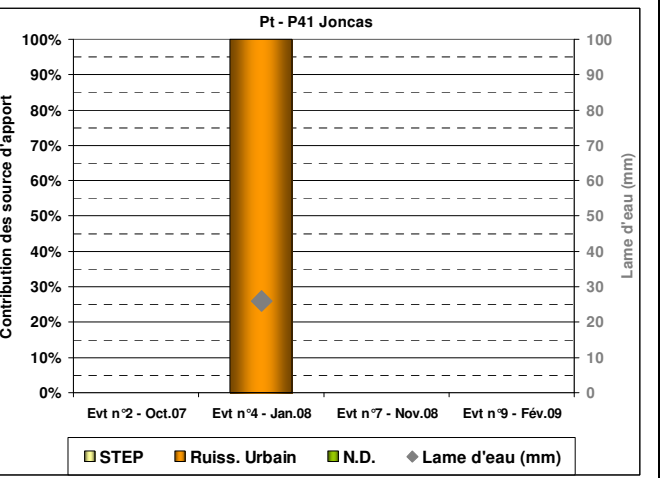
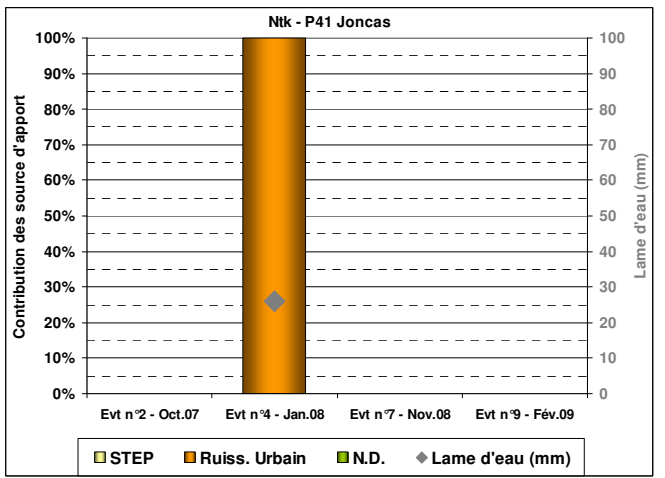
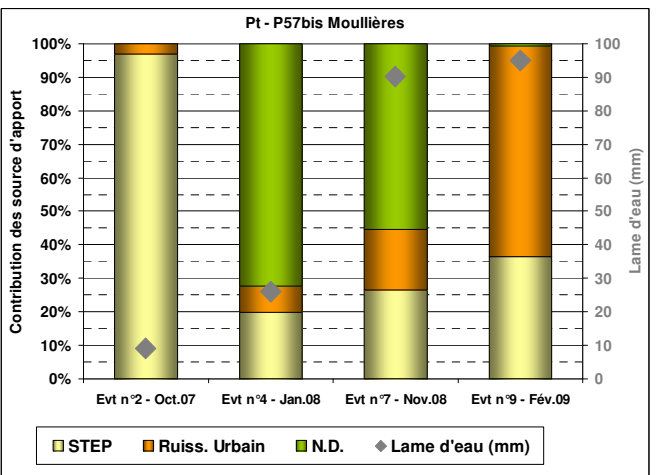
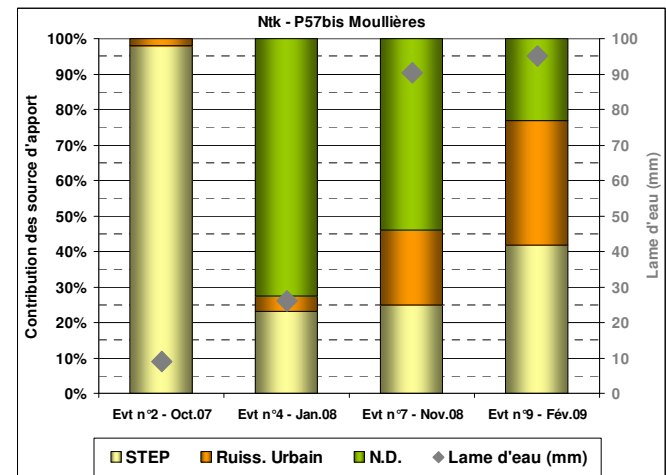
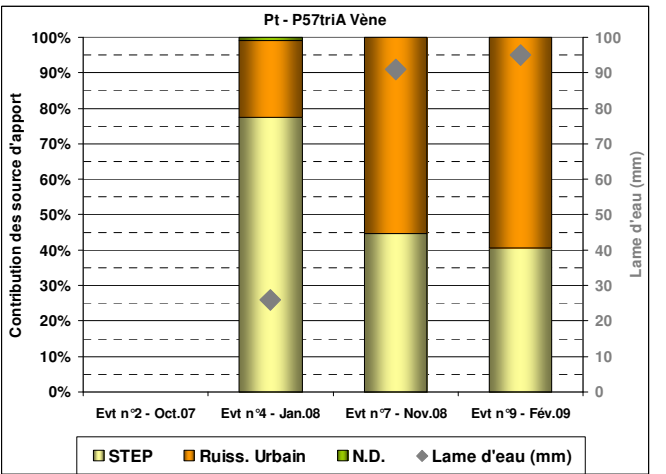
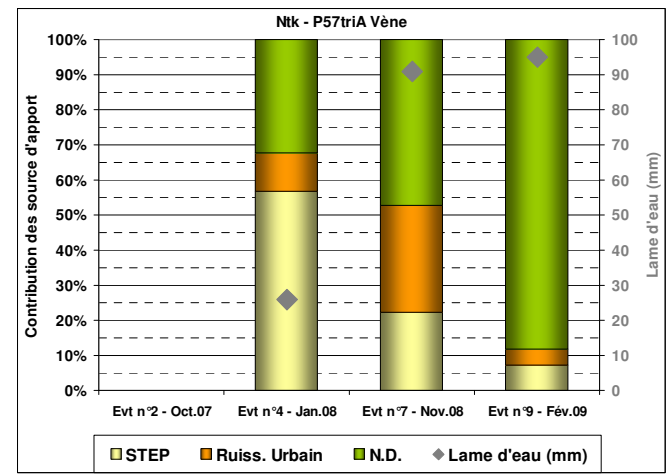
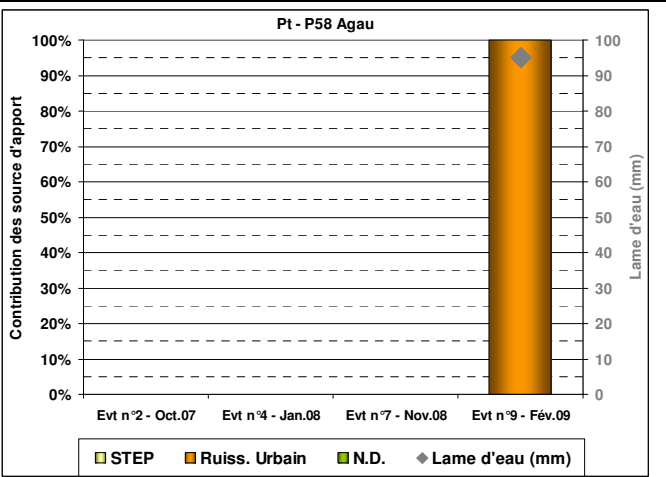
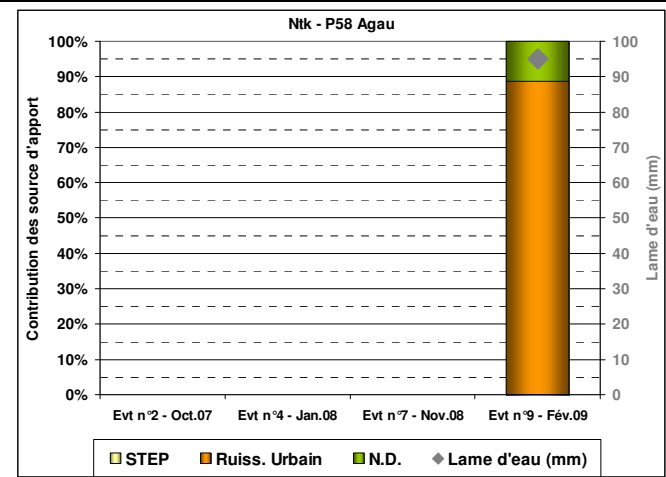
- une part significative des stations d'épurations aux apports en nutriments mesurés, plus ou moins équivalente à celle du ruissellement urbain et de sources non déterminées ;
- une contribution croissante avec la lame d'eau écoulée du lessivage urbain et du lagunage de Poussan-Bouzigues aux apports en nutriments mesurés en sortie de l'étang des Moulières.
- une augmentation progressive, avec la lame d'eau écoulée, de la part des sources non déterminées dans les apports en matières azotées aux exutoires de la Vène et du Pallas ;
- des apports en Pt mesurés à l'exutoire de la Vène ayant pour origines, à part à peu près égales, le lessivage urbain et les STEP du bassin versant (Montbazin et Gigean) ;

Ces données viendront alimenter les études de bilan de matières azotées et phosphorées menées sur l'étang de Thau par l'Ifremer, les universités, et les autres structures et collectivités concernées (Agence de l'eau, Cépralmar, Département de l'Hérault, etc.), et permettront, le cas échéant de réorienter les programmes de travaux visant à réduire le risque d'eutrophisation de la lagune de Thau.

²⁹ Nous avons émis l'hypothèse d'un apport en nutriments d'origine essentiellement liée au ruissellement urbain en sortie du centre ville de Loupian

Figure 48 : Synthèse des apports en nutriments mesurés aux exutoires des bassins versants suivis.

4. Synthèse



4. Synthèse

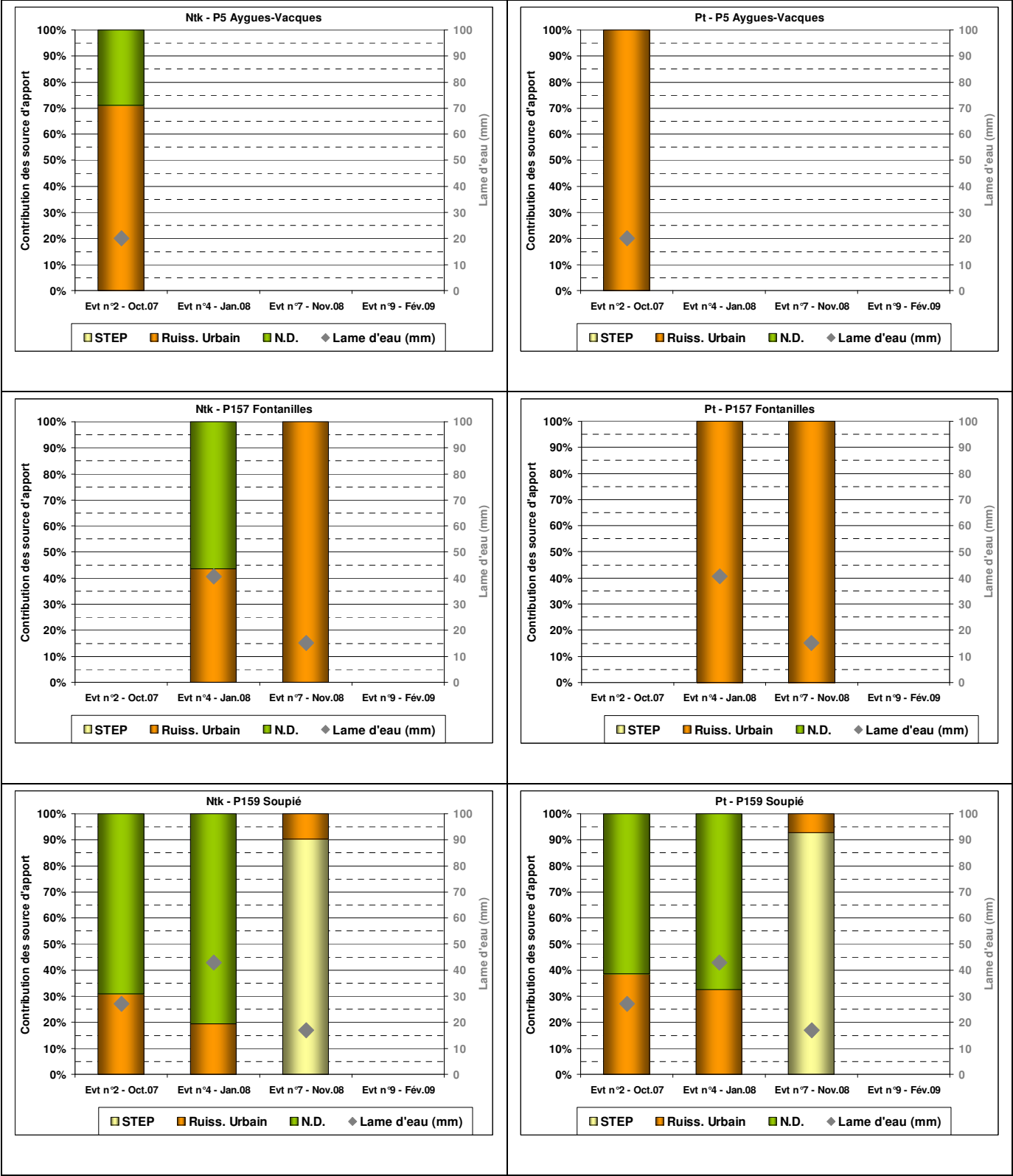


Figure 49 : Caractérisation des sources d'apports en nutriments des bassins versants suivis

5. CONCLUSIONS / PERSPECTIVES

Cette campagne de mesures a permis d'acquérir un jeu de données très important, aussi bien sur le bassin versant que dans la lagune, permettant de modéliser et mieux comprendre le fonctionnement de l'hydrosystème du bassin de Thau.

La base de données acquise au cours de l'étape 2 permet le développement, la validation et la calibration des modèles « bassin-versant » et « lagune » au cours de l'étape 3 du programme OMEGA Thau. De plus, les **modélisations** qui seront mises en œuvre dans le cadre de l'étape 4 **permettront de comparer** :

- les **contributions des différents bassins versants**, sur des bases pluviométriques identiques (cumul, intensité, durée identiques) ;
- l'**impact de ces apports** simulés sur la contamination de l'eau **dans la lagune**, sur des bases météorologiques identiques (direction, intensité, durée du vent, pression, variations du niveau d'eau identiques).

Cette étape 2 a également apporté des **nouveaux éléments de connaissance** tels que :

- données pluviométriques en 5 nouveaux points du bassin (lagunages de Mèze, Poussan et Onglous, Pomérols et Mas de Plagnol), corrélées à un suivi radar de la pluie ;
- débits en continu sur les 6 principaux cours d'eau de l'étang (Vène, Moullières, Pallas, Sesquier, Soupié et Fontanilles), en sortie d'un bassin urbain pluvial strict (Loupian), ainsi que sur 3 points mobiles (Aygues-Vacques, Joncas et Agau) ;
- suivi relativement exhaustif des apports polluants à la lagune depuis les secteurs Sud-Ouest à Nord-Est du bassin de Thau ;
- instrumentation fixe d'un bassin versant urbain pluvial séparatif (bassin pilote de Loupian) ayant permis d'acquérir des données de calage pour le modèle de lessivage urbain qui sera mis en œuvre dans le cadre de l'étape 3 ;
- caractérisation du fonctionnement des stations d'épuration en temps de pluie,
- dénombrements des regroupements d'oiseaux sur les tables conchyliques, et étude de l'impact de leur présence sur la contamination des coquillages,
- suivis spatialisés haute fréquence de la salinité et température dans la lagune,
- suivis à un pas de temps fin (6H à 24H) des évolutions des niveaux d'*Escherichia coli* dans l'eau et les coquillages de l'eau suite à des épisodes pluvieux de forte intensité,
- suivi de la présence des Norovirus dans des exutoires du bassin versant et dans la lagune.

Des **mesures complémentaires** aux exutoires des bassins versants des communes de Balaruc-les-Bains, Frontignan et Sète permettraient cependant de compléter le jeu de données acquises et ainsi d'avoir une vision générale de la problématique d'apports microbiologiques à la lagune de Thau.

Par ailleurs, le travail sur l'identification des marqueurs spécifiques de pollution aviaire devra être poursuivi pour valider définitivement l'hypothèse d'une contamination principalement aviaire par temps sec, évaluer plus précisément l'exposition des secteurs conchyliques aux oiseaux et proposer des **mesures de gestion adaptée**.

Le prolongement des campagnes de mesures a engendré le report des actions prévues par la convention OMEGA dans le cadre de l'étape 5. Ces actions, visant à identifier et valider des indicateurs fiables, facilement mesurables en temps réel, de contamination ou de risque de contamination microbiologique des eaux et des coquillages, sont à effectuer, dans une prochaine étape, préalablement à la mise au point d'un système d'avertissement précoce des contaminations microbiologiques.

Une analyse statistique de l'ensemble des données de suivi des indicateurs effectués au cours de l'étape 2, complétés des séries de données acquises antérieurement (REMI, études ponctuelles) sera mise en œuvre afin d'étudier et de dégager des relations entre certains des indicateurs potentiels identifiés et la contamination fécale des eaux et des coquillages de la lagune.

Dans la lagune, les relations entre les paramètres hydrologiques et microbiologiques suivants seront étudiées : *E. coli* dans l'eau et les coquillages, salinité, température et turbidité. Les indicateurs à étudier au niveau du bassin versant seront *a minima* la pluviométrie, les débits et flux microbiologiques aux exutoires des cours d'eaux, des stations d'épuration, des points de rejets des réseaux d'eaux usées (en cas d'incident) et d'eaux pluviales. En fonction des conditions météorologiques et des types de pollution (pollution induite par un événement pluvieux, faisant suite à un dysfonctionnement du réseau d'eaux usées...) différentes relations seront analysées (concentration en *E. coli* dans la lagune / variation de salinité, *E. coli* / cumul pluviométrique, *E. coli* / débit,...), afin de mettre en évidence les paramètres les plus pertinents et de définir si possible des seuils critiques (ex : seuil de pluie, de dessalure,...).

Dans la perspective d'un système d'avertissement des pollutions microbiologiques, l'enjeu sanitaire devra être pris en compte. En effet, les coquillages de l'étang de Thau ont été à plusieurs reprises mis en cause dans des épisodes de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC), le dernier épisode ayant été enregistré suite aux fortes pluies du mois de février 2009, en période d'épidémie de gastro-entérites dans la région Languedoc-Roussillon (INSERM, UPMC, 2009). La possibilité de réalisation d'un suivi épidémiologique des gastro-entérites dans la population du bassin versant sera étudiée, en relation avec les services de la Cellule Interrégionale d'Epidémiologie (CIRE), de la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS). Ce type de suivi permettrait d'évaluer le taux d'incidence des gastro-entérites dans la population et d'évaluer le risque de transfert de virus pathogènes vers les eaux et les coquillages de l'étang.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Afnor (1999). Norme NF EN ISO 9308-3. Mars 1999. Qualité de l'eau. Recherche et dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries coliformes dans les eaux de surface et résiduaires. Partie 3 : méthode miniaturisée (NPP) pour ensemencement en milieu liquide. 21 p.

Afssa, Février 2007. Bilan des connaissances relatives aux virus transmissibles à l'homme par voie orale. 445 p. . 17p.

Afnor (2002). Norme NFX08-106. Janvier 2002. Dénombrement des *Escherichia coli* dans les coquillages marins vivants. Technique indirecte par impédancemétrie directe.

Beekwilder J., Nieuwenhuizen R., Havelaar AH. and J. van Duin (1996). An oligonucleotide hybridization assay for the identification and enumeration of F-specific RNA phages in surface water. *Journal of Applied Bacteriology*, 80, 179-186.

Cicchelero V., Serais O., Le Saux J.C. Toxi-infections collectives alimentaires liées à la consommation d'huîtres de la lagune de Thau contaminées par des virus entériques, France, février 2006.

DDASS 34, 1998. Rapport de l'enquête G.E.A de Noël 1997 menée par la DDASS.

Derolez V., Serais O., Lagarde F., Fiandrino A., Messiaen G., 2007a. Protocole de suivi de l'étape 2 : campagnes de mesures au niveau lagunaire. OMEGA THAU. Phase 1 - Etape 1. RST/LER/LR/07-07. Octobre 2007, 42 p.

Derolez V., Lequette C., Serais O., Fiandrino A., Lagarde F., Geoffroy T., Roumeau S., 2007b. Suivi de l'impact des pluies du 17/09/07 sur l'étang de Thau. OMEGA THAU. Phase 1 - Etape 2. RST/LER/LR/07-16, 19 p.

Derolez V., Serais O., Fiandrino A., Geoffroy T., Lagarde F., Messiaen G., 2007c. Résultats du suivi du secteur 3 sur la lagune. Pluies du 05/10/07. OMEGA THAU. Phase 1 - Etape 2. RST/LER/LR/07-15, 37 p.

Derolez V., Geoffroy T., Serais O., Fiandrino A., Messiaen G., 2008a. Résultats du suivi du secteur 2 (pluies du 02 au 04/01/08). OMEGA THAU. Phase 1 - Etape 2. RST/LER/LR/08-01. Février 2008, 51 p.

Derolez V., Geoffroy T., Serais O., Fiandrino A., Messiaen G., 2008b. Impact hydrologique des pluies orageuses du 12 août 2008 sur la lagune de Thau. OMEGA THAU. Phase 1 - Etape 2. RST/LER/LR/08-15. Décembre 2008, 15 p.

Derolez V., Geoffroy T., Serais O., Fiandrino A., Messiaen G., 2008c. Résultats du suivi du secteur 1 (pluies du 08/10/08). OMEGA THAU. Phase 1 - Etape 2. RST/LER/LR/08-13. Octobre 2008, 25 p.

Derolez V., Serais O., Geoffroy T., Fiandrino A., Cesmat L., 2009. Résultats du suivi de l'événement pluvieux du 1^{er} au 5/11/08 sur la lagune. OMEGA THAU. Phase 1 - Etape 2. RST/LER/LR/09-002. Février 2009, 81 p.

Derolez V., Serais O., Cesmat L., Fiandrino A., Lequette C., Couton P., 2009. A management tool to achieve microbial shellfish and water sanitary standards on Thau lagoon. Présentation. 7th International Conference on Molluscan Shellfish Safety (ICMSS). Nantes, 14-19 Juin 2009.

Lemarchand O., Jeannée N., 2009. Suivi de la qualité microbiologique de l'étang de Thau. Solutions géostatistiques d'analyse et de cartographie des processus. Géovariances. Réf. E/0906/P6231/1-1. 73 p.

Miossec L., Le Guyader F., Haugarreau L., Pommepey M. Importance de la pluviométrie sur la contamination virale du milieu littoral lors de phénomènes épidémiques dans la population. Rev. Epidem. Et Santé Publ. 2000, 2S62-2S71.

Schaper M. and J. Jofre (2000). Comparison of methods for detecting genotypes of F-specific RNA bacteriophages and fingerprinting the origin of faecal pollution in water samples. *Journal of Virological Methods*, 89, 1-10.

Serais O., Derolez V., Fiandrino A., 2007. Synthèse des résultats REMI Etang de Thau - Période 1997-2006. OMEGA THAU. Phase 1 - Etape 1. RST/LER/LR/07-04. Juillet 2007, 50 p.

Serais O., Derolez V., Caprais M.-P. *et al.*, 2008. Etude des contaminations microbiologiques par temps sec de l'étang de Thau. OMEGA THAU. Phase 1 - Etape 2. RST/LER/LR – RST/LER/LR/08-06, 113 p.

Serais O., Derolez V., Messiaen G., Geoffroy T., Fiandrino A., Cesmat L., 2009. Résultats du suivi de l'événement pluvieux du 30 janvier au 4 février 2009 sur la lagune. OMEGA THAU. Phase 1 - Etape 2. RST/LER/LR/09-008. Mai 2009, 35 p. + 3 annexes.

Serais O., Amouroux I., Noyer N. and Derolez V., 2009. Impact of meteorological conditions on the Thau lagoon's shellfish farming area. Poster. 7th International Conference on Molluscan Shellfish Safety (ICMSS). Nantes, 14-19 Juin 2009.

Serais O., Derolez V., Caprais M.-P., Le Saux J.-C., Geoffroy T., Messiaen G., Quenot E., Granger A., 2009. Investigating an avian source of shellfish faecal contaminations in the Thau lagoon. Poster. 7th International Conference on Molluscan Shellfish Safety (ICMSS). Nantes, 14-19 Juin 2009.

Serais O., 2009. Evaluation de la qualité des zones de production de coquillages. Départements : Hérault et Gard. Edition 2009. Rapport Ifremer RST/LER/LR/09.004. 59p.