

Direction des Opérations
Laboratoire Environnement & Ressources Morbihan-Pays de Loire
La Trinité sur mer

TREGUIER Cathy,
STANISIERE Jean-Yves,
ALLENOU Jean-Pierre,
MANACH Soazig.

Décembre 2010 – RST/LER/MPL/10.21

Recherche de l'origine des sources de contamination microbiologique en rivière de Pénerf

Etat des lieux et proposition de suivi complémentaire



Zone ostréicole de Port Groix, commune de Surzur

Fiche documentaire

<p>Numéro d'identification du rapport : RST/LER/MPL/10.21</p> <p>Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/></p> <p>Validé par : Anne Pellouin-Grouhel</p>	<p>date de publication : Décembre 2010</p> <p>nombre de pages : 54</p> <p>bibliographie (Oui / Non)</p> <p>illustration(s) : 28 figures, 7 tableaux</p> <p>langue du rapport : Française</p>
<p>Titre et sous-titre du rapport :</p> <p>Recherche de l'origine des sources de contamination microbiologique en rivière de Pénerf. Etat des lieux et proposition de suivi complémentaire.</p>	
<p>Auteur(s) principal(aux) :</p> <p style="text-align: center;">TREGUIER Cathy</p>	<p>Organisme / Direction / Service, laboratoire</p> <p style="text-align: center;">Ifremer/LER/MPL/la Trinité/mer.</p>
<p>Collaborateur(s) :</p> <p>STANISIERE Jean-Yves ALLENOU Jean-Pierre MANACH Soazig</p>	<p>Organisme / Direction / Service, laboratoire</p> <p>Ifremer/LER/MPL/la Trinité/mer.</p>
<p>Cadre de la recherche :</p> <p>Programme : REMI</p> <p>Projet : Etudes microbiologiques locales Autres (préciser) :</p>	

Résumé :

La qualité microbiologique des zones de production conchylicole de la rivière de Pénerf (Morbihan) se dégrade depuis 2005, avec l'apparition d'alertes régulières, déclenchées dans le cadre du réseau de suivi microbiologique des zones de production de coquillages (REMI) de l'Ifremer.

Les sources potentielles de contamination présentes au niveau du bassin versant sont nombreuses avec la présence de 5 stations d'épuration y rejetant leurs effluents, de nombreux secteurs en assainissement individuel, des réseaux d'eaux pluviales potentiellement contaminés, deux entreprises agroalimentaires et 107 exploitations agricoles.

En vue de préciser l'origine des contaminations dans ce secteur, les résultats acquis dans le cadre de trois réseaux de suivi (suivi des eaux douces par le SIAGM, réseau Estuaires de la DDTM, réseau REMI de l'Ifremer) ont été analysés. Le paramètre étudié est le nombre d'*Escherichia coli* (germe témoin de contamination fécale) dans les eaux ou les coquillages.

Les résultats obtenus sur les coquillages du réseau REMI montrent une forte saisonnalité des résultats pour les points situés en amont de l'estuaire, avec des contaminations essentiellement en fin d'été et en automne. L'influence de la pluie sur la variabilité des résultats a été mise en évidence, mais ce facteur n'est pas prépondérant. Les deux points de prélèvement Pentes et Port Groix présentent des profils de contamination différents.

Au niveau des cours d'eau douce, la saisonnalité est également très marquée avec des concentrations en *E. coli* plus élevées aux mois de mai à juillet. Cette saisonnalité n'apparaît plus dans les eaux estuariennes en raison probablement de la dilution. La pluie est à l'origine de la variabilité des concentrations dans les eaux, mais son effet est moins marqué en eau estuarienne qu'en eau douce. La différence de saisonnalité dans les contaminations des eaux et des coquillages pourrait être due à plusieurs facteurs tels que la dilution, la différence de survie des microorganismes en fonction des UV, ou la présence de sources de contamination locales à proximité des coquillages.

Cependant, l'absence de mesure de débit sur les cours d'eau ne permet pas de calculer les flux, nécessaires au calcul des apports des différents cours d'eau.

Afin d'améliorer les connaissances sur les apports des différents sous-bassins versants, un suivi renforcé sera mis en place durant une année. La fréquence de prélèvements deviendra bimensuelle, six points de prélèvement d'eau et trois points de prélèvement de coquillages seront ajoutés. Les débits des principaux cours d'eau seront mesurés. Une sonde de mesure automatique de température et de salinité sera placée au niveau des deux points REMI situés en amont.

Les résultats obtenus devraient permettre de mieux préciser les apports des différents étiers et d'orienter les enquêtes de terrain sur l'origine des contaminations.

Mots-clés :

Contamination fécale, *Escherichia coli*, bassin versant, Pénerf, sources de contamination, qualité des zones de production conchylicoles.

Commentaire :

SOMMAIRE

1	CONTEXTE DE L'ETUDE.....	5
2	CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT	6
2.1	<i>Situation géographique.....</i>	6
2.2	<i>Hydrologie et occupation des sols.....</i>	7
2.3	<i>Géologie.....</i>	9
2.4	<i>Communes et population</i>	10
2.5	<i>Pluviométrie.....</i>	14
2.6	<i>Débit des cours d'eau.....</i>	15
3	IDENTIFICATION DES SOURCES POTENTIELLES DE CONTAMINATION	15
3.1	<i>Généralités sur la contamination bactériologique des coquillages.....</i>	15
3.2	<i>Assainissement.....</i>	17
3.2.1	<i>Assainissement collectif.....</i>	17
3.2.2	<i>Assainissement individuel.....</i>	19
3.3	<i>Eaux pluviales.....</i>	19
3.4	<i>Agriculture.....</i>	19
3.5	<i>Activités industrielles.....</i>	20
3.6	<i>Autres.....</i>	20
4	QUALITE MICROBIOLOGIQUE EN RIVIERE DE PÉNERF	21
4.1	<i>Matériel et Méthodes</i>	21
4.1.1	<i>Distribution des résultats de concentration en E. coli (graphiques Boîtes à Moustaches)</i>	21
4.1.2	<i>Influence de différents facteurs sur les concentrations en E. coli (Modèle Linéaire Général).....</i>	22
4.1.3	<i>Relation entre pluviométrie et contamination des coquillages (Test d'indépendance des variables dit Test du Chi² χ^2)</i>	22
4.2	<i>Qualité des zones de production de coquillages.....</i>	23
4.2.1	<i>Présentation du réseau de suivi.....</i>	23
4.2.2	<i>Bilan des résultats REMI 1990-2009</i>	24
4.2.3	<i>Caractérisation spatiale et temporelle des résultats REMI</i>	32
4.2.4	<i>Synthèse des données REMI 2001-2009</i>	34

4.2.5	Discussion	34
4.3	<i>Qualité des eaux</i>	36
4.3.1	Présentation des réseaux de suivi	36
4.3.2	Caractérisation spatiale et temporelle des résultats du suivi dans l'eau.....	37
4.3.3	Synthèse des données eaux.....	44
4.3.4	Discussion	44
5	PROPOSITION DE SUIVI SUPPLEMENTAIRE	46
5.1	<i>Renforcement du réseau eaux douces</i>	46
5.2	<i>Renforcement du réseau coquillages</i>	47
5.3	<i>Acquisition de données haute fréquence</i>	48
6	CONCLUSION.....	49
	BIBLIOGRAPHIE	50
	ANNEXES.....	51

1 CONTEXTE DE L'ETUDE

Les concessions ostréicoles de la rivière de Pénerf, située dans le département du Morbihan, produisent chaque année environ 3000 tonnes d'huîtres creuses, représentant 7% de la production départementale. Cette production concerne 53 entreprises pour une surface concédée de 235 ha¹.

La qualité des zones de production de coquillages est surveillée au moyen du réseau de suivi microbiologique des zones de production conchylicole (réseau REMI) mis en œuvre par l'Ifremer depuis 1989 (le fonctionnement du réseau de surveillance est précisé en annexe 1). Les résultats de ce réseau permettent aux services de l'état d'établir le classement sanitaire des zones de production (classes A, B et C) en application de la réglementation européenne (règlement CE 854/2004). Après un premier classement provisoire en 1996, la rivière de Pénerf a été classée en 2001, en A pour les coquillages non-fouisseurs et en B pour les coquillages fouisseurs. En 2009, la procédure de révision du classement des zones a été engagée, les résultats pour la rivière de Pénerf révélant une qualité B pour les coquillages non-fouisseurs. La perspective du déclassement de la rivière de Pénerf en B a été l'un des éléments à l'origine de la présente étude, avec pour objectif la reconquête de la qualité du milieu.

Le second élément est le nombre élevé d'alertes déclenchées en rivière de Pénerf. En effet, le réseau REMI s'articule en deux volets, un dispositif de surveillance régulière, et un dispositif d'alerte déclenché soit à la suite de mauvais résultats obtenus dans le cadre de la surveillance régulière, soit à la suite d'informations extérieures (pluviométrie importante, pollutions, Toxi-infections alimentaires collectives TIAC...).

Le réseau REMI a ainsi mis en évidence depuis 2005, des épisodes de contamination successifs, avec une à trois alertes confirmées (alertes 2) chaque année sur la rivière de Pénerf, secteur le plus touché du département du Morbihan par ce type d'alerte (figure 1).

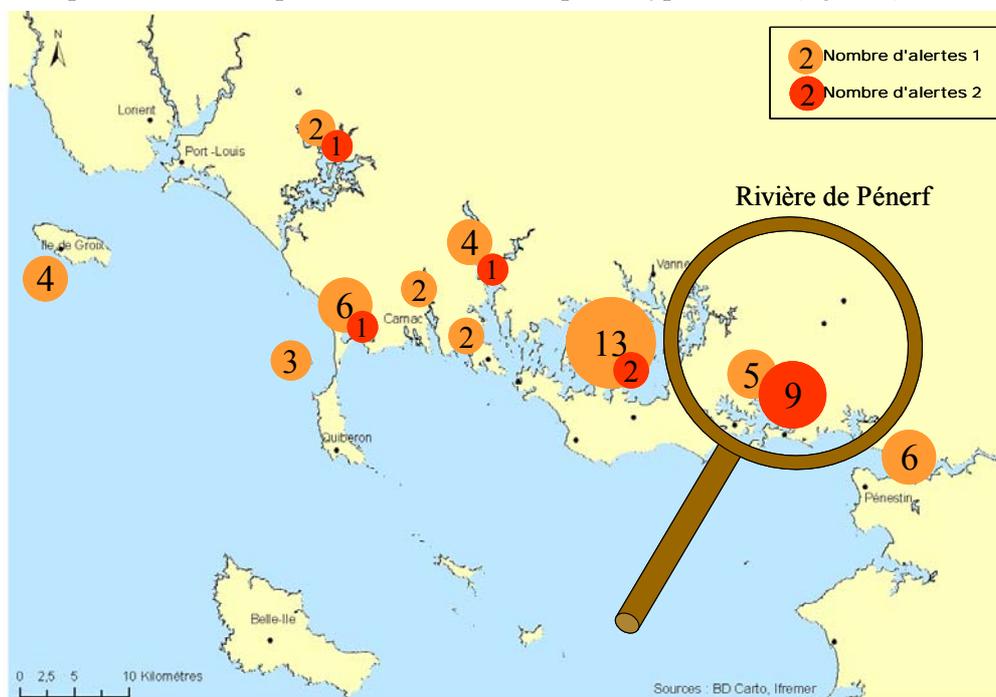


Figure 1 : Nombre d'alertes microbiologiques dans le département du Morbihan de 2005 à 2009 par secteur de production.

¹ Données 2007, Section Régionale Conchylicole Bretagne Sud

En vue de déterminer l'origine de ces multiples alertes, des investigations sur le terrain ont été réalisées depuis 2005 par la MISE (Mission InterServices de l'Eau), Cap 2000 (Association de conchyliculteurs, pêcheurs et agriculteurs du littoral de Bretagne sud) et le SIAGM (Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Golfe du Morbihan). Celles-ci ont mis en évidence de nombreuses sources de contamination ponctuelles sur l'ensemble du bassin versant. Cependant, les actions mises en œuvre pour remédier à ces apports polluants (diagnostics environnementaux des chantiers ostréicoles par le SIAGM entre autres) n'ont pas permis d'éliminer les mauvais résultats observés sur les coquillages.

En 2009, le syndicat ostréicole de la rivière de Pénérf a sollicité l'Ifremer pour la réalisation d'analyses complémentaires destinées à identifier l'origine de la contamination bactérienne (humaine ou animale), à l'instar de l'étude menée en 2006-2007 en baie de la Baule par l'Ifremer Brest et la communauté d'agglomération CAP Atlantique (Caprais *et al.* 2008). Cependant, cette étude avait été réalisée dans le cadre d'un projet de recherche afin de valider les techniques d'analyse par biologie moléculaire. Ces techniques n'étant pas encore pratiquées par des laboratoires d'analyses en routine, il était prématuré de les mettre en œuvre dans le cas de la rivière de Pénérf.

Dans un premier temps, il a été proposé de réaliser une analyse de l'ensemble des données disponibles sur le secteur. En effet, plusieurs réseaux de suivi existent mais les données ayant été acquises par différents partenaires, elles n'avaient encore jamais été compilées pour faire l'objet d'un traitement statistique commun.

L'objet de ce rapport est l'analyse des données de ces réseaux de suivi existants afin de réaliser une caractérisation spatiale et temporelle des contaminations. Après avoir décrit les sources de contamination potentielles présentes sur le bassin versant de la rivière de Pénérf, une étude de l'influence des paramètres environnementaux (météorologie, marées,...) et anthropiques (fréquentation humaine, présence de sources de contamination,...) sera réalisée.

Ce travail de synthèse permettra de proposer un protocole d'étude complémentaire afin d'essayer de préciser l'origine des contaminations observées.

2 CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT

2.1 Situation géographique

Le bassin versant côtier de la rivière de Pénérf est situé en Bretagne sud, sur la façade littorale du Morbihan, entre le golfe du Morbihan à l'ouest et l'estuaire de la Vilaine à l'est (figure 2).



Figure 2 : Localisation géographique du bassin versant de la rivière de Pénerf.

2.2 Hydrologie et occupation des sols

Le bassin versant de la rivière de Pénerf s'étend sur une superficie de 136 km², la partie estuarienne couvrant 20 km².

Il est caractérisé par un réseau hydrographique dense constitué de trente petits cours d'eau côtiers dont la longueur n'excède généralement pas 5 km. Le cours d'eau le plus important est la rivière de la Drayac, d'une longueur de 12 km. Les autres principaux cours d'eau sont la rivière de l'Epinais venant de Surzur, et le ruisseau du Loc au nord d'Ambon. Le réseau hydrographique représente au total 128 km de cours d'eau². Il n'existe aucune station de mesure automatisée de débit au niveau du bassin versant.

La rivière de Pénerf est constituée de 6 étiers principaux : l'étier de Kerboulico, l'étier de Caden aboutissant en rivière de Sarzeau, l'étier de l'Epinais pour la partie nord-ouest de la rivière, et les étiers d'Ambon, de Damgan et du Lic pour la partie est de la rivière.

Huit sous-unités hydrographiques ont été définies pour le bassin versant (Siagm 2005), dont les trois principales en surface sont la "Pénérf-amont-Drayac", "l'étier de Sarzeau" et "Pénérf aval" située dans la partie est de l'estuaire (figure 3).

² Données IGN-BD Carto



Figure 3 : Sous-bassins versants de la rivière de Pénerf.

La partie amont du bassin versant est occupée majoritairement par de l'espace agricole (> 80 % de la surface), cette proportion diminuant vers l'aval. La sous-unité "Damgan-centre" n'est constituée qu'à 15% par de l'espace agricole, et "Pénerf côtier" à 19 % (tableau 1).

Sous-Bassin	Superficie (km ²)	Surface agricole (%)
Pénerf / amont Drayac	31	91
L'Epinay	17	79
Etier Sarzeau	26	80
Pénerf aval	38	78
Kerboullico	15	53
Kervoyal	3	97
Damgan centre	3	15
Pénerf côtier	5	19

Tableau 1 : Superficie et surface agricole des sous-bassins versants de Pénerf

2.3 Géologie

Le bassin versant est caractérisé par trois zones géologiques distinctes de l'aval vers l'amont (figure 4).

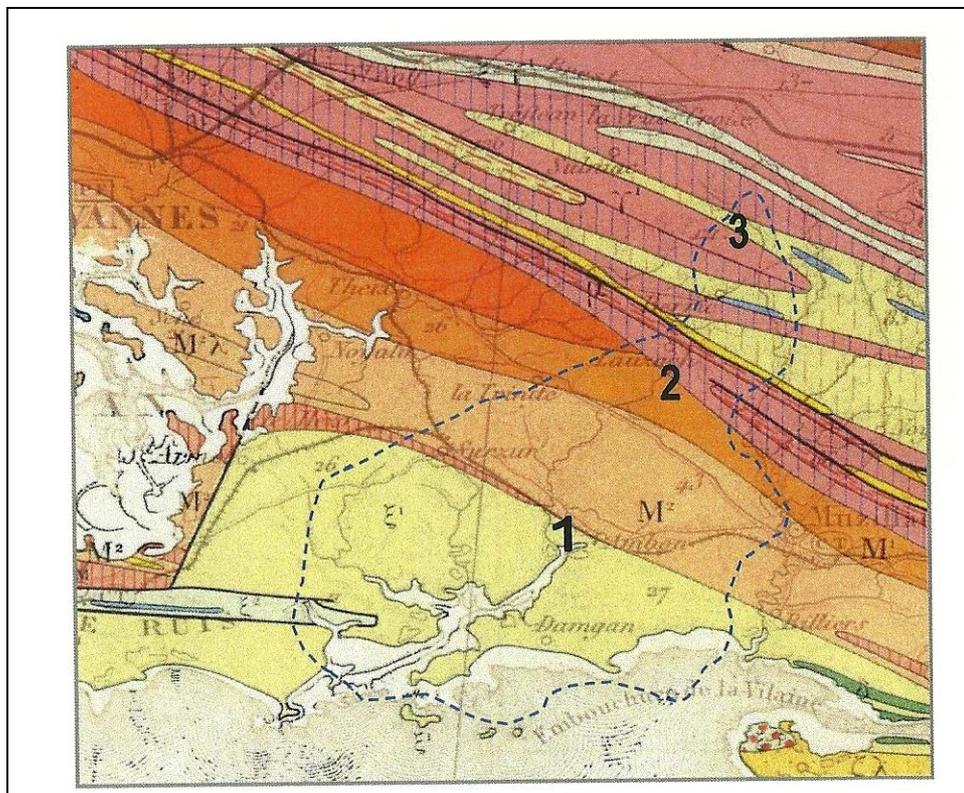


Figure 4: Carte géologique du Morbihan (Source BRGM).

(Carte extraite du rapport "Diagnostic participatif du bassin versant de la Rivière de Pénerf", SIAGM 2005.)

L'aval du bassin versant (1) est constitué de roches de nature schisteuse, imperméables. Les pentes sur ce secteur sont très faibles, favorisant le développement de zones humides. L'écoulement des cours d'eau y est très lent.

La partie intermédiaire (2) présente un relief plus marqué avec la présence de roches métamorphiques et de filons granitiques. Cette zone présente des cours d'eau plus rapides et des zones humides de taille restreinte.

La partie amont (3) du bassin est caractérisée par un mélange de schistes et de granites, produisant un profil intermédiaire par rapport aux deux zones précédentes (Siagm 2005).

2.4 Communes et population

Le bassin versant couvre un territoire de douze communes (figure 5), dont seulement deux d'entre elles se situent intégralement dans le bassin versant : Damgan et Le Tour du Parc. A l'inverse, six communes ont une faible proportion de leur territoire compris dans le bassin versant, leur agglomération étant située à l'extérieur. Il s'agit de Sarzeau et Saint Armel à l'ouest, Le Hézo et la Trinité Surzur au nord et Muzillac et Noyal Muzillac à l'Est. Enfin, quatre communes sont incluses en grande partie dans le bassin versant, dont leur agglomération : il s'agit de Berric et Lauzach dans la partie amont du bassin versant, et Surzur et Ambon dans la partie centrale.



Figure 5 : Communes du bassin versant de Pénerf.

La population permanente sur les six communes principales du bassin versant était de 9335 habitants en 2006³, la commune la plus peuplée étant celle de Surzur avec 3171 habitants. Les communes d'Ambon, Damgan et Berric comptent respectivement 1516, 1456 et 1378 habitants, et les deux communes les moins peuplées, le Tour du Parc et Lauzach comptent 990 habitants pour la première et 824 pour la seconde. La population est en constante augmentation sur toutes les communes depuis 1968, elle a globalement doublé depuis cette date. L'augmentation est de plus de 20 % entre 1999 et 2006.

³ Données INSEE 2006

Les densités de population permanente s'échelonnent de 40 Hab./km² pour Ambon à 143 Hab./km² pour Damgan (figure 6). Ces densités restent néanmoins largement inférieures à la moyenne des communes littorales bretonnes qui est de 272 Hab./km².



Figure 6 : Densités de population permanente dans les communes du bassin versant en 2006.

La capacité d'accueil saisonnière de l'ensemble des communes se situe autour de 30 000 lits⁴, (valeur stable depuis 2005) soit une multiplication par 4 de la population en période estivale à l'échelle du bassin versant. La commune de Damgan présente la plus grande capacité d'accueil avec plus de 17000 lits dont 12000 en résidence secondaire. La population de cette commune est ainsi plus que décuplée en été, elle est doublée au Tour du Parc et multipliée par 4 à Ambon. En revanche à Surzur, la population n'augmente que de 50 %.

Les densités de population estivale sont élevées dans les communes situées au sud du bassin versant avec un maximum de 721 habitants/km² à Damgan durant l'été (figure 7).

⁴ Données Comité Départemental du Tourisme



Figure 7 : Densité de population estivale dans les communes du bassin versant en 2006.

Les figures 8 et 9 présentent le nombre et l'évolution de résidences principales et secondaires entre 1990 et 2006. Les communes de Berric et Lauzach, en amont du bassin versant, ont connu la plus forte progression de résidences principales au cours de la période. En revanche, la progression des résidences secondaires est maximale à Damgan et Ambon.

Les communes peuvent ainsi être classées en deux catégories :

- les communes avec une densité moyenne de population et une capacité d'accueil estival limitée : Lauzac'h, Berric et Surzur en amont du bassin versant,
- les communes avec une capacité d'accueil estival importante et/ou une forte densité de population : Le Tour du Parc, Damgan et Ambon en aval du bassin versant.

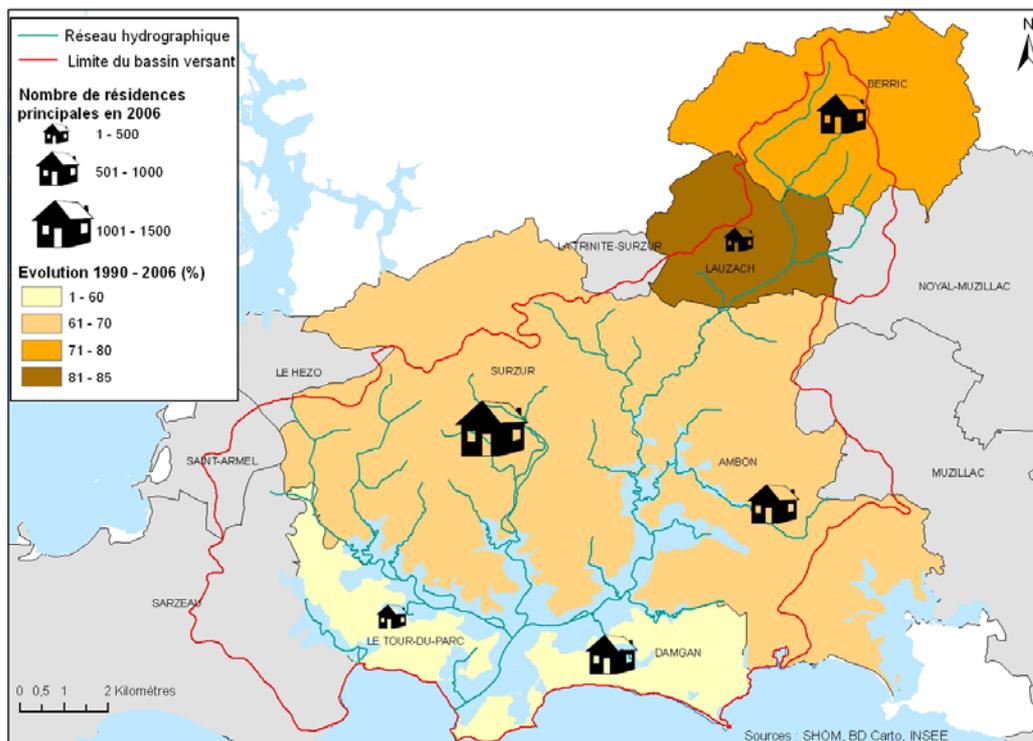


Figure 8 : Nombre et évolution des résidences principales entre 1990 et 2006.

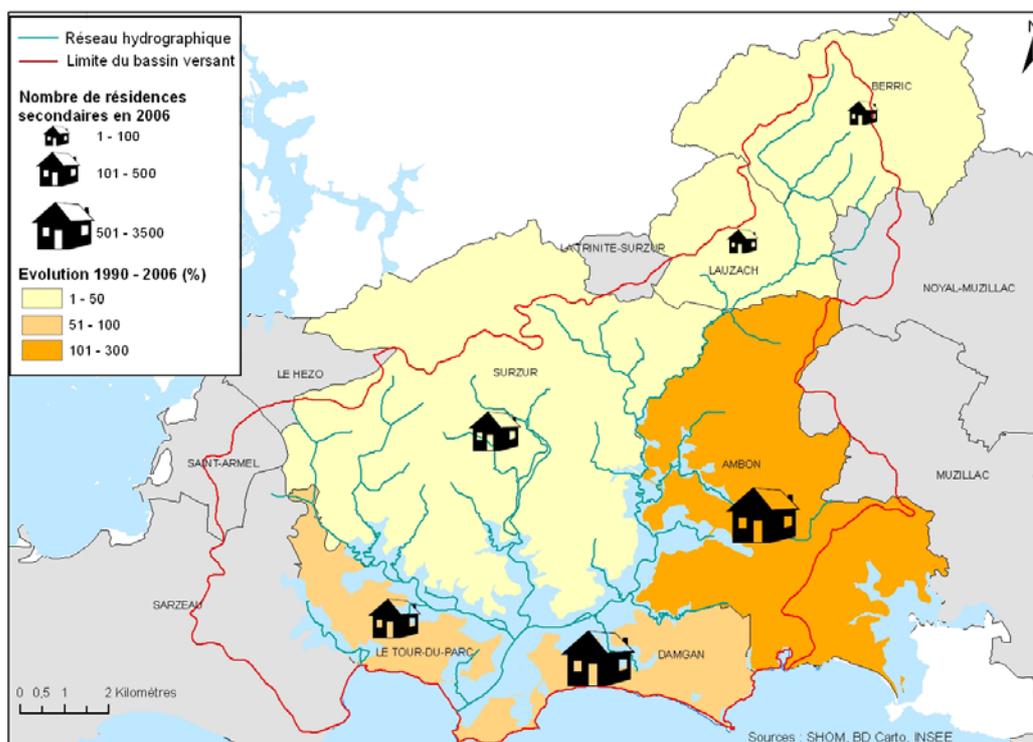


Figure 9 : Nombre et évolution des résidences secondaires entre 1990 et 2006.

2.5 Pluviométrie

La pluviométrie est un facteur déterminant dans les apports contaminants issus des bassins versants : ils peuvent contribuer à une surcharge des réseaux d'assainissement ou au lessivage des sols. Les données proviennent de la station MétéoFrance de Vannes. La pluviométrie annuelle moyenne pour les vingt dernières années (1990-2009) est de 860 mm. Cette pluviométrie annuelle est caractéristique des précipitations enregistrées pour la frange littorale. Cependant les variations interannuelles sont importantes, avec un maximum annuel observé de 1098 mm en 2000 et un minimum de 583 mm en 2005 (figure 10).

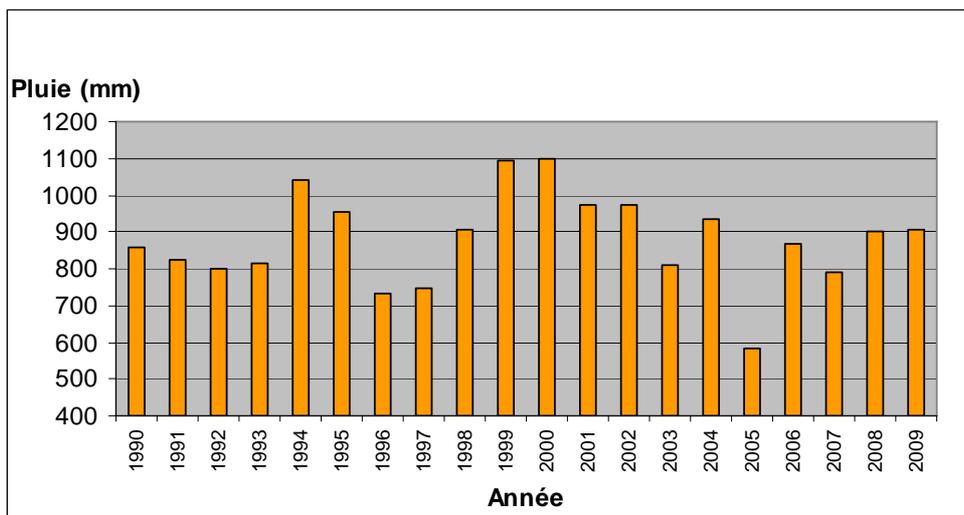


Figure 10 : Evolution annuelle de la pluviométrie à Vannes de 1990 à 2009.

Les maxima mensuels sont enregistrés d'octobre à janvier avec des moyennes mensuelles proches de 100 mm, et les minima se situent entre juin et septembre avec des moyennes de l'ordre de 40 mm, et un mois de juillet légèrement plus arrosé (figure 11).

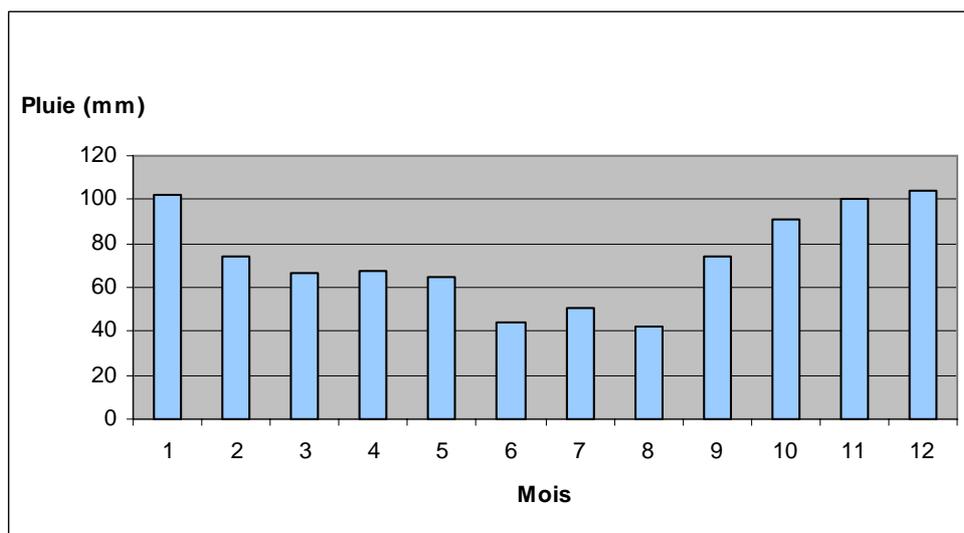


Figure 11 : Moyennes mensuelles de pluviométrie sur la période 1989-2009.

Sur la période 1990-2009, les maxima de pluies cumulées enregistrés sur 24 h sont de 48,6 mm le 10 août 2004 et 48 mm le 28 octobre 2004.

Le nombre de jours présentant une pluviométrie supérieure à 10 mm est de 572 pour les vingt dernières années soit 7,4 % du temps, et 152 jours pour des pluies supérieures à 20 mm soit 2% du temps.

Les épisodes pluvieux ont une durée moyenne de 2,2 jours mais un maximum de 19 jours consécutifs de pluie a été enregistré en octobre 2002, et de 18 jours en mars 2007.

2107 jours secs ont été comptabilisés au cours des vingt dernières années, soit une fréquence de 58 %. Les épisodes secs les plus longs ont été enregistrés en avril 1997 et février 1998 avec respectivement 29 et 32 jours consécutifs sans pluie.

2.6 Débit des cours d'eau

En l'absence d'une station de mesure automatisée sur les cours d'eau du bassin versant de la rivière de Pénerf, les débits représentés sur la figure 12 sont ceux d'un cours d'eau voisin, l'Arz mesurés à Molac, à environ 10 km au nord-est de Berric. Les données proviennent de la banque hydro du Ministère chargé de l'Ecologie et du Développement Durable, disponible sur le site <http://www.hydro.eaufrance.fr/>.

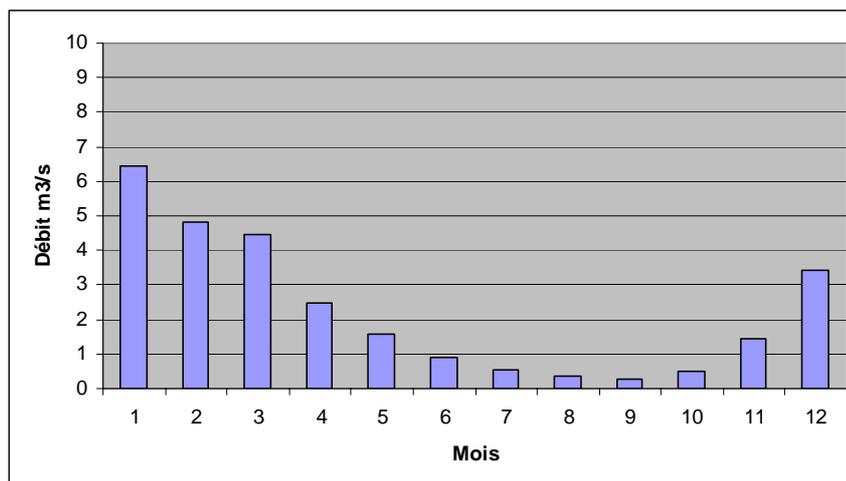


Figure 12 : Moyennes mensuelles du débit de l'Arz, sur la période 2001-2009

Ces données révèlent une période d'étiage à partir du mois de juillet, se poursuivant jusqu'en octobre, et une période de crue entre les mois de janvier et mars.

3 IDENTIFICATION DES SOURCES POTENTIELLES DE CONTAMINATION

3.1 Généralités sur la contamination bactériologique des coquillages

Les coquillages sont depuis longtemps mis en cause dans l'apparition de Toxi Infections Alimentaires Collectives (TIAC) dues à des bactéries pathogènes (*vibrios*, *salmonellas*) ou à des virus (*norovirus*, virus de l'hépatite A). En effet, en tant qu'animaux filtreurs, les coquillages concentrent les micro-organismes présents dans le milieu.

En raison des difficultés d'identification et de dénombrement des germes pathogènes, il était indispensable de disposer d'un indicateur afin d'évaluer les risques sanitaires encourus par les

consommateurs de coquillages. La bactérie *Escherichia coli*, dont l'habitat est spécifique du tube digestif des mammifères a été retenue comme "germe témoin de contamination fécale". Sa présence dans les eaux ou les coquillages atteste donc d'une contamination par des apports d'origine terrestre. La concentration en *E.coli* est utilisée dans la réglementation à des fins de protection de la santé humaine, pour la gestion des zones de production de coquillages et des eaux de baignade notamment. En revanche, depuis quelques années, les études montrent que cet indicateur n'est pas satisfaisant pour évaluer les risques sanitaires d'origine virale (Dubreil 2001; Pommeppy and Le Guyader 1998).

Les contaminations microbiologiques fécales observées en milieu littoral peuvent avoir de multiples origines telles que les rejets de station d'épuration ou d'assainissement individuel, les défauts des réseaux de collecte et de transfert d'eaux usées, les activités agricoles ou encore les rejets d'industries agro-alimentaires (figure 13).



Figure 13 : Les sources d'apports bactériens en milieu littoral (source : <http://wwz.ifremer.fr/envlit>).

Les *Escherichia coli* présents dans les coquillages sont généralement issus de diverses origines sur un même secteur, ce qui rend longues et fastidieuses les recherches des causes de contamination.

Les paragraphes suivants présentent un inventaire synthétique des différentes sources de contamination potentielles présentes sur le bassin versant de la rivière de Pénerf, un travail complet de recensement et de cartographie ayant été réalisé précédemment (SIAGM 2005, De Wavrechin 2006). Les principales sources identifiées sont localisées sur la figure 14.

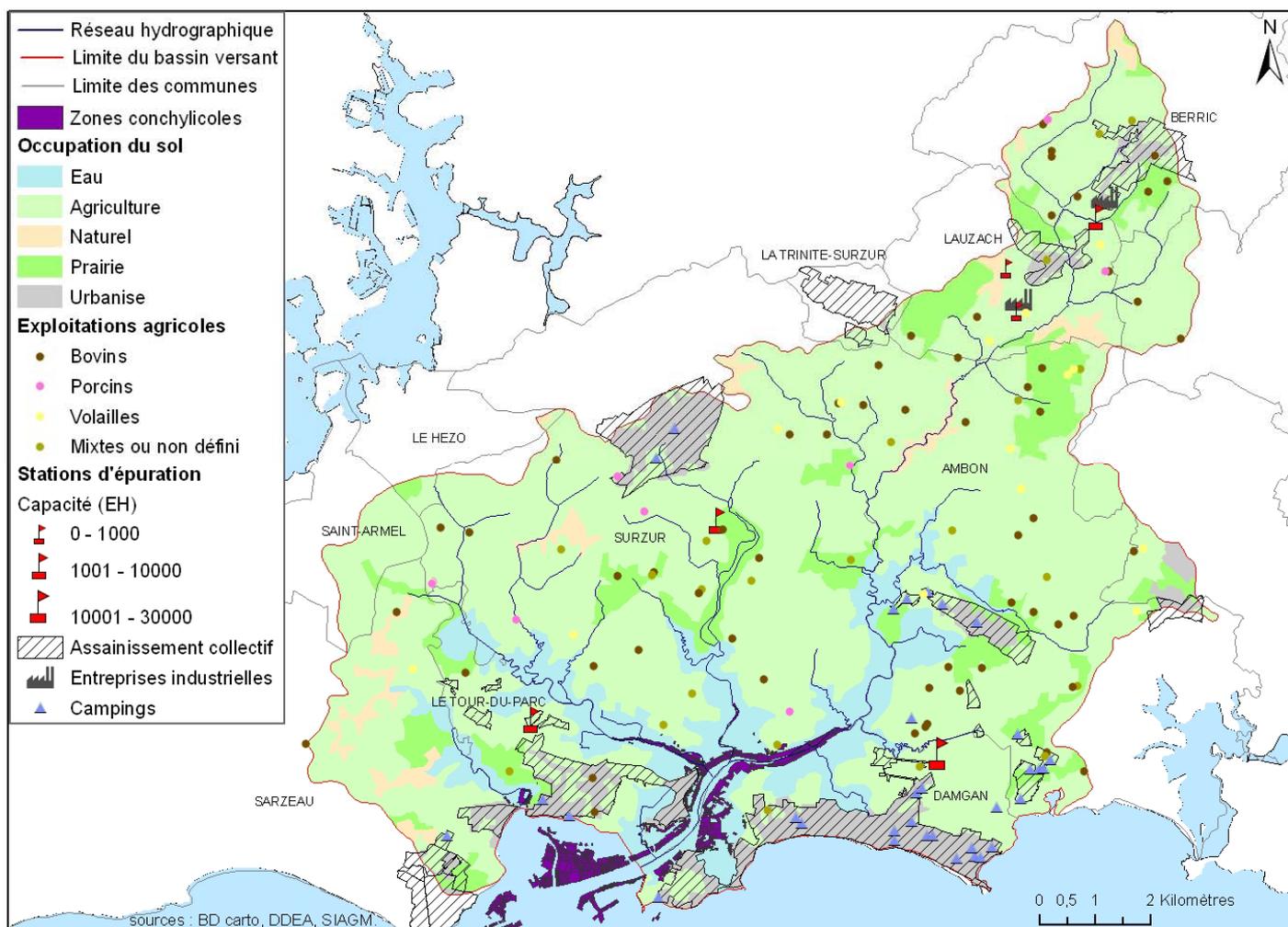


Figure 14 : Principales sources de pollution potentielles sur le bassin versant de Pénerf.

3.2 Assainissement

3.2.1 Assainissement collectif

Six stations d'épuration sont situées sur le territoire, l'ensemble des agglomérations étant raccordées au réseau. Les caractéristiques de ces stations d'épuration sont présentées dans le tableau 2.

Le flux moyen en *E.coli* a été calculé à partir du débit moyen 2008 et des résultats d'autosurveillance transmis par l'exploitant. Il a été ensuite converti en Equivalent Habitant (EH) sachant qu'un EH correspond à $2,14 \times 10^9$ *E.coli*/jour (Annexe 2). Selon cette estimation, la station d'épuration de Surzur produit un flux d'*E.coli* 1000 fois supérieur à celui des stations d'épuration du Tour du Parc et de Berric. Ce flux élevé est en partie dû à la filière de traitement de cette station (boues activées), les autres stations possédant un lagunage permettant d'abattre significativement les concentrations en *E.coli*.

	Damgan + Ambon	Le Tour du Parc	Surzur	Lauzach	Berric	Procanar
Type	Urbain	Urbain	Urbain	Urbain	Mixte	Industriel
Capacité (EH)	25000	4400	3000	500	8850	/
Date de mise en service	30/06/2004	01/06/1999	01/06/2005	01/01/1999	01/07/1993	/
Debit nominal (m ³ /j) ⁵	/	660	475	75	425	/
Débit moyen 2008 (m ³ /j) ⁵	/	226	581	96	418	/
Flux en E.coli (EH)	/	0,1	100	1	0,1	/
Filière	Boues activées	Lagunage	Boues activées	Lagunage naturel	Boues activées Lagune finition	Boues activées+ Lagunage
Gestionnaire	Communes	SIAEP Rhuys	SIAEP Rhuys	SIAEP Rhuys	SIAEP Rhuys	Industriel
Exploitant	Véolia	SAUR	SAUR	SAUR	SAUR	Industriel
Rejet	Mer	Rivière de Sarzeau	Ruisseau de l'Epinay	La Drayac	La Drayac	La Drayac

Tableau 2 : Caractéristiques des stations d'épuration présentes sur le bassin versant.

Les effluents de la station d'épuration de Damgan, la plus importante en capacité de traitement sur le territoire, sont rejetés en mer à l'extérieur de la rivière de Pénerf via l'étang du Loch. Ces rejets étant moins susceptibles d'entraîner des contaminations bactériologiques sur les zones de production de coquillages de l'estuaire, les flux n'ont pas été calculés.

La station d'épuration de Lauzach génère quant à elle très peu de rejet du fait de sa faible capacité et de la filière de traitement utilisée (lagunage naturel).

Un projet de nouvelle station d'épuration est en cours pour traiter dans une seule station les effluents des communes de La Trinité-Surzur (rejetant actuellement dans le golfe du Morbihan), Lauzach et Berric.

Deux gestionnaires différents sont en charge des stations d'épuration, le SIAEP Rhuys pour les communes de l'ouest et du nord du bassin versant (avec la SAUR pour exploitant) et la communauté de communes de Muzillac pour les communes de Damgan et Ambon (avec Véolia pour exploitant).

Les réseaux de collecte et de transfert des eaux usées, ainsi que les postes de relèvement peuvent également être à l'origine de contaminations ponctuelles, en raison du vieillissement des ouvrages, de leur mauvaise conception ou de leur non adaptation aux charges reçues. Des intrusions d'eaux parasites peuvent ainsi entraîner des débordements de réseaux.

Des diagnostics des réseaux existants ont été réalisés au niveau du SIAEP de Rhuys, mettant en évidence des problèmes d'étanchéité, qui ne sont pas toujours en lien avec l'âge des réseaux. Des travaux de réhabilitation programmés sur plusieurs années ont été engagés.

⁵ Données du SATESE (Service d'Appui Technique à l'Épuration et au Suivi des Eaux), 2008

Les différences considérables de population entre périodes estivale et hivernale peuvent être à l'origine de surcharges dans les stations d'épuration, voire de rejets d'eaux brutes dans le milieu. De plus, les campings, à l'origine d'une partie de l'augmentation de la population estivale, sont majoritairement reliés à l'assainissement collectif.

3.2.2 Assainissement individuel

L'assainissement individuel est également géré par le SIAEP Rhuys pour les communes de l'ouest et du nord du bassin versant. Au niveau de Damgan et d'Ambon, la gestion se fait au niveau de la communauté de communes de Muzillac. Un SPANC (Service Public d'Assainissement Non Collectif) a été mis en œuvre sur l'ensemble des communes du bassin versant. Un certain nombre d'assainissements individuels non conformes a été mis en évidence, mais la cartographie des localisations n'a pas été réalisée. Par ailleurs, les informations concernant les remises aux normes réalisées ne sont pas aisément disponibles.

Au niveau des communes de Damgan et du Tour du Parc, les objectifs sont de couvrir l'ensemble du territoire en assainissement collectif du fait de la densité des habitations. Cet objectif est actuellement atteint à plus de 90 %. Pour les autres communes, un certain nombre de hameaux conserveront un assainissement individuel en raison de leur éloignement des stations d'épuration.

3.3 Eaux pluviales

L'ensemble du réseau d'assainissement est de type séparatif sur le territoire.

La compétence des réseaux d'eau pluviale est à la charge du SIAEP Rhuys sur les communes adhérentes à ce syndicat et à la charge des communes pour Ambon et Damgan.

Des analyses réalisées sur les exutoires pluviaux au niveau de la commune de Damgan ont mis en évidence des contaminations de ces rejets en 2007 (Ernewein 2007). Ces contaminations, déjà relevées en 2006 (De Wavrechin 2006) avaient cependant été portées à la connaissance de la mairie.

3.4 Agriculture

Un inventaire précis des exploitations agricoles présentes sur le bassin versant a été dressé en 2007 (De Wavrechin 2007). Le nombre d'exploitations agricoles était de 107, dont la majorité situées à Surzur (41) et à Ambon (34). Bien qu'étant en baisse au profit des productions de viande bovine et de volailles⁶, la production laitière reste majoritaire.

Cette étude de 2007 a attribué à chaque exploitation un indice de transfert de la pollution bactériologique d'origine agricole, en fonction de son effectif d'élevage, de la distance à la rivière, de la distance par rapport aux premiers parcs ostréicoles et de l'engagement dans le PMPOA (Programme de Maîtrise des Pollutions d'Origine Agricole). Cet indice a permis d'orienter le plan de contrôle des exploitations agricoles pour l'année 2007 afin de cibler celles présentant le plus de risques d'impact sur les zones de production de coquillages.

⁶ Données Recensement Général Agricole 1999

3.5 *Activités industrielles*

Le territoire compte deux entreprises industrielles.

A Berric, l'établissement SPI (Société des Protéines Industrielles) est une unité de transformation de produits carnés. Ses effluents sont traités par la station d'épuration de la commune de Berric.

A Lauzach, est situé un abattoir de volailles, l'usine "Procanar" possédant sa propre station d'épuration et rejetant ses effluents traités dans la Drayac, après un lagunage. Les normes de rejet imposent à cet industriel une absence totale de rejet en période sèche. Les effluents sont alors utilisés pour l'aspersion d'une saulaie située à proximité.

3.6 *Autres*

Plaisance

La rivière de Pénerf abrite une zone de mouillages située en aval de l'estuaire, entre les communes du Tour du Parc et de Damgan, et gérée par ces deux communes.

En 2002, un comptage réalisé dans le cadre du SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) Vilaine a recensé environ 500 bouées de mouillages à l'intérieur de l'estuaire.

Les bateaux présents sur cette zone sont essentiellement de petites unités. Il n'y a pas de bateaux habités de façon durable même au cours de l'été.

Faune sauvage

La présence de zones humides favorise la présence de faune sauvage en particulier avicole sur le bassin versant. A ce jour, il n'existe pas de relevé précis du nombre d'individus présents sur le bassin versant.

Ces zones humides ne se situent toutefois pas à proximité immédiate des zones conchylicoles.

4 QUALITE MICROBIOLOGIQUE EN RIVIERE DE PÉNERF

4.1 Matériel et Méthodes

La qualité microbiologique des eaux et des coquillages de la rivière de Pénerf a été estimée au travers des données de trois réseaux de suivi :

- Le réseau REMI piloté par l'Ifremer,
- Le réseau de suivi de la qualité des eaux douces piloté par le SIAGM,
- Le réseau "Estuaires Bretons" piloté par la DDTM (Direction Départementale des Territoires et de la Mer) pour le compte de la DIREN (Direction Régionale de l'Environnement).

Les caractéristiques de ces réseaux de suivi seront précisées dans les paragraphes 4.2.1 pour le réseau REMI, et 4.3.1 pour les réseaux eaux douces et estuaires Bretons.

Les différents traitements effectués sur les données sont présentés ci-après.

4.1.1 Distribution des résultats de concentration en *E. coli* (graphiques Boites à Moustaches)

Pour chaque réseau de suivi, les données des différents points de prélèvements sont représentées sur un graphique "Boite à moustaches" qui résume les données au travers de plusieurs statistiques (figure 15) :

- premier quartile,
- médiane,
- moyenne,
- troisième quartile.

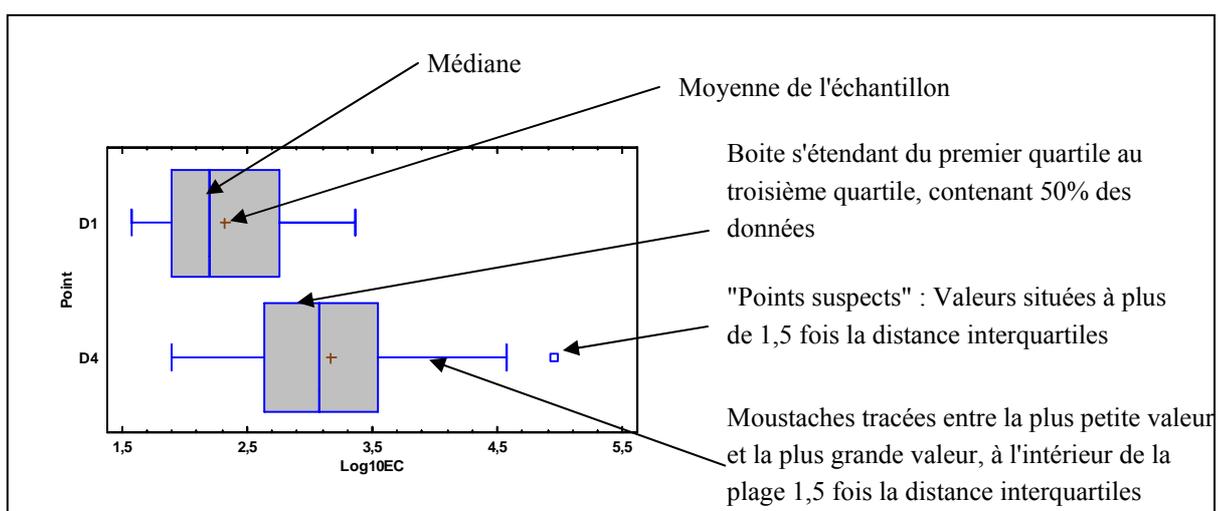


Figure 15 : Exemple de graphique "Boite à moustaches".

4.1.2 Influence de différents facteurs sur les concentrations en *E. coli* (Modèle Linéaire Général)

Les données des trois réseaux de suivi ont été analysées avec le logiciel "Statgraphics centurion". La procédure "Modèle Linéaire Général" a été choisie car elle permet d'élaborer un modèle statistique décrivant l'impact d'un ou plusieurs facteurs qualitatifs ou quantitatifs sur une ou plusieurs variables à expliquer.

Le test F teste la signification statistique du modèle dans sa globalité. Une valeur de probabilité inférieure à 0,05 (pour un niveau de signification de 5 %) indique que le facteur est significativement relié à la variable à expliquer.

Le R carré représente le pourcentage de la variance, expliqué par le modèle de régression. Le R carré ajusté tient compte du nombre de variables intégrées dans le modèle.

Pour la présente étude, la variable à expliquer est le Log(*Escherichia coli*) dans 100 ml d'eau ou 100 g de chair et de liquide intervalvaire de coquillage.

Les différents facteurs testés sont :

- la pluviométrie (pluie du jour, de la veille, et pluies cumulées de 2 à 7 jours avant le prélèvement),
- le débit des cours d'eau⁷ (débit du jour, de la veille de l'avant-veille, du lendemain et du surlendemain)
- le coefficient de marée (données SHOM),
- la phase de revif ou déchet du cycle de marée, (ce paramètre correspond au calcul de la pente sur 3 jours, de la courbe des coefficients de marée. Les valeurs sont d'autant plus élevées que les coefficients augmentent ou diminuent rapidement)
- l'année,
- le mois de l'année,
- le jour de la semaine,
- les périodes de vacances scolaires.

4.1.3 Relation entre pluviométrie et contamination des coquillages (Test d'indépendance des variables dit Test du χ^2)

Afin de vérifier la relation éventuelle entre la pluviométrie et la contamination microbiologique des coquillages, le test d'indépendance des variables dit "Test du χ^2 " a été utilisé au moyen du logiciel S+. Ce test permet d'évaluer une relation éventuelle entre 2 variables indépendantes en comparant la distribution observée à la distribution théorique sous l'hypothèse nulle (H0) d'indépendance des variables étudiées (Schwartz 1995).

Si la valeur du χ^2 calculée est inférieure à la valeur lue dans la table au seuil de 5 % pour n degrés de liberté, on ne rejette pas l'hypothèse d'indépendance. Dans le cas contraire, on rejette l'hypothèse H0 d'indépendance, ce qui traduit une relation entre les variables.

⁷ En raison de l'absence de station de mesure de débit sur le bassin versant, les débits utilisés sont ceux mesurés sur l'Arz à Molac (station de la banque hydro).

4.2 Qualité des zones de production de coquillages

4.2.1 Présentation du réseau de suivi

Créé en 1989, puis révisé en 1997, le REMI, réseau de contrôle microbiologique des zones de production conchylicoles permet de surveiller les zones de production de coquillages exploitées professionnellement. Sur la base du dénombrement des *Escherichia coli* dans les coquillages vivants, le REMI permet d'évaluer les niveaux de contamination microbiologique et de suivre leurs évolutions, de détecter et suivre les épisodes inhabituels de contamination⁸. Les résultats sont exprimés en nombre d' *Escherichia coli* pour 100 g de Chair et de Liquide Intervalvaire (CLI).

Dans le cadre de ce réseau, des échantillons de coquillages sont prélevés à une fréquence adaptée à la qualité de la zone considérée. Dans le cas de la rivière de Pénerf, la fréquence est mensuelle : 250 séries de données ont ainsi été acquises depuis 1989.

Trois points de suivi REMI sont situés en rivière de Pénerf (figure 16). Le point "Le Diben" est situé à la sortie de l'estuaire, les points "Port-Groix" et "Pentes" permettent de surveiller la qualité des zones en amont.

Des échantillons d'huîtres sont prélevés sur les 3 points dans des poches ostréicoles placées sur des tables. L'échantillon de palourdes de "Port Groix", échantillonné uniquement depuis 1997, est prélevé au sol.

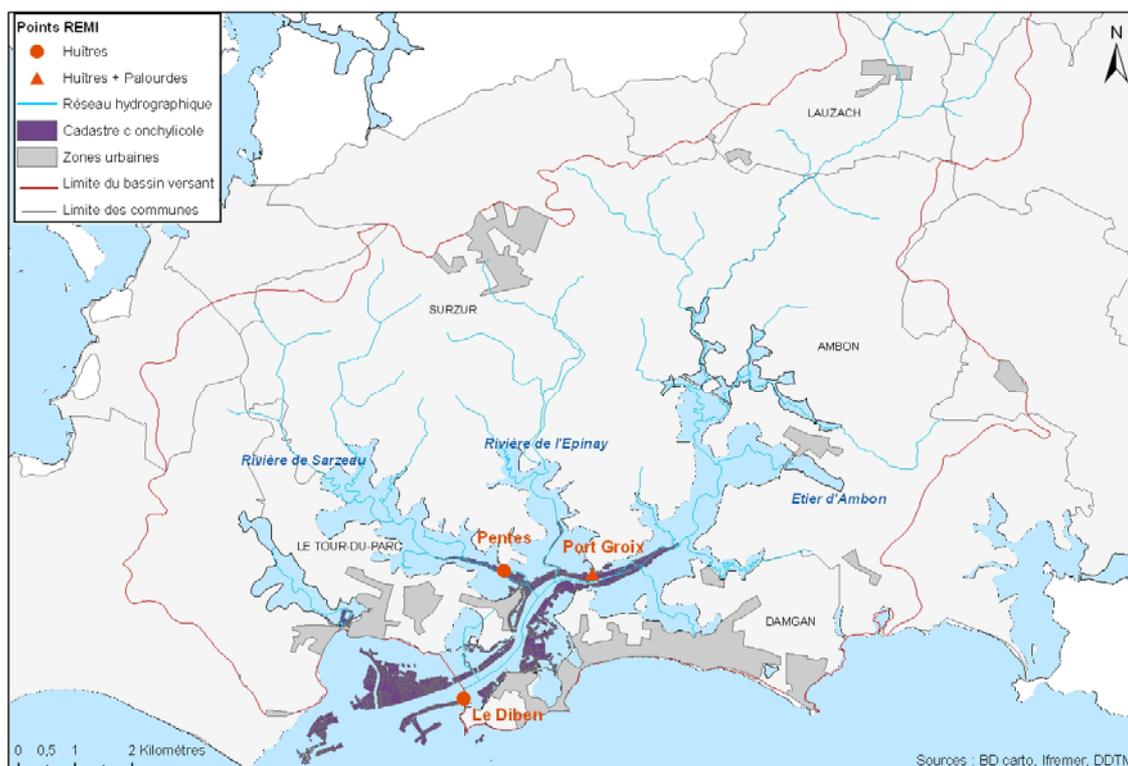


Figure 16 : Localisation des points de prélèvements du réseau REMI.

⁸ <http://wwz.ifremer.fr/envlit/surveillance/>

4.2.2 Bilan des résultats REMI 1990-2009

Ce bilan est réalisé sur l'ensemble des résultats REMI acquis depuis 1990 en surveillance régulière, en vue de préciser l'évolution temporelle des résultats ainsi que les liens éventuels avec la pluviométrie.

4.2.2.1 Evolution annuelle

L'évolution annuelle des résultats de la surveillance est synthétisée sur la figure 17. Pour chaque point REMI est représenté l'histogramme des résultats annuels par classe de qualité (correspondant aux seuils de classement et d'alerte pour les zones de production, soit 230, 1000 et 4600 *E.coli* / 100 g CLI).

Sur le point "Le Diben", les résultats de la première décennie s'améliorent en fin de période à l'exception d'un résultat supérieur à 4 600 *E.coli* en 1996. La seconde décennie est marquée par de bons résultats jusqu'en 2005, suivis d'une dégradation de la qualité depuis 2006. L'année 2009 est la plus mauvaise de la décennie avec un résultat supérieur à 1 000 (seuil d'alerte pour les zones classées A) observé pour la première fois sur cette période.

Pour le point "Pentes" les résultats acquis entre 1990 et 1999 sont de qualité moyenne avec des pourcentages mensuels de résultats satisfaisants (< 230 *E.coli*) régulièrement inférieurs à 80 %. Entre 2000 et 2009, les cinq premières années sont plus favorables, mais depuis 2005, des résultats supérieurs au seuil d'alerte de 1 000 *E.coli* sont systématiquement observés, avec une année 2006 particulièrement médiocre.

Le point "Port-Groix" huîtres présente une série de résultats plus favorables entre 1995 et 2004. Depuis 2005, le pourcentage de résultats moyens (> 230 *E. coli*) a considérablement augmenté se situant entre 30 et 40 %. Toutefois, le seuil de 1 000 *E.coli* n'a pas été dépassé depuis 2006.

Sur ces trois points huîtres, la première décennie est donc marquée par des résultats irréguliers, avec des années de très bons résultats (100 % de valeurs < 230 *E.coli*), mais aussi avec quelques pics de résultats supérieurs à 4 600 *E.coli*. Ces caractéristiques ne se retrouvent pas simultanément sur les trois points. La seconde décennie est marquée par une première période plus favorable jusqu'en 2004 (2005 pour le Diben), suivie d'une dégradation des résultats.

Les analyses de palourdes sur le point "Port Groix" ont démarré en 1997. Les coquillages fousseurs présentent toujours des concentrations plus élevées en *E.coli* que les coquillages non fousseurs sur un même site, ce qui explique les résultats observés. Sur ce point, les résultats les plus satisfaisants sont observés entre 1997 et 2002. A partir de 2003, une augmentation importante du nombre de résultats supérieurs à 230 et 1 000 *E.coli* est observée.

Ces résultats semblent traduire une augmentation généralisée du niveau moyen de la concentration en *E.coli* sur l'ensemble des secteurs, mais parallèlement une limitation des pollutions accidentelles majeures.



Fig 17 : Evolution annuelle des résultats REMI représentée par classes de qualité.

4.2.2.2 Evolution saisonnière

Sur la figure 18, sont représentés pour chaque point REMI, les histogrammes des résultats mensuels présentés par classes de qualité. Les résultats ont été séparés en deux périodes de 10 ans : 1990-1999 et 2000-2009 afin de pouvoir mettre en évidence une éventuelle évolution des profils au cours des dernières années.

Sur le point "Le Diben", les résultats supérieurs à 230 *E. coli* sont plus fréquents aux mois d'avril, septembre et octobre pour la première période. Pour la seconde période les différences sont moins marquées avec des résultats supérieurs à 230 *E. coli* répartis toute l'année.

Sur le point "Pentes" la différence saisonnière est très prononcée. La fréquence de résultats supérieurs à 230 *E. coli*/100 ml augmente aux mois d'août, septembre et octobre quelle que soit la période observée, traduisant une saisonnalité marquée dès le début du réseau REMI. Les mois de novembre et décembre présentent des résultats moyens, principalement pour la deuxième période.

Sur le point "Port-Groix" huîtres, on observe également des différences selon les mois de l'année avec une période de bons résultats entre janvier et mai, voire juin pour la seconde période. La dégradation est visible à partir du mois de juillet et se prolonge jusqu'en décembre.

Les résultats obtenus sur les palourdes diffèrent pour les deux périodes représentées, cependant, les résultats de la première période ne concernent que trois années (1997 à 1999). Pour celles-ci, les résultats sont moins favorables d'avril à novembre. La seconde décennie présente des résultats plus favorables en période printanière, de février à juin.

A l'exception du point "Le Diben" dont les résultats sont assez satisfaisants, une dégradation générale de la qualité du milieu en rivière de Pénerf est observée à partir de la fin de l'été et se prolonge jusqu'en fin d'année.

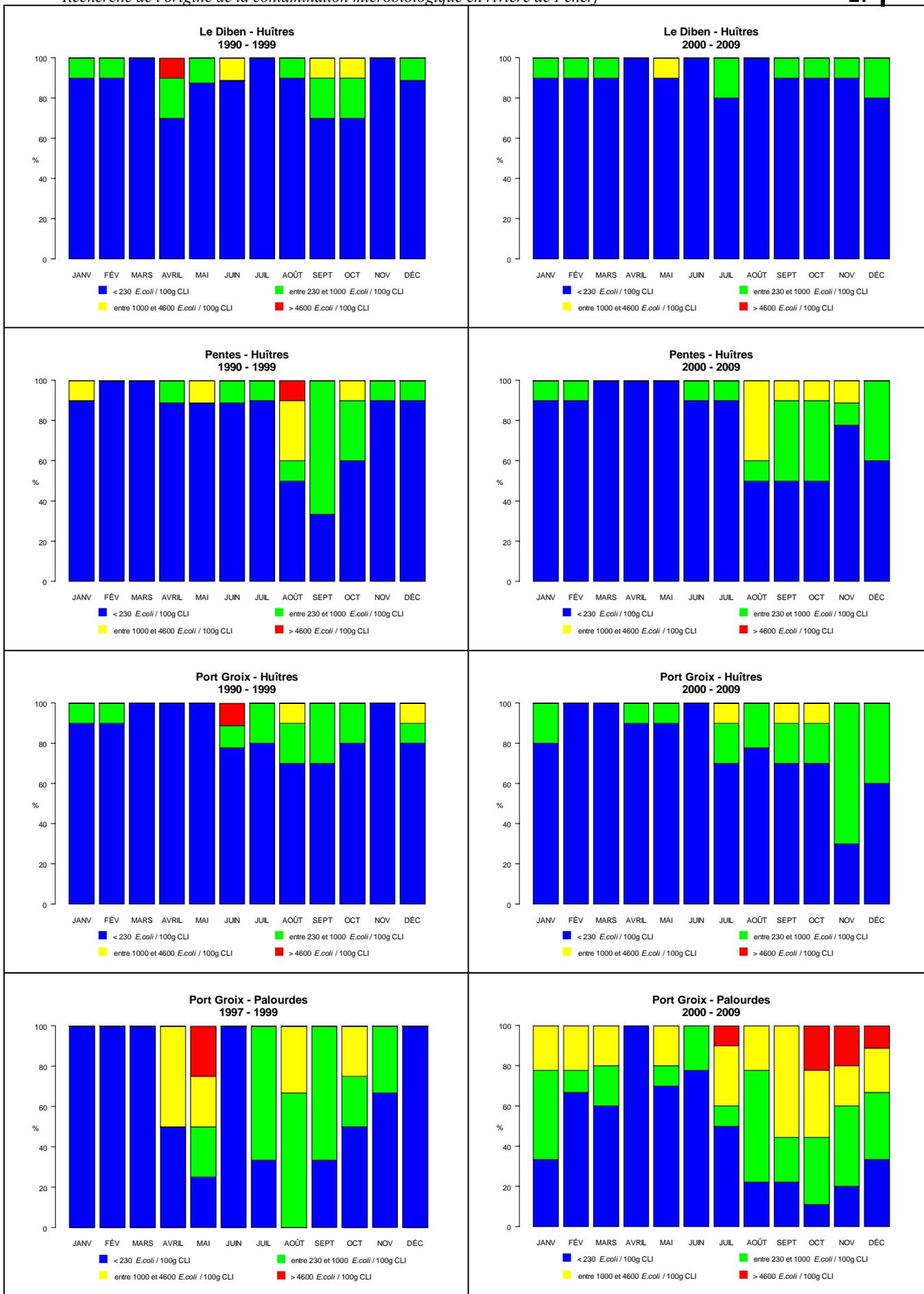


Fig 18 : Evolution mensuelle des résultats REMI représentée par classe de qualité.

4.2.2.3 Résultats du réseau REMI en fonction de la pluviométrie

Les résultats du REMI sont représentés en histogrammes de classes de qualité en fonction de la pluviométrie, cumulée sur les 2 jours précédant le prélèvement (figure 19).

Cinq catégories de pluviométrie ont été définies :

- prélèvements réalisés par temps sec
- prélèvements réalisés avec une pluviométrie cumulée de 0,2 à 5 mm
- prélèvements réalisés avec une pluviométrie cumulée de 5 à 10 mm
- prélèvements réalisés avec une pluviométrie cumulée de 10 à 20 mm
- prélèvements réalisés avec une pluviométrie cumulée supérieure à 20 mm

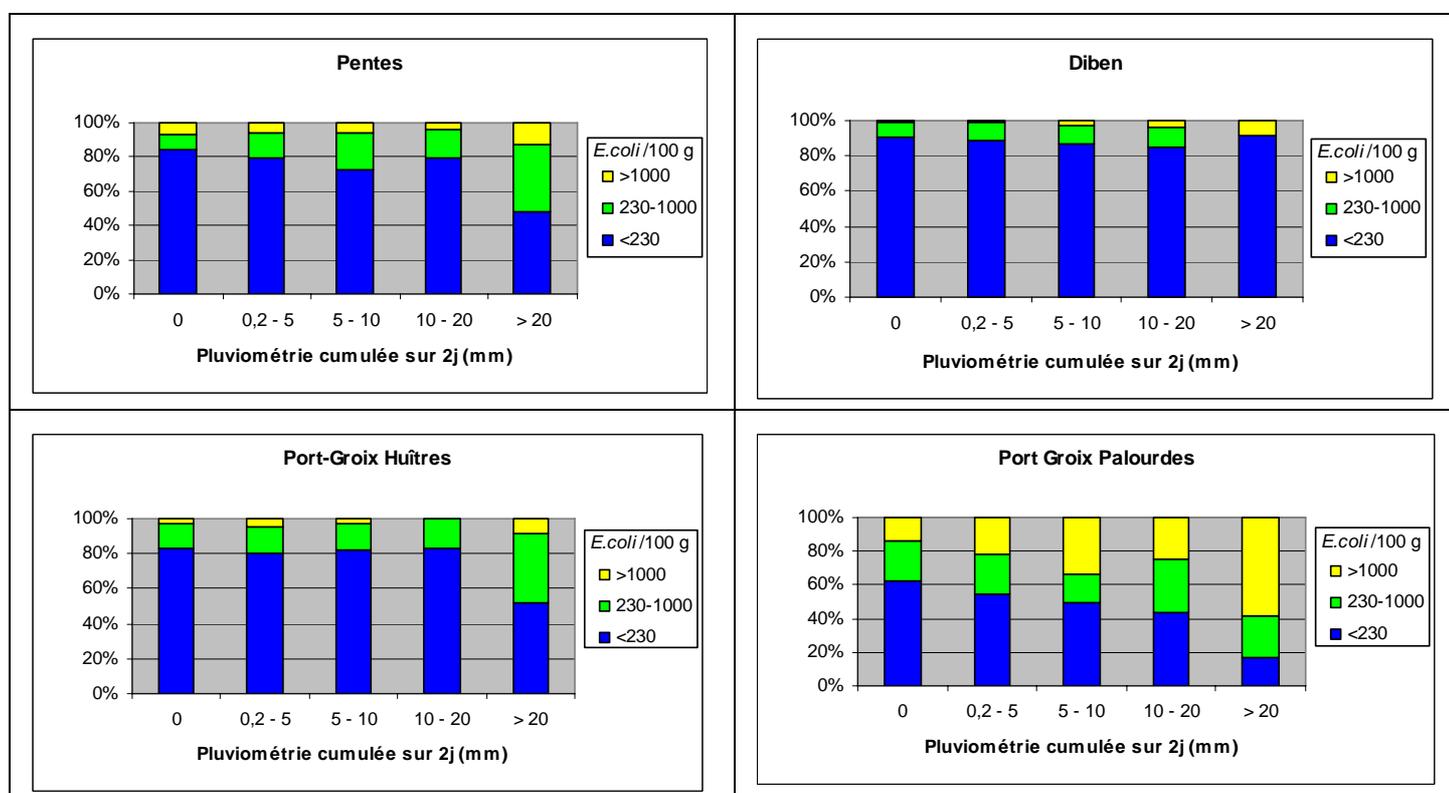


Figure 19 : Résultats REMI présentés par classes de pluviométrie (période 1990-2009).

Sur les points huîtres de Port-Groix et Pentes, seules les pluviométries importantes (supérieures à 20 mm) entraînent une nette augmentation des résultats de colimétrie. Pour toutes les catégories de pluies inférieures à 20 mm, les pourcentages de bons résultats (< 230 *E. coli*) sont stables autour de 80 %.

Sur le point "Le Diben", les résultats de colimétrie sont moins influencés par la pluviométrie. Des résultats supérieurs à 1000 *E. coli* n'apparaissent que pour des pluviométries supérieures à 5 mm, les pourcentages de bons résultats, < 230 *E. coli*, restant supérieurs à 80 % quelle que soit la catégorie de pluviométrie.

Sur les palourdes de Port Groix, une dégradation des résultats est observée dès les premiers niveaux de pluviométrie (> 0 mm). Toutefois, comme pour les huîtres, la dégradation est particulièrement importante pour les pluies supérieures à 20 mm.

Pour confirmer ces résultats, le test du χ^2 (Chi²) a été utilisé afin de vérifier l'indépendance des variables colimétrie dans les coquillages et pluviométrie.

Trois classes de pluviométrie cumulées sur 2 jours ont été définies :

- pluies cumulées < 5 mm,
- pluies cumulées comprises entre 5 et 10 mm,
- pluies cumulées > 10 mm.

Les résultats REMI ont également été répartis en 3 classes : résultats inférieurs à 230 *E. coli*/100 ml, résultats compris entre 230 et 1000 *E. coli*/100 ml, et résultats supérieurs à 1000 *E. coli*/100 ml.

Ces limites ont été déterminées afin de répartir de façon optimale les résultats dans les différentes classes.

Les résultats du test sont présentés dans le tableau 3. Si la valeur du χ^2 calculée par le logiciel est inférieure à la valeur lue dans la table, au seuil de 5 % pour n degrés de liberté, on ne rejette pas l'hypothèse d'indépendance des variables.

Point	Valeur calculée	Valeur lue	Conclusion
Le Diben	0,30	3,7	Variables Indépendantes
Pentes	7,8	1,064	Variables Dépendantes
Port-Groix huîtres	3,51	3,35	Variables Dépendantes
Port Groix palourdes	8,00	1,064	Variables Dépendantes

Tableau 3 : Résultats du test du χ^2 .

Les résultats confirment les observations obtenues précédemment d'après les histogrammes de colimétrie par classes de pluviométrie. La relation entre la pluviométrie et la colimétrie n'est pas mise en évidence sur le point "Le Diben", ce point étant le moins soumis aux contaminations bactériologiques.

La dépendance des deux variables est en revanche confirmée pour les autres points de prélèvement.

4.2.2.4 Répartition spatiale et temporelle des alertes déclenchées dans le cadre du réseau REMI

La figure 20 présente les alertes successives déclenchées en rivière de Pénerf depuis 2002 sur chaque point de prélèvement.

Sur le secteur du Diben, aucune alerte confirmée (alerte 2) n'a été recensée au cours de la période. Les alertes les plus fréquentes sont observées sur le point "Pentes".

Seules deux alertes sont communes aux points "Pentes" et "Port-Groix" en octobre-novembre 2005 et juin 2007. Les neuf autres alertes ont été déclenchées sur un seul des deux points. Les alertes de fin d'été/début d'automne des trois dernières années sont observées uniquement sur le point "Pentes".

Pour le point "Port Groix", les alertes ne sont pas toujours déclenchées pour les deux groupes de coquillages simultanément, ce qui peut s'expliquer par le fait que les palourdes sont classées en qualité B (seuil d'alerte 4600 *E. coli*) tandis que les huîtres sont classées en A (seuil d'alerte 1000 *E. coli*) pour la période considérée.

Ces observations suggèrent que les deux points de prélèvements Port Groix et Pentes ne semblent pas être sous l'influence des mêmes masses d'eau.

4.2.2.5 Synthèse des données du REMI 1990-2009

La **qualité** des zones de production **se dégrade** sur tous les points **depuis 2005** sans toutefois que l'on observe de fortes contaminations

La **contamination** observée est **saisonnière** à l'exception du point le Diben avec des contaminations **automnales** depuis le début des analyses du réseau REMI

La **pluviométrie a une influence** sur les résultats du réseau REMI, principalement pour les **fortes pluies** > 20 mm.

Les alertes ne sont pas simultanées sur les points **Pentes et Port Groix**.

4.2.3 Caractérisation spatiale et temporelle des résultats REMI

Pour réaliser cette caractérisation, une analyse statistique portant uniquement sur les données du réseau REMI acquises depuis 2001 a été menée afin de comparer les résultats avec ceux des autres réseaux de suivi.

L'analyse porte sur 108 séries de résultats pour chaque point de prélèvement. Les résultats acquis lors d'alertes pluviométriques depuis 2006 ont été conservés, ceux acquis lors d'alertes REMI (type 1 ou 2) ont été exclus.

4.2.3.1 Concentrations moyennes en *E.coli* pour les différents points de suivi

Les moyennes géométriques ont été calculées pour chaque point REMI (figure 21). Celles-ci sont comparables sur les points huîtres Pentès et Port Groix avec respectivement 190 et 180 *E. coli*/100 g CLI. Sur les palourdes en revanche, la moyenne est plus élevée avec 390 *E. coli*.

Les résultats ci-dessous montrent, sur les trois points huîtres, la présence de points "extrêmes" (représentés avec un signe + à l'intérieur), situés à plus de trois fois la distance interquartiles. La valeur inférieure de la boîte est égale à 2,1 correspondant au seuil de détection de la méthode d'analyse, soit Log (130 *E. coli*/100 ml). Le nombre important de valeurs égales au seuil de détection explique ces points extrêmes. Sur les palourdes de Port Groix, les résultats obtenus montrent une distribution plus large des valeurs avec moins de résultats égaux au seuil de détection.

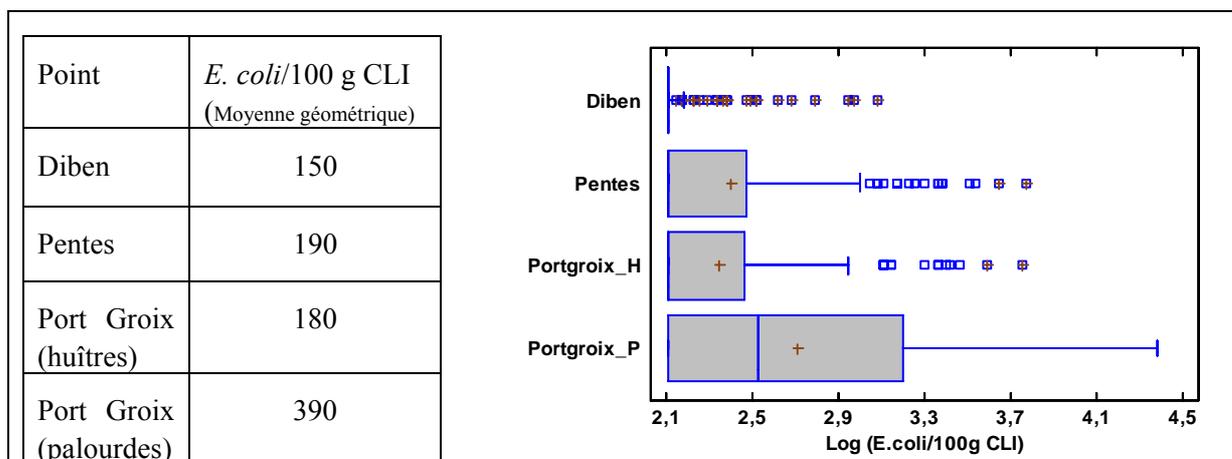


Figure 21 : Concentrations moyennes et résultats des points REMI sous forme de boîtes à moustaches (2001-2009).

4.2.3.2 Répartition mensuelle des résultats

La répartition mensuelle des résultats du réseau REMI (figure 22) confirme les constatations précédentes (§ 4.2.2.2, dégradation des résultats en fin d'été et automne) et permet d'observer sur le point Pentès la dégradation brutale des résultats à partir du mois d'août. Sur le point Port Groix palourdes, la dégradation intervient à partir du mois de juillet et elle est progressive jusqu'en octobre. Sur les huîtres, la dégradation est beaucoup moins nette.

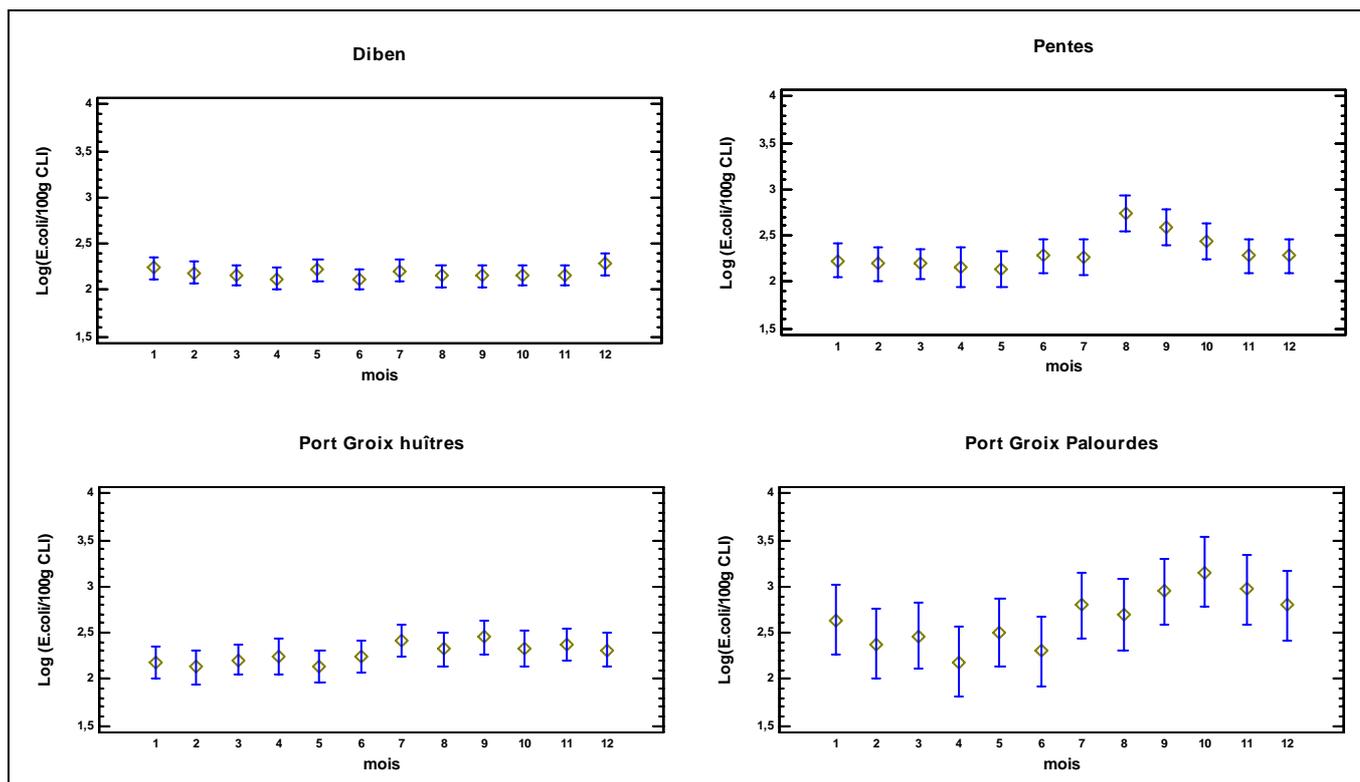


Figure 22 : Répartition mensuelle des résultats du réseau REMI. (Moyennes avec intervalle de confiance à 95 %)

4.2.3.3 Modèle explicatif des contaminations

Les différents facteurs susceptibles d'intervenir dans la variabilité des concentrations en *E. coli*, ont été testés au moyen du Modèle Linéaire Général. Les résultats sont présentés dans le tableau 4. Sur le point le Diben situé à la sortie de l'estuaire, la variabilité des résultats est trop réduite pour pouvoir mettre en évidence l'influence d'un facteur environnemental.

Le facteur pluie calculé en "pluies cumulées sur 2 jours" (noté pluie cum 2j) a une influence significative sur les épisodes de contamination sur les huîtres de Pentes et Port Groix. Ceci traduit un temps de transit des apports contaminants jusqu'aux coquillages inférieur à 2 jours.

Le facteur pluie sur la période 2001-2009 n'est plus significatif sur les palourdes de Port Groix alors que le test du χ^2 révélait une dépendance des variables. Ce résultat s'explique par la prise en compte de périodes différentes pour les deux traitements. En effet, lorsque l'on applique le Modèle Linéaire Général aux données du REMI depuis 1990, le facteur pluie devient significatif ($F=0,0010$). Ceci révèle une diminution de l'influence de la pluviométrie au cours de la période plus récente.

Le facteur mois n'explique la variance des résultats que sur les points "Pentes" et "Port Groix" palourdes. Son influence n'a pas été mise en évidence sur les autres points présentant des moyennes mensuelles de concentration en *E. coli* plus faibles.

Il n'a pas été mis en évidence de relation significative entre le coefficient de marée et la contamination sur l'ensemble des points. Seul le facteur Revif-Déchet a une influence significative positive sur la contamination des palourdes à Port-Groix. Ceci suggère que plus l'augmentation de coefficients de marée est importante entre 2 jours consécutifs, plus les concentrations d'*E. coli* dans

les palourdes sont élevées. Cet effet pourrait s'expliquer par une remise en suspension de vase, accrue en période de fort revif.

Point	Probabilité test F facteur pluie cum 2j	Probabilité test F facteur mois	Probabilité test F facteur Revif-Déchet	Rcarré (ajusté)
Diben	NS	NS	NS	0 %
Pentes	0.0097 (+)	0.0003	NS	21 %
Port Groix huîtres	0.0240 (+)	NS	NS	5 %
Port Groix palourdes	NS	0.0083	0.0111 (+)	20 %

Tableau 4 : Synthèse des résultats du Modèle Linéaire Général pour les points REMI

(Probabilité significative si < 0.05 * NS : Non Significatif * (+) /(-) influence positive ou négative du facteur.)

Les autres facteurs testés, le débit des cours d'eau, le jour de la semaine et les vacances scolaires n'ont pas mis en évidence d'influence sur les résultats.

Les R carré obtenus sont très faibles sur tous les points (< 21 %) indiquant ainsi que d'autres facteurs non testés ont un impact sur la variabilité des résultats.

4.2.4 Synthèse des données REMI 2001-2009

La saisonnalité est très marquée sur les points les plus contaminés avec des contaminations situées en fin d'été et automne
L'effet pluie (pluies cumulées sur 2 jours) est significatif sur Pentes et Port-Groix (huîtres) mais n'est pas mis en évidence sur les palourdes ni sur le Diben
Les profils saisonniers sont différents sur les points Pentes et Port Groix
Les phases de Revif-Déchet jouent un rôle dans la variabilité des résultats obtenus sur les palourdes

4.2.5 Discussion

Les informations obtenues avec le traitement appliqué aux résultats du réseau REMI permettent de tirer un certain nombre d'enseignements.

Ces résultats témoignent d'une différence de contamination des coquillages entre les points Pentes et Port-Groix. En effet, la saisonnalité est beaucoup plus marquée sur le point Pentes. Cette différence est confirmée par la répartition non homogène des alertes REMI. Les deux points ne sont donc pas soumis au même système hydrologique. En effet, Pentes n'est pas situé dans le bras

principal de la rivière, mais à la confluence des rivières de Sarzeau et de l'Epinais. Des apports provenant de l'une de ces rivières peuvent être à l'origine de contaminations locales.

Les résultats sensiblement meilleurs sur le point le Diben, tout au long de l'année permettent d'exclure un apport important de contaminations en provenance de l'extérieur de l'estuaire.

La pluviométrie est souvent à l'origine d'apports contaminants vers les zones de production conchylicole. Dans le cas de la rivière de Pénerf, elle n'explique qu'une faible partie de la variabilité sur les points Pentes et Port Groix. Sur ce dernier point, la pluie explique seulement 5% de la variabilité des résultats. A Pentes, l'effet du mois est prépondérant par rapport à l'effet de la pluie. Les alertes de fin d'été observées sur ce point en 2008 et 2009 se sont d'ailleurs produites au cours de périodes sèches. Ceci tendrait à privilégier l'hypothèse que différentes sources de contamination coexistent, des contaminations par ruissellement lors des pluies, et des contaminations en provenance du bassin versant, ou d'origine locale en période sèche.

Les contaminations microbiologiques se produisent majoritairement en fin d'été et en automne. Cette saisonnalité est observée dès les premières années du REMI. Précédemment, une étude sanitaire de la rivière de Pénerf réalisée entre 1984 et 1986 (Fleury et Chauvin 1988) avait déjà conclu à une augmentation des concentrations moyennes en bactéries fécales entre les mois d'août et d'octobre.

Les augmentations de concentration en *E. coli* peuvent provenir de diverses sources. Cependant, la période de l'année à laquelle elles interviennent (été-automne) permet d'écartier certaines origines :

- Absence de lien avec les épandages agricoles qui interviennent en principe essentiellement en fin d'hiver et au printemps.
- Absence de lien avec les rejets d'origine industrielle. En effet, l'usine SPI de Berric interrompt son activité durant le mois d'août, et l'usine Procanar ne rejette pas d'effluents durant la période estivale, lorsque le débit de la Drayac est trop faible.

Ces contaminations pourraient trouver leur origine dans l'arrivée de population supplémentaire durant l'été, avec un délai dans l'apparition des effets sur le milieu. L'augmentation du nombre d'habitants est susceptible de surcharger les stations d'épuration existantes, et/ou d'ajouter de nouvelles sources de contamination dans le cas de résidences équipées d'un système d'assainissement individuel avec rejet dans le milieu naturel.

Le chapitre suivant présente l'analyse des résultats des réseaux de suivi dans l'eau en vue d'acquérir des informations sur les apports en provenance du bassin versant.

4.3 Qualité des eaux

4.3.1 Présentation des réseaux de suivi

4.3.1.1 Réseau de suivi de la qualité des cours d'eau

Depuis 2006, le SIAGM a entrepris un suivi de la qualité des eaux douces afin de renforcer les connaissances sur les principaux apports de la rivière de Pénerf, à savoir les rivières de la Drayac, de l'Epinay et du Loc. Ce suivi, bimestriel de juin 2006 à décembre 2007, est devenu mensuel depuis janvier 2008. 36 séries de données ont ainsi été acquises. Les paramètres analysés sont le nitrate, l'ammoniac, les matières en suspension, le phosphore total, les orthophosphates et *Escherichia coli*. Seul ce dernier paramètre a été traité dans le cadre de la présente étude.

Le réseau est constitué de sept points de suivi (figure 23).

Les points D1 à D5 sont situés sur la Drayac :

- Le point D1 à l'amont des sources principales de contamination,
- Le point D2 en aval de la station d'épuration de Berric,
- Le point D3 dans le bourg de Lauzach,
- Le point D4 en aval des rejets de la station d'épuration de l'usine Procanar,
- Le point D5 avant la limite de l'influence des eaux estuariennes. Il est situé en dehors de toute zone urbanisée.

Le point E1 est situé sur le ruisseau de l'Epinay en aval du rejet de la station d'épuration de Surzur, et le point L1 est situé sur le ruisseau du Loc hors de l'influence des eaux estuariennes.

4.3.1.2 Réseau Estuaires

Le réseau "Qualité des eaux des estuaires bretons", dont la Direction Régionale de l'Environnement de Bretagne (DIREN devenue DREAL) est maître d'ouvrage, fonctionne depuis 1999 en partenariat avec les 4 départements bretons. Les DDTM (Direction Départementale des Territoires et de la Mer) sont chargées de sa mise en œuvre.

Le principal objectif de ce réseau est d'apporter des informations sur la qualité patrimoniale des eaux estuariennes au travers de six campagnes annuelles. Les paramètres analysés sont : Salinité, pH, oxygène dissous, matières en suspension (MES), ammoniac, nitrate, orthophosphates, silicates, chlorophylle *a* et phéopigments pour les paramètres physicochimiques, et *Escherichia coli* et Entérocoques pour les paramètres bactériologiques.

Les données de ce réseau n'ont pu être collectées que depuis 2001, représentant environ 45 séries de résultats.

Cinq points de prélèvement sont échantillonnés en rivière de Pénerf, répartis le long du bras principal de la rivière (figure 23), et échantillonnés d'amont en aval à marée descendante. Le point le plus haut dans l'estuaire (V430) se situe au niveau du pont de Billion, en aval de la Drayac. Les deux points suivants (V450 et V460) sont localisés à la sortie des deux étiers d'Ambon et du Lic. Le point V480 se trouve à la confluence des rivières de Sarzeau et de l'Epinay, et le point V500 se situe à la sortie de l'estuaire, il est principalement sous influence des eaux marines.

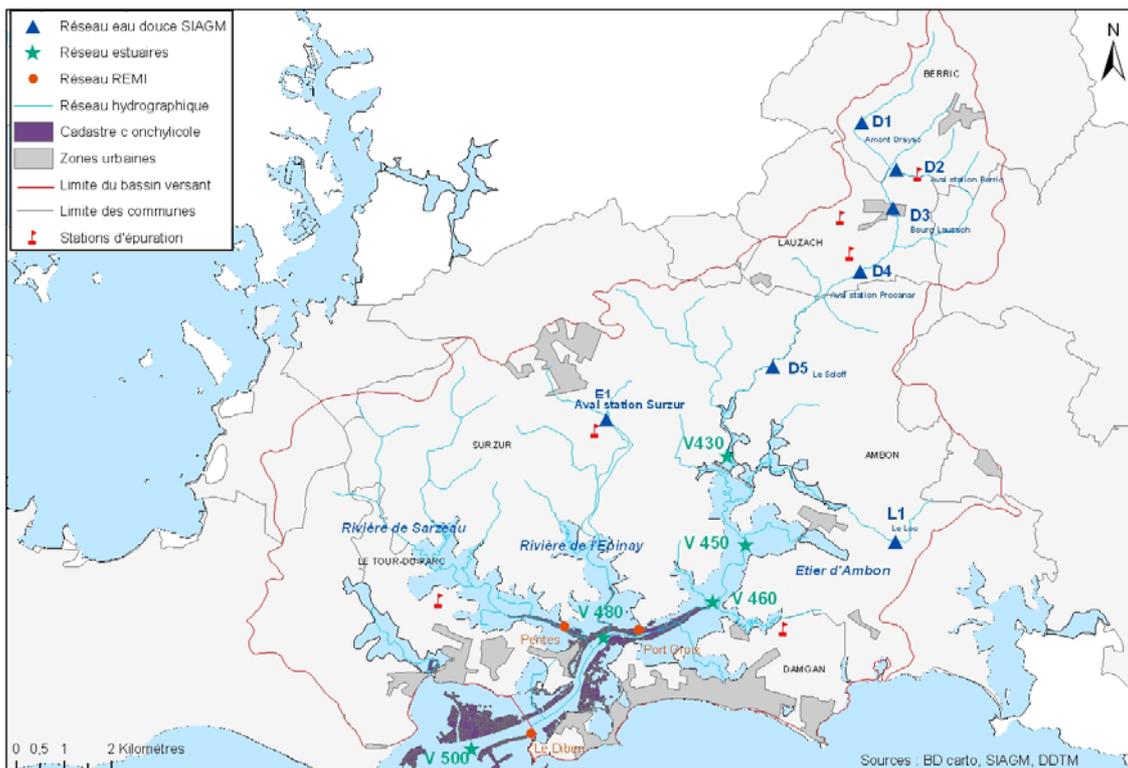


Figure 23 : Localisation des points de prélèvement d'eau.

4.3.2 Caractérisation spatiale et temporelle des résultats du suivi dans l'eau

4.3.2.1 Comparaison des concentrations moyennes en *E. coli* pour les différents points de suivi.

Le point de suivi E1, situé en aval de la station d'épuration de Surzur (figure 24A) présente des concentrations moyennes particulièrement élevées (11000 *E.coli*/100 ml) et une distribution étroite des valeurs.

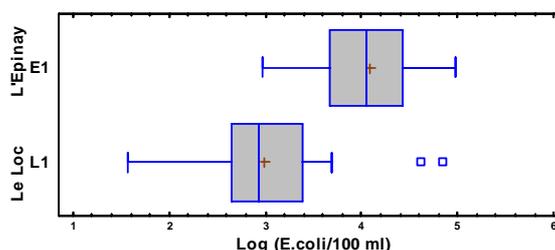
La moyenne géométrique des concentrations, observée au point L1 situé sur le Loc, est de 850 *E. coli*/100 ml. Elle révèle donc des apports contaminants qui pourraient être d'origine agricole, le point étant situé à l'écart des zones urbanisées.

Pour la Drayac, les concentrations moyennes en *E.coli* augmentent de l'amont vers l'aval jusqu'au point D4, puis diminuent légèrement en D5 quelle que soit la période de l'année (figure 24B). La concentration moyenne observée au niveau du point D5 est environ 5 fois supérieure à celle du point D1. L'augmentation observée entre les points D1 et D2 peut être expliquée par les apports de la station d'épuration de Berric. Une nouvelle augmentation est observée au point D3 situé dans le bourg de Lauzach, indiquant probablement la présence de rejets (pluviaux contaminés ou mauvais raccordements) au niveau de cette agglomération. Les rejets de la station d'épuration de l'usine Procanar pourraient être à l'origine de l'augmentation de la valeur moyenne en D4, cette augmentation restant moins marquée que celle observée au niveau du bourg de Lauzach. Enfin, une légère baisse de la concentration moyenne est observée au niveau du point D5, pouvant provenir d'un phénomène de dilution ou d'autoépuration.

En ce qui concerne le réseau estuarien (figure 24C), le point V430 situé au niveau du pont de Billion (point le plus amont) présente une concentration moyenne de 1020 *E. coli*/100ml, du même ordre que celle observée aux points D4 et D5. Les trois points suivants (V450, V460 et V480) présentent des concentrations moyennes comparables entre elles (de 56 à 70 *E. coli*/100ml), nettement plus faibles que celles observées en V430. Sur ces trois points, des valeurs ponctuelles élevées sont observées à plusieurs reprises (points suspects sur le graphique boîtes à moustaches). La concentration moyenne en *E. coli* observée sur le point V500, situé à la sortie de l'estuaire, est encore inférieure à celle des autres points.

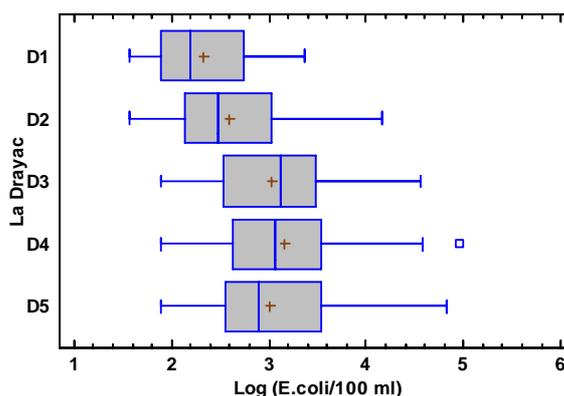
Point	<i>E. coli</i> /100ml (Moyenne géométrique)
E1	11000
L1	850

A : L'Epinay et le Loc (2006-2009)



Point	<i>E. coli</i> /100ml (Moyenne géométrique)
D1	180
D2	320
D3	890
D4	1230
D5	850

B : La Drayac (2006-2009)



Point	<i>E. coli</i> /100ml (Moyenne géométrique)
V430	1020
V450	66
V460	70
V480	56
V500	31

C : Eaux estuariennes (2001-2009)

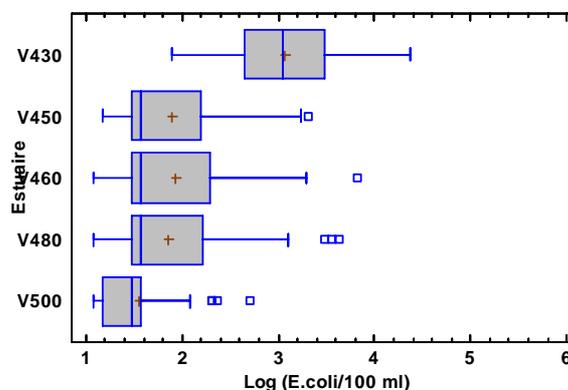


Figure 24 : Concentrations moyennes dans l'eau et résultats sous forme de boîte à moustaches.

La comparaison des résultats d'eau douce et d'eau estuarienne sous forme de boîte à moustaches (figure 24) montre que la distance entre le premier et le troisième quartile est de façon générale plus réduite en estuaire qu'en eau douce, indiquant une plus grande stabilité des résultats des eaux estuariennes.

4.3.2.2 Répartition temporelle des résultats de concentration en *E. coli* dans les eaux.

Afin de vérifier si la saisonnalité des contaminations observée au niveau des coquillages existe également dans les eaux, les concentrations en *E. coli* sont représentées en moyennes mensuelles avec intervalle de confiance à 95 %.

La répartition mensuelle sur le point E1 (figure 25) fait apparaître des moyennes relativement stables au cours de l'année, à l'exception d'une valeur plus élevée au mois de mai.

Au niveau du Loc (point L1), le profil présente des valeurs minimum entre février et avril, puis une augmentation des niveaux à partir du mois de mai, avec une saisonnalité relativement peu marquée sur le reste de l'année.

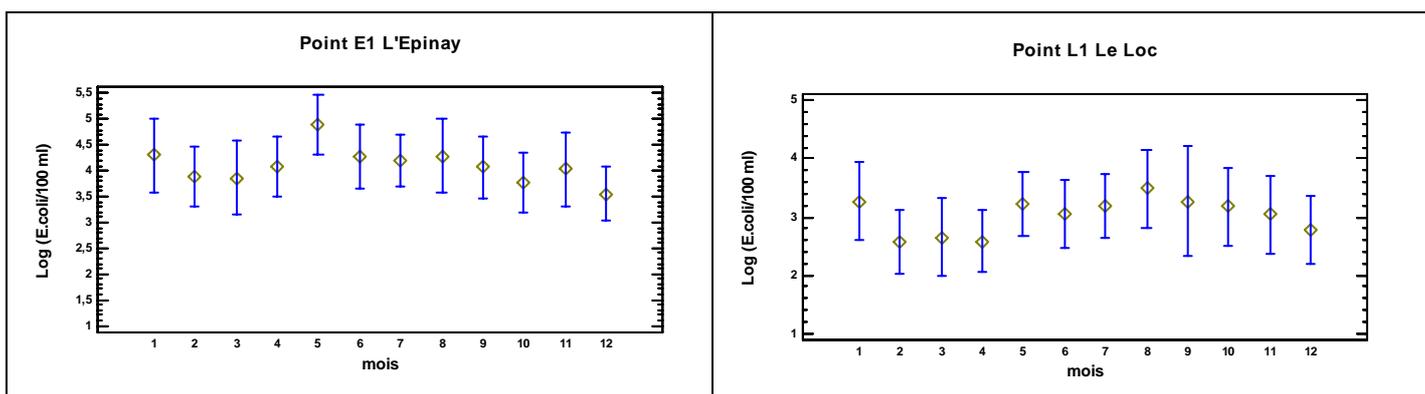


Figure 25 : Répartition mensuelle des résultats des points de suivi sur l'Epinais et le Loc, période 2006-2009 (moyennes avec intervalle de confiance à 95%).

Les cinq points situés sur la Drayac (figure 26) présentent des profils mensuels relativement similaires, avec des maxima de concentration en *E. coli* aux mois de mai, juin et juillet, et des minima en février et mars.

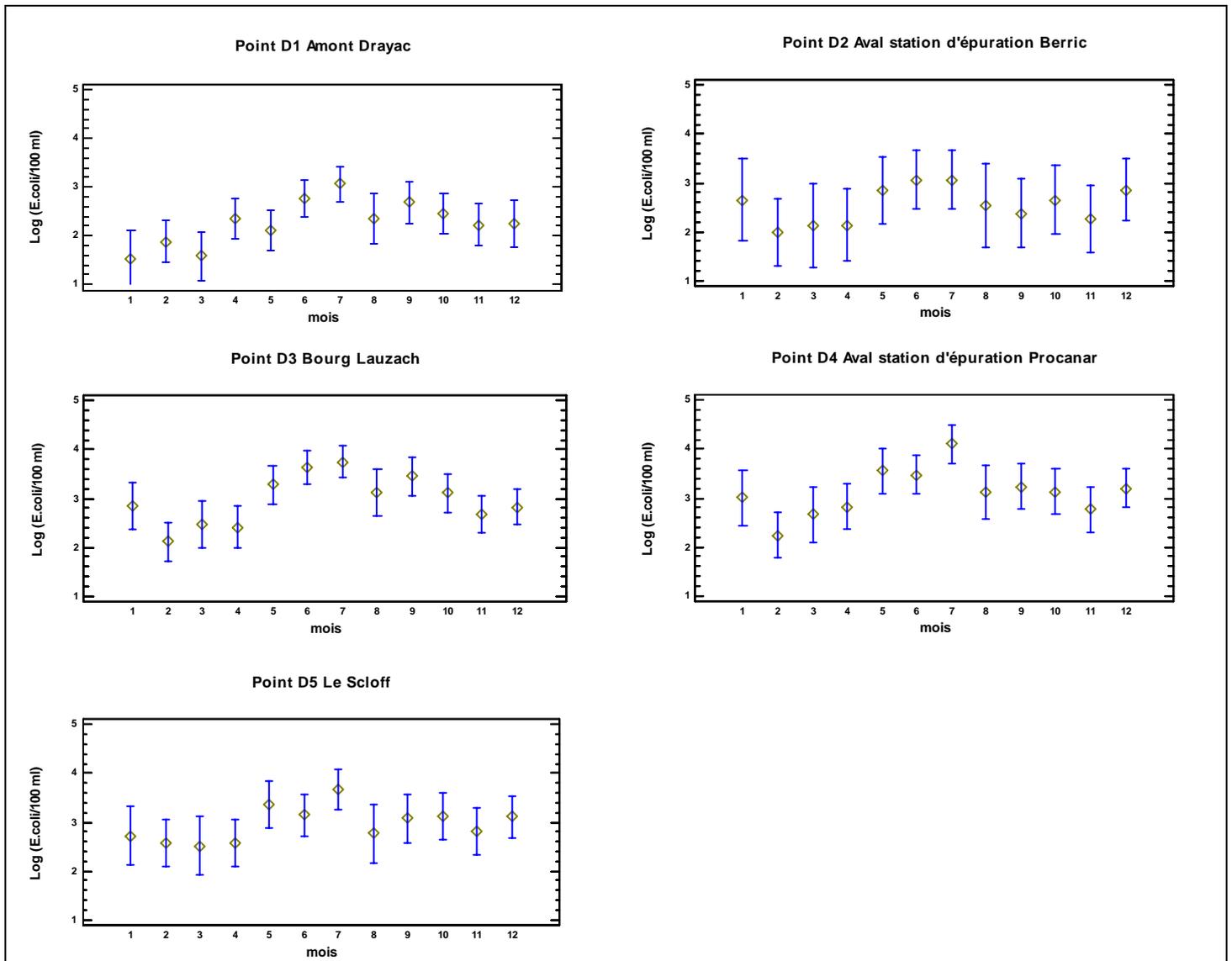


Figure 26 : Répartition mensuelle des résultats des points de suivi sur la Drayac, période 2006-2009 (moyennes avec intervalle de confiance à 95%).

En revanche, les profils mensuels des points situés en estuaire (figure 27) montrent une relative stabilité des résultats sur l'année.

Le point V430 situé en amont présente une légère augmentation des concentrations en fin d'été, suivie d'une diminution en fin d'année.

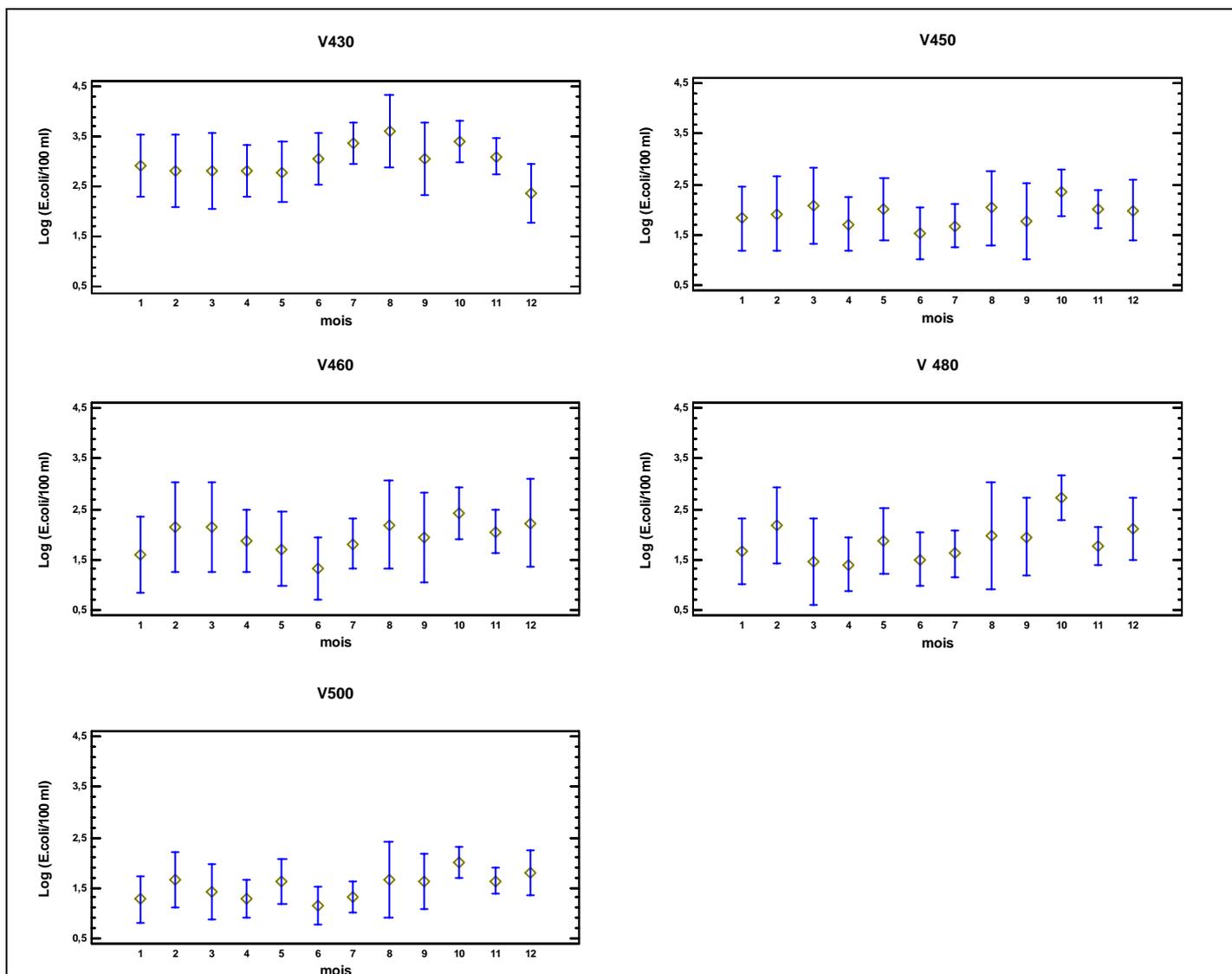


Figure 27 : Répartition mensuelle des résultats des points de suivi Estuaire, période 2001-2006 (moyennes avec intervalle de confiance à 95%).

Les points V450, V460 et V480 présentent des profils semblables, avec une légère baisse des concentrations durant les mois de juin et juillet. Cette diminution intervient alors que les concentrations sont maximales sur la Drayac.

Le point V500 situé à la sortie de l'estuaire présente peu de variabilité dans les résultats, et des intervalles de confiance plus réduits, confirmant la bonne homogénéisation des eaux.

4.3.2.3 Modèle explicatif des contaminations

De même que pour les coquillages, les différents facteurs pouvant influencer sur les concentrations en *E. coli* dans l'eau, ont été testés au moyen du Modèle Linéaire Général. Les résultats sont présentés dans les tableaux 5, 6 et 7.

Sur le point E1 (tableau 5), aucun des facteurs testés n'a d'influence significative sur la variabilité des résultats, en raison probablement du rejet de la station d'épuration de Surzur.

Au niveau du Loc, sur le point L1, seule la pluie de la veille (notée Pluie-1j) a une influence significative sur la variabilité (Probabilité = 0.0001) et permet d'expliquer 56 % de la variance (R^2).

Point	Probabilité test F facteur Pluie -1j	Probabilité test F facteur Mois	Probabilité test F facteur Débit Arz	Rcarré (ajusté)
E1	NS	NS	NS	13 %
L1	0,0001 (+)	NS	NS	56 %

Tableau 5 : Synthèse des résultats du Modèle Linéaire Général pour des points E1 et L1 (Probabilité significative si < 0.05 * NS : Non Significatif * (+) /(-) influence positive ou négative du facteur).

Sur la Drayac, l'analyse (tableau 6) met en évidence une influence significative des facteurs "Pluie de la veille" (notée Pluie-1j) et "Mois" sur la variabilité des concentrations en *Escherichia coli*, pour quatre des points, à l'exception du point D2 situé à l'aval du rejet de la station d'épuration de Berric. Sur ce point, le rejet de la station d'épuration masque probablement l'influence des autres facteurs.

Sur tous les points, la pluie exerce une action positive (+) sur la concentration en *E.coli*, c'est-à-dire que la concentration augmente avec la pluviométrie.

Une influence significative du débit des cours d'eau (débit de l'Arz) a été mise en évidence pour deux points, D1 et D5, ces deux points étant ceux le plus à l'écart d'apports d'origine anthropique. L'influence est négative, traduisant une dilution de la contamination lorsque les débits augmentent.

L'influence des autres facteurs (coefficient de marée, phase de revif/déchêt, année, vacances) a été testée mais ne s'est pas révélée significative dans les conditions de l'analyse.

Les modèles calculés par le logiciel pour les points D1 à D5 (à l'exception de celui du point D2) permettent d'expliquer de 61 % à 75 % de la variance observée (R^2), selon les points, ce qui traduit une bonne performance du modèle avec une influence prépondérante des facteurs testés.

Point	Probabilité test F facteur Pluie -1j	Probabilité test F facteur Mois	Probabilité test F facteur Débit Arz	Rcarré (ajusté)
D1	0,0009 (+)	0,0031	0,0021 (-)	61 %
D2	0,0261 (+)	NS	NS	30 %
D3	0,0000 (+)	0,0000	NS	75 %
D4	0,0003 (+)	0,0006	NS	71 %
D5	0,0000 (+)	0,0046	0,0363 (-)	71 %

Tableau 6 : Synthèse des résultats du Modèle Linéaire Général pour des points D1 à D5 (Probabilité significative si < 0.05 * NS : Non Significatif * (+) /(-) influence positive ou négative du facteur).

Sur les points du réseau estuaires, la variance du paramètre concentration en *Escherichia coli* dans l'eau est principalement expliquée par le facteur pluie, et plus précisément les pluies cumulées sur 2 jours (notées Pluie cum 2j) qui donnent les valeurs de probabilité les plus significatives. Ceci signifie un temps de réponse d'une journée de l'estuaire, aux apports de la Drayac.

En revanche, l'influence du facteur mois sur la variabilité des résultats n'a pas pu être mise en évidence, à l'exception du point V480. De même, l'effet du facteur salinité s'est révélé significatif uniquement sur ce point V480.

Les autres facteurs testés n'ont pas mis en évidence d'influence significative sur les concentrations en *E. coli*.

Point	Probabilité test F facteur Pluie cum 2j	Probabilité test F facteur Mois	Probabilité test F facteur Salinité	Rcarré (ajusté)
V430	0.0022 (+)	NS	NS	27 %
V450	0.0038 (+)	NS	NS	16 %
V460	0.0321 (+)	NS	NS	8 %
V480	0.0105 (+)	0.0334	0.0127 (-)	45 %
V500	0.0371 (+)	NS	NS	20 %

Tableau 7 : Synthèse des résultats du Modèle Linéaire Général pour des points du réseau Estuaire (Probabilité significative si < 0.05 * NS : Non Significatif * (+) /(-) influence positive ou négative du facteur).

Les Rcarré sont dans l'ensemble beaucoup moins élevés que ceux des résultats d'eau douce, ce qui suggère une influence d'autres facteurs, probablement très locaux ou aléatoires. La dilution des apports dans l'estuaire, ainsi que le mélange avec les eaux marines peu contaminées peuvent également expliquer ce résultat.

Le R^2 le plus élevé (45 %) est obtenu pour le point V480 dont la variance est expliquée par les trois facteurs, pluie, mois et salinité. Cette influence négative de la salinité pourrait s'expliquer par des apports d'eau douce contaminée, mais dont l'origine ne peut être précisée avec les résultats actuels, le point V480 se situant à la confluence de plusieurs bras de la rivière de Pénerf.

4.3.3 Synthèse des données eaux

Sur l'Epinay :

L'effet de la pluie n'est pas mis en évidence, il y a peu de variations saisonnières
Les concentrations se situent autour de 10000 E.coli/100ml d'eau
Le point est sous influence des rejets de la station d'épuration de Surzur.

Sur le Loc

L' effet pluie est très significatif , l'effet du mois n'est pas mis en évidence
Les concentrations se situent autour de 850 E.coli/100 ml d'eau

Sur la Drayac :

La variance est expliquée par la pluie de la veille et le mois excepté pour le point sous influence de la station d'épuration de Berric
La saisonnalité est très marquée sur tous les points, avec un maximum de concentration de mai à juillet
Les concentrations en <i>E.coli</i> sont en augmentation de l'amont vers l'aval , à l'exception d'une légère diminution entre les points D4 et D5
Les concentrations sur le point D5 se situent autour de 850 E.coli/100 ml

Dans l'estuaire :

L'effet du mois sur la variabilité des résultats n'est pas significatif .
L'effet de la pluie (pluies cumulées sur 2 jours) est significatif sur tous les points mais il est cependant moins marqué qu'en eau douce.
Les concentrations sont légèrement plus faibles durant les mois de juin et juillet
Sur le point amont (V430) les concentrations sont de même niveau que celles observées sur la Drayac au point D5 (environ 1000 <i>E.coli</i> /100ml)
Les concentrations sont stables sur les trois points de l'estuaire (environ 70 <i>E.coli</i> /100ml d'eau) et diminuent en sortie d'estuaire (35 <i>E.coli</i> /100ml)

4.3.4 Discussion

Le point de suivi E1, situé en aval de la station d'épuration de Surzur est nettement influencé par son rejet. Le niveau de contamination moyen élevé (11000 *E.coli*/100 ml) atteste qu'il n'y a pas ou peu de dilution dans le ruisseau, les résultats d'auto surveillance de la station d'épuration fournis par l'exploitant donnant des valeurs similaires.

Malgré ces concentrations importantes, le ruisseau de l'Epinay n'est pas obligatoirement la principale source d'apport de bactéries en rivière de Pénerf. En effet, la hiérarchisation des sources de contamination doit se faire en mesures de flux et non de concentration. De plus, le point étant situé relativement haut sur la rivière de l'Epinay, il est possible que le temps de survie limité des *E.coli* en milieu naturel entraîne une diminution des concentrations avant l'arrivée des eaux en estuaire.

Sur la Drayac, malgré des niveaux de contamination différents entre les points, les profils saisonniers sont semblables sur tous les points. Les valeurs élevées des mois de mai à juillet ne sont pas systématiquement liées à des épisodes pluvieux. L'augmentation ne semble pas non plus pouvoir être expliquée par les épandages agricoles qui ont lieu plus tôt dans l'année, ni par l'arrivée d'habitants saisonniers, ces points étant tous situés en amont du bassin versant, où la pression touristique est faible. En revanche, l'augmentation de la concentration pourrait être liée à la diminution printanière des débits des cours d'eau, entraînant une dilution moindre des apports. La relation entre contamination de l'eau et débit n'a pas pu être mise en évidence sur tous les points avec les données de débit de l'Arz mais il serait nécessaire de réaliser l'analyse avec des données de débit des cours d'eau du bassin versant de Pénerf.

Au niveau de l'estuaire, les similitudes des résultats entre le point V430 et le point D5 (aval Drayac) signifient que la dilution des eaux est très faible en amont de l'estuaire. Les niveaux de contamination relativement proches indiquent soit une dilution faible, soit la présence de nouvelles sources de contamination entre les deux points.

Dans la partie centrale de l'estuaire, il existe en revanche une bonne homogénéisation des eaux, attestée par les résultats similaires enregistrés sur les points V450, V460 et V480. La dilution est importante, un facteur 15 existant entre la concentration moyenne sur ces points et la concentration moyenne en amont. Une dilution supplémentaire est observée à l'extérieur de l'estuaire sur le point V500. La dilution est probablement responsable de l'absence de l'effet du mois sur les résultats obtenus en estuaire. L'effet de la pluie reste cependant significatif, indiquant une réponse de l'estuaire aux apports d'eau douce par ruissellement.

Les différences saisonnières de concentration observées sur la Drayac ne sont pas mises en évidence dans l'estuaire. Les concentrations les plus faibles se situent en juin et en juillet, lorsque celles-ci sont maximales sur la Drayac. L'explication pourrait se trouver soit dans la moindre survie des microorganismes en mer en raison de l'augmentation des rayons UV au printemps-été (Pommepuy et al. 1991; Troussellier et al. 1998), soit dans la diminution des débits des rivières, limitant de ce fait les flux apportés par la Drayac. Une analyse des résultats calculés en flux plutôt qu'en concentration fournirait probablement des informations différentes, comme cela a été observé en estuaire de Penzé (Piriou et Droit 2001).

Le profil mensuel en estuaire ne met pas non plus en évidence d'augmentation significative de concentration en fin d'été, comme observé dans les coquillages. Cependant, la stratégie de prélèvements appliquée à ce réseau de suivi (6 résultats par an) est insuffisante pour permettre une bonne analyse de la saisonnalité. De plus, la stratégie n'a pas toujours été respectée au cours de la période avec des disparités interannuelles importantes (aucun prélèvement réalisé aux premiers semestres des années 2006 et 2007). De manière générale, il est assez difficile de mettre en relation des concentrations d'*E.coli*, très variables en eau de mer, avec des concentrations dans les coquillages.

A la lecture de ces résultats, les contaminations saisonnières observées dans les coquillages, et en particulier à Pentès, ne semblent pas liées aux apports de la Drayac, ni à une augmentation des concentrations en *E. coli* dans l'eau de l'estuaire.

Ces conclusions doivent toutefois être relativisées par le fait que les données traitées proviennent de trois sources différentes (REMI, SIAGM et DDTM) et ont été acquises selon des stratégies et à des fréquences diverses. Une harmonisation entre les stratégies d'échantillonnage permettrait un traitement statistique plus fiable.

La présence d'apports locaux, non décelables dans les échantillons d'eau, pourrait enfin être une des explications des contaminations sur les coquillages.

5 PROPOSITION DE SUIVI SUPPLEMENTAIRE

La synthèse des informations acquises au cours de cette étude permet de proposer un renforcement des différents suivis existants, afin d'essayer de préciser l'origine des contaminations observées sur les coquillages.

La figure 28 présente la localisation des points de suivi supplémentaires.

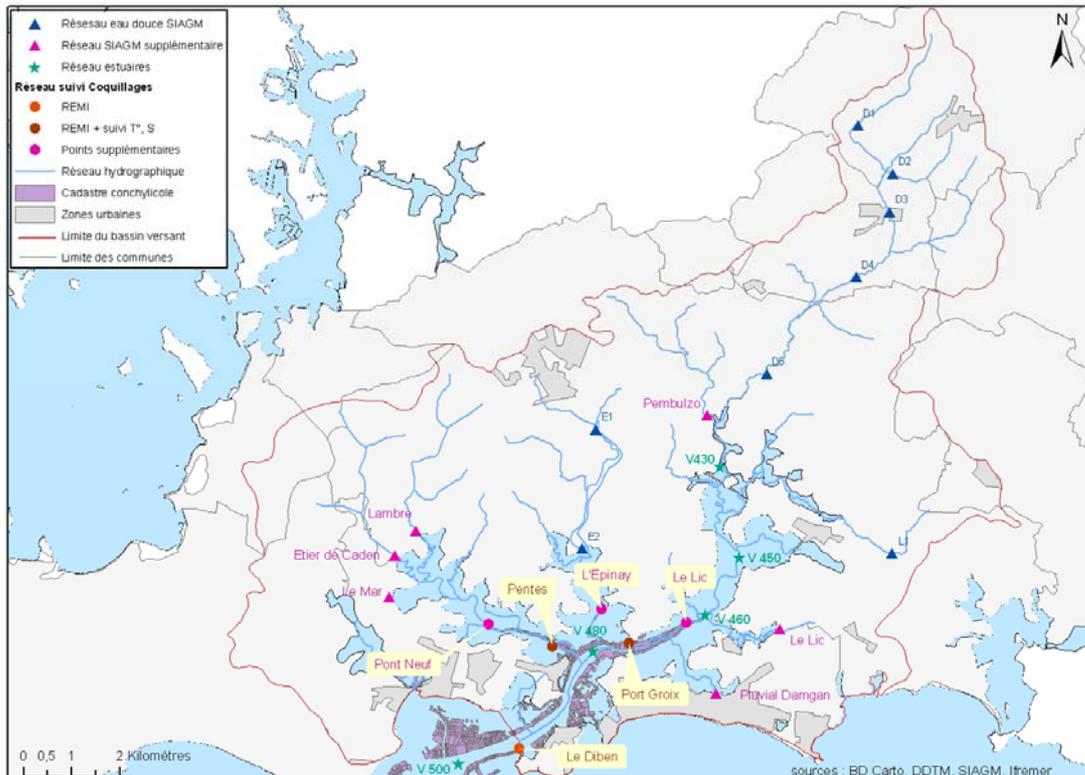


Figure 28 : Localisation des points de prélèvement supplémentaires.

5.1 Renforcement du réseau eaux douces

Le réseau de suivi des eaux douces mis en œuvre par le SIAGM a démarré en juin 2006, et n'a adopté une fréquence mensuelle que depuis janvier 2008. Le nombre de résultats par mois (compris entre 2 et 4 selon les mois) est insuffisant pour comprendre le fonctionnement saisonnier, observé principalement sur la Drayac. Les analyses devront être poursuivies afin d'acquérir des données supplémentaires, plus régulières afin de mieux cerner les épisodes de pollution éventuels.

Le point de suivi du ruisseau de l'Epinais se trouve à l'aval de la station d'épuration de Surzur, il est directement influencé par ses rejets. Avant l'arrivée dans l'estuaire, ce ruisseau circule dans une vaste zone de marais qui pourrait avoir une influence sur les concentrations rejetées en rivière de Pénerf. En effet, ce type de milieu possède un pouvoir épurateur reconnu. Pour compléter les informations à ce sujet, un point de suivi supplémentaire a déjà été introduit à l'aval du marais de l'Epinais depuis janvier 2010.

Concernant les autres affluents de la rivière de Pénerf : le Lic, le ruisseau du Pambulzo et les ruisseaux alimentant la rivière de Sarzeau, les informations sur la qualité de l'eau sont très insuffisantes. L'association "CAP 2000" a effectué entre 2005 et 2009 des prélèvements ponctuels sur ces points lors des périodes d'alerte du réseau REMI. Les résultats n'ont pas pu faire l'objet d'un traitement statistique identique à celui des réseaux en raison de la répartition non homogène des prélèvements au cours du temps. Ce suivi a néanmoins permis de mettre en évidence de fortes contaminations au niveau de l'émissaire du réseau d'eaux pluviales de Damgan.

Le nombre de points de prélèvements du réseau de suivi de la qualité des cours d'eau du SIAGM sera donc augmenté avec l'ajout de :

- Le Mar, Etier de Caden et Lambré pour le suivi des apports en rivière de Sarzeau,
- Pambulzo pour le suivi des apports au niveau du pont de Billion,
- Le Lic et le rejet pluvial de la commune de Damgan.

La fréquence des prélèvements sur l'ensemble de ces points sera doublée pour devenir bimensuelle afin d'augmenter la probabilité de détecter des épisodes de contamination.

Les mesures de concentration en *E.coli* dans l'eau ne sont pas suffisantes pour comparer entre eux les apports des différents bassins versants, l'approche par flux journaliers d'*E.coli* semblant plus pertinente (Piriou et Droit 2001). En effet, l'étude réalisée sur l'estuaire de la Penzé a montré une relation meilleure entre les flux de bactéries provenant du bassin versant et la contamination des coquillages, qu'entre les concentrations d'*E.coli* mesurées dans l'eau de mer et les coquillages. Parallèlement aux prélèvements, des mesures de débit seront donc effectuées afin de permettre des calculs de flux aux principaux exutoires.

5.2 Renforcement du réseau coquillages

Les résultats du réseau REMI montrent un fonctionnement différent des points Port Groix et Pentes, ce dernier étant le plus exposé aux contaminations. Situé à la confluence des rivières de Sarzeau et de l'Epinay, il pourrait en effet être sous l'influence de l'une de ces deux rivières. L'absence de données sur ces secteurs ne permet pas de le confirmer.

Afin de pallier ce manque, trois points de prélèvement supplémentaires de coquillages seront créés en concertation avec les ostréiculteurs :

- Le point "Pont Neuf" situé en rivière de Sarzeau en amont de Pentes,
- Le point "L'Epinay" situé dans l'estuaire du même nom,
- Le Point "Le Lic" situé en amont de Port Groix à la confluence de l'estuaire du Lic.

Ces points de prélèvement devraient permettre d'identifier l'étier à l'origine des contaminations observées à Pentes, en examinant les corrélations entre les points, ou à défaut de conclure à des apports bactériens très locaux.

La fréquence d'échantillonnage sur les points du réseau REMI deviendra également bimensuelle, les prélèvements étant réalisés simultanément à ceux d'eau douce afin de pouvoir comparer les apports amont et la qualité des coquillages en aval.

5.3 Acquisition de données haute fréquence

La salinité est un paramètre important dans la connaissance du fonctionnement d'un estuaire. Elle évolue en fonction des apports d'eau douce, potentiellement porteurs de contaminations fécales.

Des mesures de salinité permettront de suivre le délai d'arrivée des eaux douces dans l'estuaire, mais aussi d'estimer le temps nécessaire à l'homogénéisation des deux masses d'eau. De plus, une dessalure par temps sec peut révéler un apport d'eau douce local, susceptible également de contaminer les coquillages.

Afin d'acquérir ce type d'informations, une sonde de mesure de Température et Salinité automatique sera placée sur les points Pentes et Port Groix (photo 1) sur la durée de l'étude.



Sonde de mesure placée dans une poche sous la table ostréicole

Photo 1 : Table ostréicole à Pentes avec sonde de mesure de température et salinité

Cette étude complémentaire sera réalisée du mois d'août 2010 au mois de septembre 2011 afin d'acquérir des informations sur une année complète.

6 CONCLUSION

L'exploitation des données des trois réseaux de suivi a permis de fournir des éléments utiles dans la caractérisation des contaminations d'origine fécale dans les coquillages en rivière de Pénerf. Un certain nombre d'informations ont ainsi pu être acquises.

Au niveau du bassin versant de Pénerf, les pluies ont une influence sur les résultats de colimétrie dans les coquillages mais ce facteur n'est pas prépondérant, à l'inverse de ce qui a été démontré sur d'autres secteurs, dans l'étang de Thau (Ifremer 2007) ou en rivière du Belon (Monfort et al. 2006) par exemple. Le facteur mois s'est révélé être une caractéristique essentielle dans le déterminisme des contaminations, avec des augmentations de concentration en *E.coli* dans les coquillages débutant en fin d'été. Cette saisonnalité coïncide avec la saison touristique, mais les résultats médiocres se prolongent bien au-delà.

Les résultats semblent indiquer que l'augmentation des concentrations automnales dans les coquillages, et principalement à Pentes n'est pas majoritairement liée aux apports de la Drayac. Les analyses réalisées dans le cadre du suivi supplémentaire devraient permettre, soit de révéler l'existence d'une source de contamination en provenance d'un autre sous-bassin versant, soit de s'orienter vers une origine plus locale des contaminations. Dans ce dernier cas, des investigations poussées seraient nécessaires localement afin d'identifier le ou les sources de contamination. Un diagnostic des chantiers ostréicoles a déjà été réalisé par le SIAGM dans le cadre d'un contrat de bassin versant, et la vérification des assainissements non collectifs a été faite au niveau du SPANC. Un contrôle de la remise aux normes des assainissements non conformes devra être entrepris.

Les différences de fonctionnement observées entre les points Pentes et Port Groix ne devront pas être oubliées dans l'analyse des résultats, chacun des points pouvant être impacté par une source différente de contamination.

Les mesures de débit seront un élément indispensable pour calculer les flux et aboutir ainsi à une hiérarchisation des différentes sources de pollution potentielle sur le bassin versant, en vue de prioriser les actions de reconquête vers les secteurs les plus contributifs. En outre, ces données pourraient à terme être injectées dans un modèle hydrodynamique afin de comprendre le devenir des différents contaminants dans l'estuaire.

A l'issue de l'étude complémentaire, il pourrait être possible de recourir à de nouveaux types d'analyses afin de confirmer ou d'infirmer l'origine des contaminations suspectées. En effet, un projet de recherche est en cours sur la mise au point de méthodes d'identification de l'origine humaine ou animale des rejets par biologie moléculaire, ou par voie biochimique. Ces techniques, lorsqu'elles seront validées, ouvriront de nouvelles perspectives dans les investigations sur les origines des contaminations. En fonction des connaissances déjà acquises au cours de l'étude, il sera alors possible d'optimiser le recours à de telles analyses, qui sont relativement longues et coûteuses.

BIBLIOGRAPHIE

- CAPRAIS M.P., GOURMELON M., LE MENNEC C. et JOUBREL R.**, 2008. Identification de l'origine de la contamination observée en baie de la Baule. Rapport Ifremer, 45p.
- DE WAVRECHIN M.**, 2006. Diagnostic des sources de contamination bactériologique à l'échelle d'un bassin versant - Rivière de Pénerf (56). Rapport DDAF 56, 58p.
- DE WAVRECHIN M.**, 2007. Analyse du risque de pollution par les exploitations d'élevage. Recherche de rejets issus de l'assainissement. Rapport DDAF 56, 36p.
- DUBREIL J.**, 2001. Réflexion sur la notion d'indicateur de risques sanitaires liés au rejet d'eaux usées en milieu littoral - Mémoire ENSP, 90p.
- DUPRAY E.**, 1999. Rejets agricoles et bactériologie (Baie de la Fresnaye). Rapport Ifremer, 72p.
- ERNEWEIN T.**, 2007. Recherche des sources de pollution bactériologiques sur le bassin versant de la rivière de Pénerf. Rapport DDAF 56, 34p.
- IFREMER**, 2009. Evaluation de la qualité des zones de production conchylicole. Département du Morbihan. Rapport interne, 82p.
- IFREMER**, 2007. Synthèse des résultats REMI Etang de Thau Période 1997-2006. Rapport interne, 48p.
- MONFORT P., HERVIO-HEATH D., CAPRAIS M.P., POMMEPUY M., ANNEZO J.P., LOAC S., LE MENNEC C., GUILLERM E., BOULBEN S., BILIEN., BONSOR R., PORTER J., et PICKUP R.**, 2006. Le bassin versant du Bélon : vers une restauration durable de la qualité bactériologique des eaux estuariennes. Rapport, 119p.
- PIRIOU J.Y. et DROIT J.**, 2001. Apports nutritifs et bactériens en estuaire de Penzé. Rapport Ifremer, 124 p.
- POMMEPUY M., DUPRAY E., GUILLAUD J.F., DERRIEN A., L'YAVANC J. et CORMIER M.**, 1991. Rejets urbains et contamination fécale. Oceanologica Acta, Actes de colloque Lille, pp 321-327
- POMMEPUY M. and LE GUYADER F.**, 1998. Molecular approaches to measuring microbial marine pollution. Curr. Opin.biotech. 9(3) : pp 292-299.
- SCHWARTZ D.**, 1995. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 4^{ème} édition, Médecine sciences Flammarion, 313p.
- SIAGM**, 2005. Diagnostic participatif du bassin versant de la rivière de Pénerf. Rapport, 75p.
- TROUSSELLIER M., BONNEFONT J.L., COURTIES C., DERRIEN A., DUPRAY E., GAUTHIER M., GOURMELON M., JOUX F., LEBARON P., MARTIN Y and POMMEPUY M.**, 1998. Responses of enteric bacteria to environmental stresses in seawater. Oceanologica Acta 21(6) : pp 965-981.

ANNEXES

ANNEXE 1 : FONCTIONNEMENT DU RESEAU REMI

Créé en 1989, puis révisé en 1997, le REMI, réseau de contrôle microbiologique des zones de production conchylicoles permet de surveiller les zones de production de coquillages exploitées par les professionnels, classées A, B et C par l'Administration. Sur la base du dénombrement des *E. coli* dans les coquillages vivants, le REMI permet d'évaluer les niveaux de contamination microbiologique et de suivre leurs évolutions, de détecter et suivre les épisodes inhabituels de contamination. Il comprend un dispositif de surveillance régulière et un dispositif d'alerte ⁹.

En surveillance régulière, les prélèvements de coquillages sont effectués mensuellement, ou si le niveau de contamination de la zone est stable, de façon bimestrielle.

L'estimation de la qualité des zones de production est déterminée sur la base des résultats acquis en surveillance régulière sur les 3 dernières années calendaires, interprétés par rapport aux seuils réglementaires, pour chaque groupe de coquillages, selon le règlement européen N° 854/2004 en vigueur depuis le 01/01/2006 (figure 1).

Nombre d' <i>Escherichia coli</i> dans 100 g (C.L.I) ⁻¹	
Classe	230 1 000 4 600 46 000
A	100 %
B	≥ 90 % ≤ 10 %
C	100 %

% de résultats devant respecter le seuil

Figure 1: Seuils microbiologiques réglementaires

Trois groupes de coquillages ont été définis :

- Groupe 1 : Echinodermes et tuniciers
- Groupe 2 : Coquillages fousseurs
- Groupe 3 : Coquillages non-fousseurs

Des mesures de gestion avant mise sur le marché sont définies selon la qualité de la zone :

- Zones A : Vente directe des coquillages autorisée
- Zones B : Purification ou reparcage nécessaire
- Zones C : Reparçage de longue durée
- Zones D : (dans lesquelles les critères des zones C ne sont pas respectés) : Exploitation des coquillages interdite.

⁹<http://wwz.ifremer.fr/envlit/surveillance/>

Chaque année, les Laboratoires Environnement Ressources de l'Ifremer évaluent la qualité microbiologique des zones et vérifient la conformité par rapport au classement de la zone (Ifremer 2009). Le rapport est transmis à l'Administration en vue de la révision des classements de zone, définis par arrêté préfectoral.

La surveillance en alerte est organisée en niveaux successifs (niveau 0 : risque de contamination; niveau 1 : contamination détectée; niveau 2 : contamination persistante), le dispositif se traduisant par l'émission immédiate d'un bulletin, principalement vers les administrations de façon à ce que l'autorité compétente puisse prendre les mesures adaptées en terme de protection de la santé des consommateurs.

Le niveau 0 correspond à une alerte déclenchée de façon préventive, suite à une information d'un tiers concernant un risque de contamination (problème sur un réseau ou une station d'épuration, rupture de fosse à lisier, événement météorologique).

Le niveau 1 correspond à une contamination détectée, soit dans le cadre de la surveillance régulière, soit dans le cadre d'une alerte préventive.

Le déclenchement d'une alerte, 0 ou 1, entraîne la réalisation d'un prélèvement, dès que possible, sur la zone concernée.

Des seuils d'alerte ont été définis pour chaque classe :

- Zone A : 1000 *E.coli*/100g CLI
- Zone B : 4600 *E.coli*/100g CLI
- Zone C : 46000 *E.coli*/100g CLI

Si les résultats sont inférieurs aux seuils d'alerte définis, le dispositif d'alerte est levé. Dans le cas contraire, le niveau 2 correspondant à une contamination persistante est déclenché. Une surveillance hebdomadaire est alors mise en place jusqu'à la levée de l'alerte qui intervient suite à deux séries consécutives de résultats inférieurs aux seuils définis.

Dans le cas d'un résultat compris entre 230 et 1000 *E.coli* /100g CLI pour une zone A, un bulletin d'information est diffusé, mais ne déclenche pas de mesures particulières.

Dans le département du Morbihan, dans le cadre des alertes préventives, un système d'alertes pluviométriques a été mis en place depuis 2006. En cas de cumul de pluviométrie sur 24 h supérieur à 20 mm (données fournies par Météofrance), des prélèvements sont déclenchés sur les points REMI de la rivière d'Etel et de Pénerf, secteurs sensibles du département.

ANNEXE 2 : NOTION D'EQUIVALENT HABITANT

Afin d'encadrer les rejets des stations d'épuration, de plus en plus nombreuses, plusieurs réglementations ont été édictées. Au niveau national, l'arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement, fixe les normes de rejet pour différents paramètres : Demande Biochimique en Oxygène (DBO5), Demande Chimique en Oxygène (DCO), Matières en Suspension (MES), Azote et Phosphore.

Dans le but de codifier la pollution journalière rejetée par habitant, la notion d'Equivalent Habitant a été créée afin de faciliter les calculs de charge dans les stations d'épuration.

Ces Equivalent Habitants ont été établis pour les paramètres entrant dans la réglementation et sont fixés par jour à :

- 150 l de volume rejeté,
- 60 g de DBO5,
- 120 g de DCO,
- 90 g de MES,
- 15 g d'Azote
- 4 g de Phosphore

Le paramètre *Escherichia coli* n'entrant pas dans la réglementation, la correspondance en Equivalent Habitant a été définie par une étude scientifique à $2,14 \cdot 10^9$ *E.coli*/habitant/jour (Dupray 1999), valeur couramment utilisée aujourd'hui.

Cette notion permet de plus une comparaison entre les rejets de différentes origines, la même estimation ayant été réalisée pour les animaux : les bovins rejettent 5 EH/jour, les porcins 30 EH, et les volailles 0,06 EH.