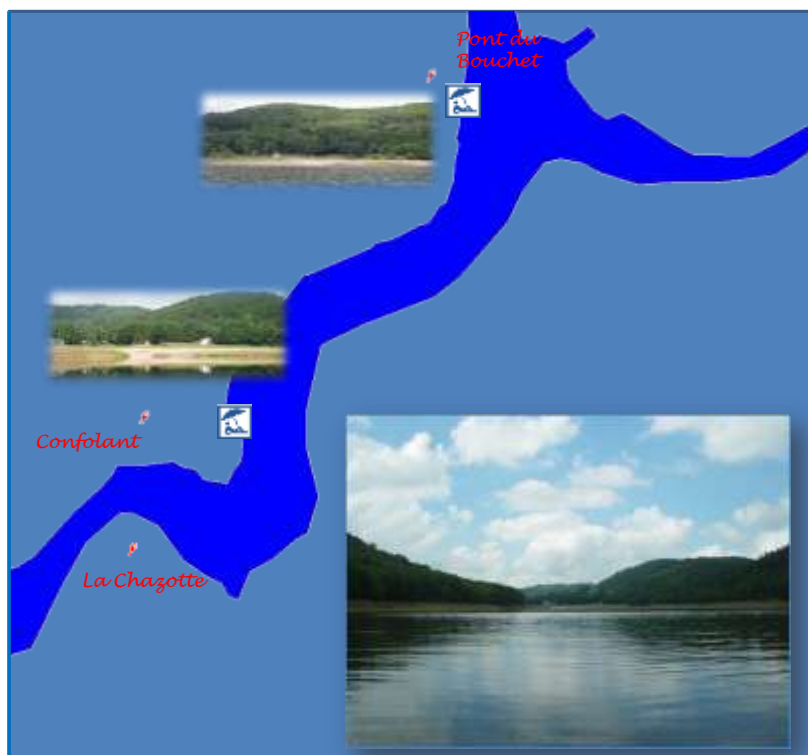


2012

PROFIL DE BAIGNADE DES PLAGES DE CONFOLANT ET PONT DU BOUCHET (Commune de Miremont) RETENUE DES FADES BESSERVE



ATHOS environnement
www.athos-environnement.fr
Université Blaise Pascal
UFR Sciences et Technologies
24 Avenue des Landais -BP 80026
63171 Aubière Cedex
tel (33) 04 73 40 50 90
fax (33) 04 73 40 50 91



MAITRE D'OUVRAGE :	Syndicat Intercommunal de la Retenue des Fades Besserve
INTERLOCUTEUR PRINCIPAL :	Madame Claudie PORTE
TITRE :	Profil baignade des plages de Confolant et Pont du Bouchet
MOTS-CLES :	Profil baignade, SIRB, Escherichia Coli, Entérocoques intestinaux, cyanobactéries, qualité d'eau, Directive 2006/7/CE, Directive 76/160/CEE ; Circulaire DGS SD 7, ARS du Puy de Dôme, retenue des Fades Besserve
DATE D'EDITION :	Avril 2012
STATUT :	Rapport final
NOMBRE D'EXEMPLAIRES EDITES :	3
NOMBRE DE PAGES :	175 (+42)
AUTEUR :	Magalie SKALJAC
VERIFICATION :	Romain GUIHENEUF, Marie-Eve PENIDE
APPROBATION :	Antoine THOUVENOT
TRAVAIL DE LABORATOIRE ET DE TERRAINS :	Marion BIGOT, Magalie SKALJAC, Marie-Eve PENIDE, Marion SABART (Projet PROPECY - LMGE), Antoine THOUVENOT, Romain GUIHENEUF
REALISATION :	

UNIVERSITE BLAISE PASCAL-
UFR Sciences et Technologiques

ATHOS environnement
S.A.R.L. au capital de 41 000€



24 Avenue des Landais – BP 80026 63171 Aubière Cedex

☎ 04 73 40 50 90 - Fax 04 73 40 50 91

✉ contact@athos-environnement.fr

www.athos-environnement.fr
SIRET 53127648300017

SOMMAIRE

1	CONTEXTE GENERAL	8
1.1	Contexte réglementaire.....	9
➤	<i>Suivi bactériologique</i>	<i>9</i>
➤	<i>Suivi cyanobactéries</i>	<i>10</i>
1.2	Le profil baignade	11
1.3	Choix du type de profil	12
1.4	Devenir du profil baignade	13
	PHASE 1 : ÉTAT DES LIEUX.....	14
2	PRESENTATION DE LA ZONE DE BAIGNADE.....	15
2.1	Les plages de Confolant et Pont du Bouchet.....	15
2.2	Usages du plan d'eau	18
3	DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE	18
3.1	Contexte géographique.....	19
3.2	Le SAGE Sioule.....	19
3.3	Contexte hydrographique	21
3.3.1	<i>Bassin versant général</i>	<i>21</i>
3.3.2	<i>Bassins versants des plages de Confolant et Pont du Bouchet et définition de la zone d'influence</i>	<i>22</i>
4	CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES.....	25
4.1	Sous-sol, Sol et Hydrographie	25
4.1.1	<i>Géologie.....</i>	<i>25</i>
4.1.2	<i>Pédologie</i>	<i>26</i>
4.1.3	<i>Hydrogéologie</i>	<i>27</i>
4.1.4	<i>Topographie</i>	<i>27</i>
4.1.5	<i>Contexte hydrologique</i>	<i>29</i>
5	OCCUPATION DU SOL	29
6	CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES ET CLIMATIQUES	31
6.1	Contexte climatique	31
6.1.1	<i>Pluviométrie.....</i>	<i>32</i>
6.1	Caractéristiques de la retenue – déplacement des masses d'eau.....	35
7	CONTEXTE DEMOGRAPHIQUE ET ECONOMIQUE	39
7.1	Population.....	39
7.1.1	<i>Capacité d'accueil</i>	<i>42</i>
7.1.2	<i>Estimation de la capacité d'accueil estivale.....</i>	<i>43</i>
7.1.3	<i>Fréquentation de la zone de baignade</i>	<i>44</i>
7.2	Activités.....	45
7.2.1	<i>Activités artisanales, industrielles, et de services</i>	<i>45</i>
7.2.2	<i>Agriculture</i>	<i>45</i>
8	ETUDE DE LA QUALITE DU MILIEU AQUATIQUE	46

8.1	Prérequis sur les méthodes d'évaluation de la qualité de l'eau de baignade	46
8.1.1	Directive 76/160/CEE : Evaluation de la qualité de l'eau de baignade	47
8.1.2	Directive 2006/7/CE : Evaluation de la qualité de l'eau de baignade	48
8.2	Qualité microbiologique des eaux de baignade de Confolant et Pont du Bouchet.....	51
8.2.2	Selon la directive 2006/7/CE	54
8.3	Transparence de l'eau	60
8.4	Episodes de prolifération phytoplanctonique	61
8.4.1	Qu'est-ce qu'une cyanobactérie ?	63
8.4.2	Pourquoi peuvent-elles se développer si abondamment ?	64
8.4.3	Risques sanitaires	65
8.4.4	Estimation du Risque Potentiel de prolifération de cyanobactéries	66
8.4.5	Analyse des données existantes.....	71
8.5	Qualité physico-chimique de l'hydrosystème	80
8.5.1	Qualité physico-chimique de la retenue des Fades-Besserve	80
9	INVENTAIRE DES SOURCES DE POLLUTION.....	82
9.1	Ecoulements naturels	83
9.2	Contexte de l'Assainissement	83
9.2.1	L'assainissement collectif.....	85
9.2.2	Assainissement des eaux pluviales	87
9.2.3	L'assainissement non collectif (ANC)	88
9.2.4	Mauvais usages.....	91
9.3	Le contexte agricole	91
9.3.1	L'élevage	92
9.3.2	Les épandages.....	92
9.3.3	Les pratiques agricoles	92
10	SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTIONS PONCTUELLES ET/OU ACCIDENTELLES	93
10.1	Conditions d'accès des animaux à la plage.....	93
10.1.1	Les animaux domestiques	93
10.1.2	La faune sauvage	93
10.2	Pêche et population piscicole.....	97
10.2.1	Pollution d'origine halieutique.....	97
10.2.2	Gestion piscicole et qualité de l'eau	97
10.3	Baignade.....	98
10.3.1	Macro-déchets.....	98
11	SYNTHESE DES SOURCES DE POLLUTION POUR LES Baignades de Confolant et Pont du Bouchet	99
	PHASE 2 : DIAGNOSTIC.....	102
12	CARACTERISATION DES SOURCES DE POLLUTION BACTERIOLOGIQUES	
	103	
12.1.1	Cours d'eau.....	103
12.1.2	Assainissement	105

12.1.3	Agriculture.....	108
12.2	Sources potentielles de pollutions ponctuelles ou accidentelles	109
12.2.1	La baignade.....	109
12.2.2	Risques de contamination par les animaux	111
13	NIVEAU D'IMPACT DES POLLUTIONS SUR LA BAIGNADE.....	113
13.1	A l'échelle de la retenue	114
13.1.1	Modélisation des flux	114
13.1.2	Validation des modélisations par des campagnes de mesures	117
13.2	A l'échelle des zones d'influence	119
14	INTERPRETATION RETROSPECTIVE DES DONNEES HISTORIQUES	121
14.1	Notion de pollution à court terme	121
14.2.2	Pluviométrie	123
14.2.3	Définition d'un seuil d'alerte pluviométrique	125
15	HIERARCHISATION DES SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES	130
16	IDENTIFICATION DES CAUSES PROBABLES DE DEVELOPPEMENT DES CYANOBACTERIES	132
16.1	La charge externe en nutriments : accélération de l'eutrophisation	133
16.1.1	L'assainissement.....	133
16.1.2	Les activités agricoles	133
16.2	La charge interne en nutriments, « mémoire du plan d'eau ».....	134
16.3	Etudes des profils verticaux.....	135
16.4	Etudes des peuplements de cyanobactéries	138
17	DEMARCHE DE LABELLISATION	144
18	PROPOSITION DE PLANS D'ACTION	146
18.1	Propositions d'actions de réduction des pollutions bactériologiques	146
18.1.1	Amélioration de la connaissance du réseau d'assainissement	146
18.1.2	Assainissement non collectif.....	149
18.1.3	Action sur les activités agricoles	149
18.2	Action sur la prolifération des cyanobactéries.....	153
18.2.1	A une échelle globale.....	153
18.2.2	A l'échelle de la retenue	154
18.3	Synthèse des actions à mener.....	156
19	MESURES DE GESTION ACTIVE.....	158
19.1	La gestion de la baignade.....	158
19.2	Risque bactériologique.....	159
19.2.1	Procédure de gestion d'une pollution à court terme anticipée.....	159
19.2.2	Procédure de gestion d'une pollution à court terme non anticipée.....	163
19.3	Propositions d'actions pour la réduction des risques de contamination par les animaux.....	163
19.3.1	Risque de dermatite du baigneur	163
19.3.2	Risque de leptospirose.....	163
19.4	Risque Cyanobactéries	164

19.4.1	Surveillance sur la plage, formation des maîtres-nageurs.....	164
19.4.2	Communication, information du public	168
20	MISE A JOUR DU PROFIL BAIGNADE DES PLAGES DE CONFOLANT ET DE PONT DU BOUCHET	170
21	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	171
22	LISTE DES FIGURES	172
23	LISTE DES TABLEAUX.....	175
24	ANNEXES	177

Comment lire ce document ?

Le profil baignade est un document qui regroupe un volume important d'information sur le contexte global et local de la zone de baignade.

Afin d'alléger la lecture du document et la compréhension des caractéristiques de la zone de baignade, nous avons **regroupé les généralités, les méthodes de calcul utilisées, les résultats volumineux en annexe.**

Ainsi le lecteur pourra rapidement aller à l'essentiel, et se référer aux annexes citées dans le texte pour obtenir plus de renseignements.

Transparence de l'eau

La transparence est un critère d'évaluation de la qualité de l'eau selon la directive 76/160/CEE. En cas de transparence très faible, le maire de la commune est invité à prendre toutes les mesures visant à assurer la sécurité des baigneurs (limitation de la zone de baignade, limitation de la baignade à la plage hors zone de surveillance accrue...). La mesure de la transparence se fait à l'aide d'un disque de Secchi. Les valeurs guide et impérative de la directive 76/160/CEE sont respectivement de 2 m et 1 m.

Depuis 1997, la transparence de l'eau a été mesurée 75 fois durant la saison balnéaire. 40 mesures ont révélé une transparence supérieure ou égale à 1 m (valeurs impératives), soit 82 % des mesures, comme le montre la Figure 25 (source ARS Auvergne, délégation 63, données de surveillance de la qualité de l'eau de baignade).

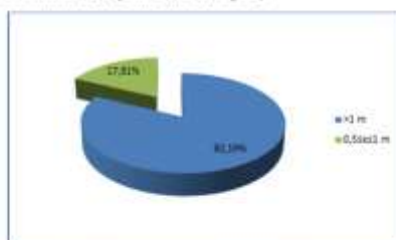


Figure 25 : Classement des mesures de transparence de 1997 à 2018 pour la baignade de La Chazotte

La transparence mesurée n'a été inférieure ou égale à 1 m que dans 20% des cas au cours des 17 dernières saisons estivales.

La bonne transparence de l'eau de la baignade de la Chazotte permet d'autoriser la pratique de la baignade dans de bonnes conditions de sécurité.

Au début de certains chapitres, un **paragraphe en italique rappelle les notions généralistes destinées aux lecteurs non spécialistes** qui souhaiteraient bénéficier de **plus d'informations** sur la théorie, le but, ou encore la pertinence du paragraphe concerné par rapport à l'élaboration du profil baignade.

A la fin de chaque chapitre, un **paragraphe encadré en gris, résume l'essentiel des informations** contenues dans le chapitre qui le précède. Ainsi, le lecteur pourra consulter rapidement l'essentiel.

1 CONTEXTE GENERAL

La commune de Miremont est située au Nord-Ouest du département du Puy-de-Dôme, à 50 km de Clermont-Ferrand. Il s'agit d'une commune rurale de 329 habitants dont la principale activité agricole est l'élevage (Figure 1).

Les plages de Confolant et Pont du Bouchet sont implantées sur la retenue des Fades-Besserve. Celle-ci est née du barrage de la vallée encaissée de la Sioule, 7 km à l'aval de sa confluence avec le Sioulet. La digue, de type remblais, a été construite à la fin des années soixante et permet de stocker un volume d'eau d'environ 69 millions de mètres cubes. La retenue a pour vocations principales la production hydro-électrique et le soutien d'étiage de la Sioule par la restitution d'un débit garanti de 2,5 m³/s à l'aval de Queuille. L'exploitation du site provoque un marnage artificiel de forte amplitude qui peut atteindre 25 m. Le lac de barrage a permis l'implantation de trois baignades, dont Confolant et Pont du Bouchet, ainsi que développement des activités de loisirs nautiques.

Le site des Fades-Besserve est inclus dans le territoire du SAGE Sioule. Celui-ci définit et met en œuvre une politique locale cohérente en matière de gestion de l'eau et des milieux aquatiques. Le complexe des Fades Besserve est en report d'objectif écologique 2021, l'atteinte du bon état écologique dépend de la qualité de l'eau. Le profil baignade est un outil supplémentaire permettant la mise en place de mesure de gestion permettant la limitation des apports en nutriments notamment le phosphore.

La nouvelle réglementation (Directive 2006/7/CE) impose une gestion active des sites de baignade, axée sur la prévention des risques et le renforcement de la communication vers le public. A la fin de la saison estivale 2013, un nouveau classement conforme à la directive sera établi. Il prendra en compte la qualité de l'eau des quatre années de 2010 à 2013.

Le classement de l'eau de baignade de Confolant est de qualité « bonne » à « excellente » selon la directive 2006/7/CE, et « excellente » pour la plage de Pont du Bouchet.

Le suivi « cyanobactéries » est réalisé par l'ARS Auvergne, délégation du Puy-de-Dôme. Les analyses indiquent que ces deux baignades peuvent faire l'objet de développement important de cyanobactéries durant la période estivale (dépassement du seuil des 100 000 cell/ml fréquent).

Le présent profil, consiste dans un premier temps, à caractériser la zone de baignade dans son contexte géographique et physique afin de croiser sa vulnérabilité, aux différents aléas (pollutions bactériologiques et apports de nutriments potentiels) qui ont été inventoriés et quantifiés. L'impact de ces sources de pollution sur la baignade est ensuite évalué, afin de discriminer les sources de pollutions dont l'impact est avéré. Cette hiérarchisation fait ensuite l'objet d'une cartographie détaillée des pollutions, et constitue un outil d'identification des sources de pollution en cas de dégradation constatée.

Au regard des proliférations de cyanobactéries avérées, le profil recensera et synthétisera les causes probables de développement de ces organismes, dans le but de proposer des solutions de gestions et de lutte. Les actions antérieures, conduites par la collectivité, seront synthétisées et examinées au regard des connaissances actuelles.

Des préconisations d’actions à mettre en œuvre pour maintenir, voire améliorer la qualité de l’eau de baignade ainsi que des mesures de gestion visant à prévenir le risque d’exposition des baigneurs, et optimiser la gestion de la baignade sont proposées dans la phase 3 du présent profil.

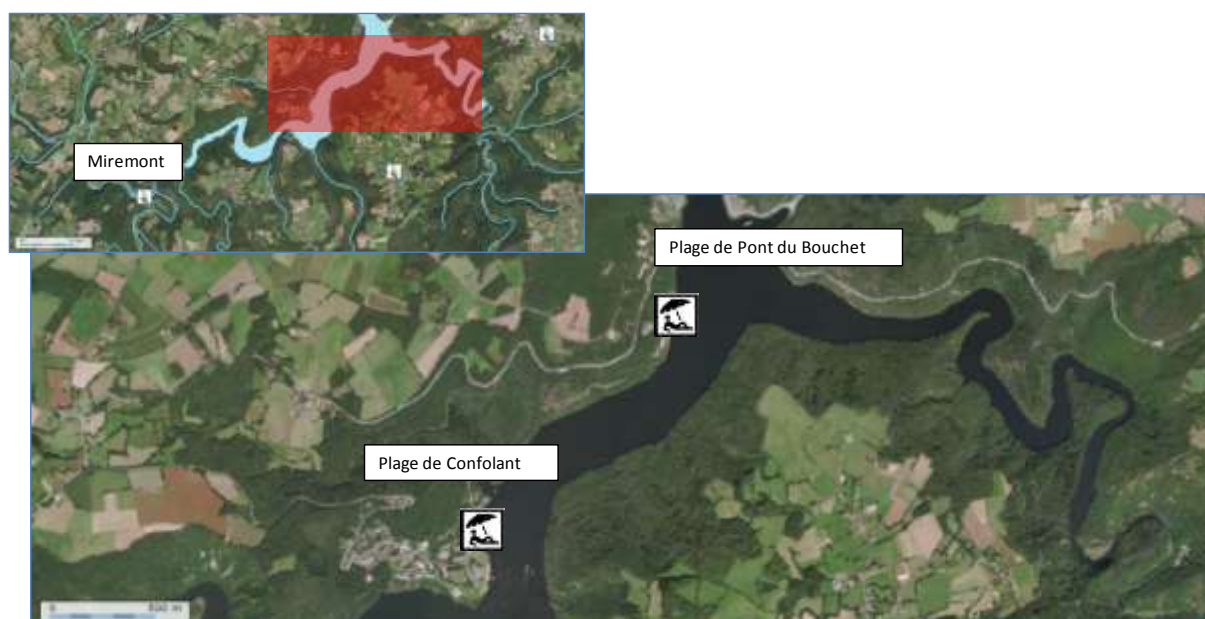


Figure 1: Localisation des plages de Confolant et Pont du Bouchet de la commune de Miremont (Source : Géoportail)

1.1 Contexte réglementaire

➞ *Suivi bactériologique*

En application des dispositions de la directive **2006/7/CE du Parlement et du Conseil européen du 15 février 2006** concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade (abrogeant la directive **76/160/CEE**) et de ses textes de transposition, le profil de chaque eau de baignade doit être établi pour la première fois **avant le 1er décembre 2010** et remis au maire de la commune concernée. L’ensemble des profils de la commune sont ensuite remis au préfet avant le **1^{er} février 2011**. Etant donné le retard pris dans la réalisation des profils baignade des communes de notre région, l’ARS d’Auvergne sera indulgente.

Les articles L.1332-3 et D.1332-20 du code de la santé publique ont confié la charge d'établir ces profils aux personnes responsables des eaux de baignade, qu'elles soient publiques ou privées. La mairie de Miremont est gestionnaire des baignades de Confolant et Pont du Bouchet. Pour l'ensemble des trois plages de la retenue des Fades-Besserve, la gestion est confiée au Syndicat Intercommunal de la Retenue des Fades-Besserve (SIRB).

Jusqu'à la fin de la saison 2009, la qualité des eaux de baignade est définie par la directive européenne 76/160/CEE, son décret d'application en droit français 81-324 du 7/4/81, les articles D.1332-1 et suivants du Code de la Santé Publique et les circulaires DGS/VS4/DE 99-311 et 312 du 31/05/1999.

La Directive Européenne 2006/7/CE, transposée en droit Français en septembre 2008 modifie la réglementation de 1976. Son entrée en vigueur se fait de manière progressive de 2008 à 2015, en raison des évolutions du mode de calcul de la qualité de l'eau.

Le premier classement de la qualité des eaux de baignade sera effectif pour la **saison 2013**, et se basera sur l'évaluation de la qualité de l'eau des saisons 2010, 2011 et 2012.

L'ensemble des textes réglementaires concernés sont les suivants :

- Directive du Conseil du 8 décembre 1975 (76/160/CEE)
- Directive Européenne 2006/7/CE
- Décret en Droit Français du 18 septembre 2008
- Arrêté du 22 septembre 2008
- Arrêté du 23 septembre 2008
- Circulaire n°DGS/EA4/2009/389/ du 30 décembre 2009

➤ *Suivi cyanobactéries*

La problématique des **cyanobactéries**, se généralise sur l'ensemble des plans d'eau du territoire Français. Dans ce contexte, et en réponse à la menace sanitaire que peuvent représenter ces organismes photosynthétiques, le Conseil Supérieur d'Hygiène publique de France (CSHPF), a émis un avis de surveillance des proliférations de cyanobactéries sur les zones de baignade. La **circulaire du ministère de la santé du 3 juin 2003** fixe des seuils d'alerte en fonction de l'abondance de cyanobactéries et propose des mesures de gestion.

La surveillance des proliférations de cyanobactéries est mise en place par l'ARS Auvergne, délégation du Puy de Dôme, et a fait l'objet d'un suivi saisonnier, sur les baignades en plan d'eau depuis 2007.

1.2 Le profil baignade

Le profil des eaux de baignade est un véritable **outil de gestion**, dont le but est de garantir aux usagers une **meilleure qualité sanitaire** des eaux de baignade. Il doit permettre de **prévenir les risques** sanitaires et d'améliorer la qualité des eaux de baignade, afin **qu'en 2015** toutes les eaux de baignade soient classées au moins en « **qualité suffisante** » au sens de la directive 2006/7/CE.

3 types de profil ont été développés en fonction du niveau et de la connaissance des pollutions sur la zone de baignade.

Quel que soit le type de profil, trois phases le composent :

- **Phase I « ETAT DES LIEUX »** : Description des **caractéristiques des zones de baignade, délimitation de la zone d'influence, une identification des sources de pollution** susceptibles d'avoir un impact sur la qualité des eaux de baignade et d'affecter la santé des baigneurs
- **Phase II « DIAGNOSTIC »** : **Hiérarchisation des sources de pollution**, et/ou analyses statistiques et modélisations pour caractériser les pollutions (seulement pour les profils de type II et III)
- **Phase III « MESURES DE GESTION »** : **Définition des mesures de gestion** à mettre en œuvre pour assurer la protection sanitaire des baigneurs et des **actions visant à supprimer ces sources de pollution**.

Ce profil introduit la notion de **gestion active des baignades**. Son contenu est **évolutif**, et il devra être remis à jour en fonction du calendrier réglementaire et/ou des évolutions du classement de la qualité de l'eau (Tableau 1) et/ou des évolutions susceptibles d'affecter la qualité des eaux de baignade.

Tableau 1 : Calendrier réglementaire de révision du profil

Qualité de l'eau de baignade	Révision
Excellente	Uniquement si le classement se dégrade
Bonne	Tous les 4 ans
Suffisante	Tous les 3 ans
Insuffisante	Tous les 2 ans

1.3 Choix du type de profil

Le « Guide national pour l'élaboration d'un profil de baignade » publié par la DGS (Direction Générale de la Santé) détermine trois types de profil, dont le choix est fonction de la simulation de la classe de qualité de l'eau de baignade selon la directive 2006/7/CE sur les 4 dernières saisons balnéaires. **En octobre 2010 l'Agence de L'eau Loire Bretagne, a publié un cahier des charges adapté aux baignades implantées en eaux douces.** Ce cahier des charges prend en compte la problématique **cyanobactéries** dans le choix du type de profil.

Profil de type I : Le risque de pollution de l'eau de baignade n'est pas avéré. L'eau de baignade est de qualité « **suffisante** », « **bonne** » ou « **excellente** » au sens de la directive 2006/7/CE, et aucune prolifération de cyanobactéries n'est signalée (< 20 000 cell/ml).

Profil de type II : Le risque de contamination est avéré et les causes sont connues. L'eau de baignade est de qualité « **insuffisante** » au sens de la directive 2006/7/CE. L'identification et l'évaluation des sources de pollution sont simples ou les causes de contamination et leurs impacts sont connus. Les abondances de cyanobactéries sont régulièrement > 20 000 cell/ml.

Profil de type III : Le risque de contamination est avéré et les causes sont insuffisamment connues. L'eau de baignade est de qualité « **insuffisante** » au sens de la directive 2006/7/CE. L'identification et l'évaluation des sources de contamination sont complexes ou les causes de contamination et leurs impacts sont insuffisamment connus.

Les profils 2 et 3 intègrent des analyses statistiques et / ou une modélisation hydrodynamique permettant de cibler l'origine et le mode de transmission d'une pollution.

Deux baignades se situent sur la commune de Miremont. La simulation du classement des eaux de baignade de la commune de Miremont selon la Directive 2006/7/CE est présentée dans le Tableau 2.

Les simulations effectuées sur les 16 dernières saisons balnéaires, nous permettent d'évaluer la robustesse du choix du profil à réaliser. Aucune analyse n'a été réalisée en 2002, c'est pourquoi cette année ne figure pas dans le tableau et empêche le calcul de la qualité selon la nouvelle directive pour les trois années suivantes. La qualité est bonne à excellente cependant, les dénombrements de cyanobactéries (présentés dans la phase 1 du présent profil), mettent en avant des proliférations avérées.

UN PROFIL DE TYPE II SERA DONC REALISE.

Tableau 2 : Simulation de Classement de la qualité de l'eau de baignade des plages de Confolant et Pont du Bouchet (ARS, délégation 63)

Confolant

Saisons	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Classe de qualité (76/160/CE)	A	A	B	A	A	A	B	
Classe de qualité (2006/7/CE)				EXC	EXC	EXC	EXC	

Saisons	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Classe de qualité (76/160/CE)	A	B	A	A	B	B	B	A	B
Classe de qualité (2006/7/CE)				EXC	EXC	EXC	BON	BON	EXC

Pont du Bouchet

Saisons	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Classe de qualité (76/160/CE)	B	A	A	A	B	B	A	
Classe de qualité (2006/7/CE)				EXC	EXC	EXC	EXC	

Saisons	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Classe de qualité (76/160/CE)	A	B	A	A	A	B	A	A	A
Classe de qualité (2006/7/CE)				EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC

1.4 Devenir du profil baignade

D'après l'article Article D1332-21 du code de la santé publique (modifié par Décret n°2010-344 du 31 mars 2010 - art. 48) : « Le maire transmet au directeur général de l'agence régionale de santé l'ensemble des profils et des documents de synthèse relatifs aux eaux de baignade de sa commune. Le directeur général de l'agence régionale de santé peut demander communication de toute autre information nécessaire, notamment en cas de risque de pollution particulier. »

Phase 1 : État des lieux

La phase d'état des lieux consiste à diagnostiquer la vulnérabilité de la zone de baignade et inventorier l'ensemble des aléas pouvant affecter la qualité sanitaire de l'eau.

2 PRESENTATION DE LA ZONE DE BAIGNADE

2.1 Les plages de Confolant et Pont du Bouchet

Les deux plages sont situées à l'Est de la commune de Miremont sur la retenue des Fades-Besserve. Pour chaque zone de baignade, il existe un point de prélèvement pour le contrôle sanitaire. Lors de la saison balnéaire, des lignes d'eau permettent de délimiter la zone de baignade qui est surveillée en juillet et en août. **En 2011, tout comme en 2002, le faible niveau d'eau dans la retenue n'a pas permis l'ouverture de la baignade sur le site de Confolant** (arrêté municipal), qui était considérée comme dangereuse (berges abruptes). Les analyses bactériologiques et le suivi cyanobactéries ont tout de même été maintenus permettant ainsi le calcul de la qualité (intégration des résultats de plusieurs années) selon la nouvelle directive. **Sur le site de Pont du Bouchet, la baignade était autorisée et surveillée lors de la saison 2011** et le suivi de l'ARS s'est déroulé normalement.

Sur chacun des sites, un mât de signalisation sur lequel sont hissés les drapeaux de signalisation des conditions de baignade est implanté sur la plage. Lorsque la baignade est assurée, le drapeau est vert. Il est remplacé par un drapeau rouge vif lorsque la baignade est interdite. Un panneau d'information indique la signification des signaux.

Selon les chiffres de 2010 (SIRB), la fréquentation annuelle moyenne est de 3730 baigneurs pour le site de Confolant, soit environ 85 baigneurs par jour. Il s'agit de la zone de baignade la plus fréquentée parmi les trois sites de la retenue des Fades Besserve. Sur le site de Pont du Bouchet, la moyenne annuelle est de 1930 baigneurs, ce qui représente 45 baigneurs par jour. Ces chiffres indiquent que la fréquentation peut être ponctuellement très importante durant le weekend.

Sur chacun des sites se trouvent un poste de secours et des sanitaires. Les informations concernant la qualité de l'eau de baignade sont affichées dès réception des résultats d'analyse, en vue d'informer les usagers.



Figure 2 : Photographie du poste de secours, mât et panneau d'information sur le site de Pont du Bouchet

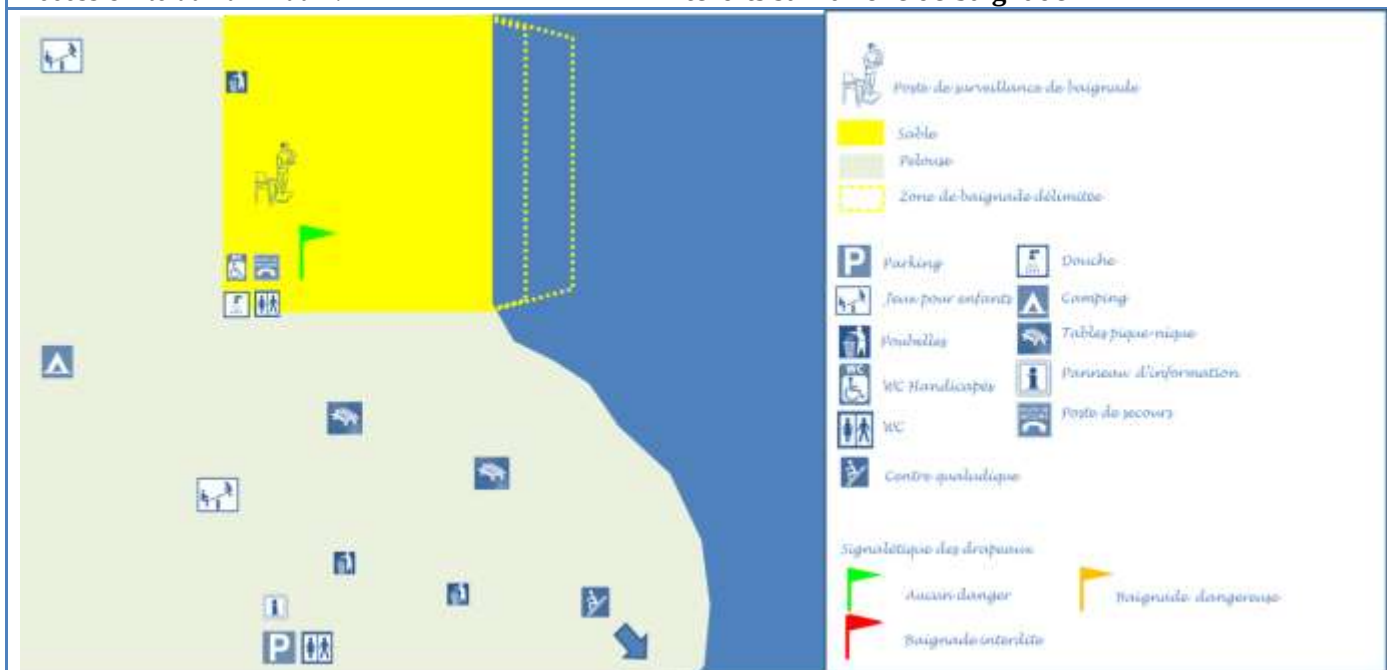
Région : AUVERGNE
Département : PUY DE DOME (63)
Commune : MIREMONT (code INSEE :63228)
Nom de la zone de baignade : FADES BESSERVE : CONFOLANT
Code UE / PSV : 272404063D063130
Gestionnaire : Le Maire de Miremont

La zone de baignade

Type : Eau douce
Nature : Sable
Longueur : 80 m
Largeur : 45 m
Pente : 5 %
Hauteur d'eau moyenne : 1m
Hauteur d'eau maximale : 2,3 m
 (La pente et les hauteurs varient en fonction de la cote de la retenue)
Berge : Pelouse et sable



Dates de la saison balnéaire :	Du 10 juillet au 20 août
Localisation du point DDASS (LII) :	X=632 596 Y= 2 101 603
Nombre de Maître-Nageur Sauveteur (MNS) :	1
Surveillance :	De 11h30 à 19h
Equipements :	
Poste de secours :	Oui
Eau potable :	Oui
Douche :	Oui
Toilette :	Oui
Poubelles :	Oui
Accessibilité personnes à mobilité réduite :	Oui, sur le site, mais aucun aménagement pour la baignade
Autres activités :	Aucune sur la zone de baignade pendant la saison balnéaire (pêche et activités nautiques sur la retenue)
Fréquentation moyenne / maximale par jour :	90/900 personnes (données 2008- 2010)
Accessibilité aux animaux :	Interdits sur la zone de baignade



Région : AUVERGNE

Département : PUY DE DOME (63)

Commune : MIREMONT (code INSEE :63228)

Nom de la zone de baignade : FADES BESSERVE : PONT DU BOUCHET

Code UE / PSV : 272404063D063135

Gestionnaire : Le Maire de Miremont

La zone de baignade

Type : **Eau douce**

Nature : **Sable**

Longueur : **80 m**

Largeur : **40 m**

Pente : **15 %**

Hauteur d'eau moyenne : **3 m**

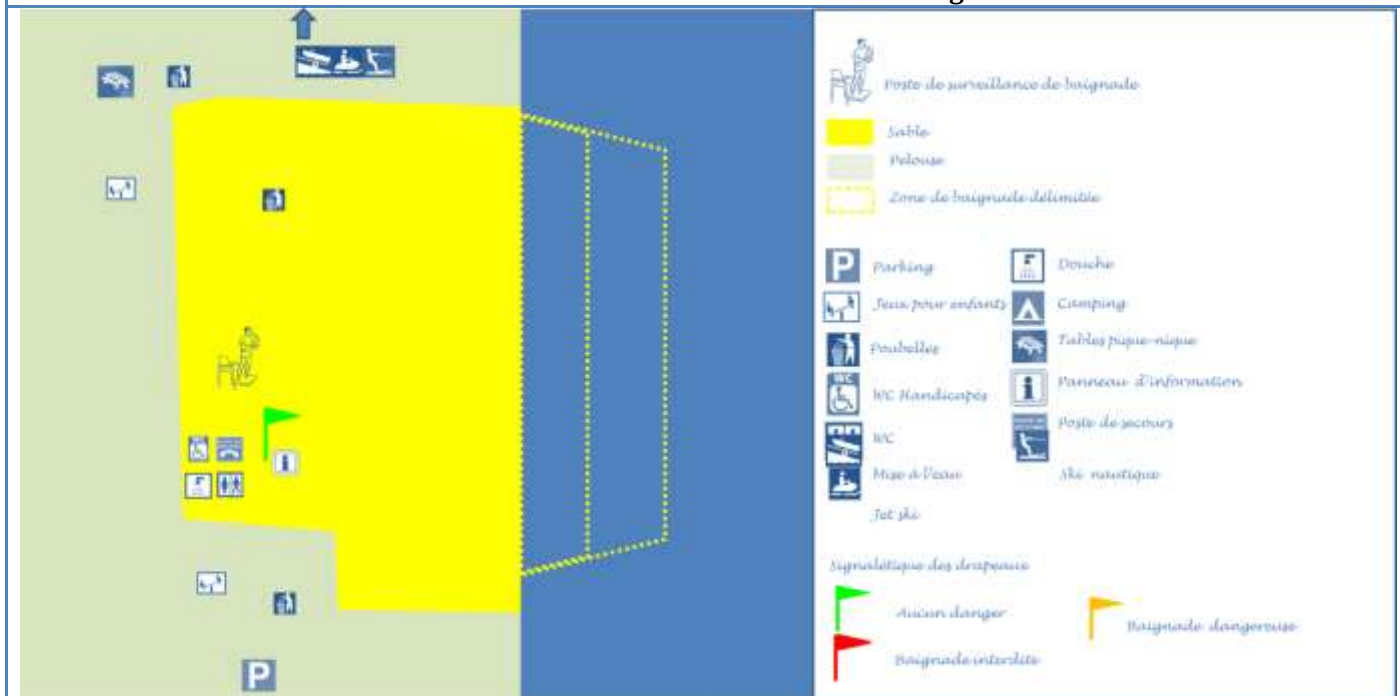
Hauteur d'eau maximale : **6 m**

(La pente et les hauteurs varient en fonction de la cote de la retenue)

Berge : **Pelouse et sable**



Dates de la saison balnéaire :	Du 10 juillet au 20 août
Localisation du point DDASS (LII) :	X=633 525 Y= 2 102 644
Nombre de Maître-Nageur Sauveteur (MNS) :	1
Surveillance :	De 11h30 à 19h
Equipements :	
Poste de secours :	Oui
Eau potable :	Oui
Douche :	Oui
Toilette :	Oui
Poubelles :	Oui
Accessibilité personnes à mobilité réduite :	Oui, sur le site, mais aucun aménagement pour la baignade
Autres activités :	Aucune sur la zone de baignade pendant la saison balnéaire (pêche et activités nautiques sur la retenue)
Fréquentation moyenne / maximale par jour :	52/265 personnes (données 2008-2010)
Accessibilité aux animaux :	Interdits sur la zone de baignade



2.2 Usages du plan d'eau

Les activités présentes aux alentours de la zone de baignade vont régir les risques potentiels de pollution liés à leurs pratiques. L'inventaire des différents usages de la retenue permet d'appréhender la pression exercée sur l'eau de baignade.

De nombreux aménagements implantés sur le pourtour du lac des Fades permettent la pratique de multiples activités sportives ou de loisirs dont la pêche.

A partir de la saison 2012, un centre aqualudique sera mis en place au niveau de l'ancienne base de loisirs.

Au Pont-du-Bouchet, la base de motonautisme « ski motonautisme des Fades Besserve » rend possible la pratique et l'apprentissage du jet ski.

Un camping municipal de 36 emplacements ainsi qu'un village vacance comportant 75 logements sont situés à proximité de la plage de Confolant. Le plan d'eau, d'une superficie de 400 ha, constitue l'atout principal de l'aire de loisirs de la commune.



Figure 3 : Photographies du village vacance de Confolant (sources : VVF, www.villages-camping.com)

3 DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE

La délimitation de la zone d'influence constitue la base de l'élaboration du profil baignade. Le profil s'attachera à définir l'ensemble des caractéristiques physiques de la zone d'étude, et identifier toutes les sources de pollutions pouvant impacter la baignade.

3.1 Contexte géographique

La commune de **Miremont** (Figure 4) se situe au **Nord du département du Puy-de-Dôme** à environ 50 km de Clermont-Ferrand. Administrativement, elle appartient à l'arrondissement de Riom et au canton de Pontaumur. Se trouvant au nord-ouest du Massif central, le territoire communal fait partie des **Combrailles** et intègre la Communauté de Communes de Hautes Combrailles.

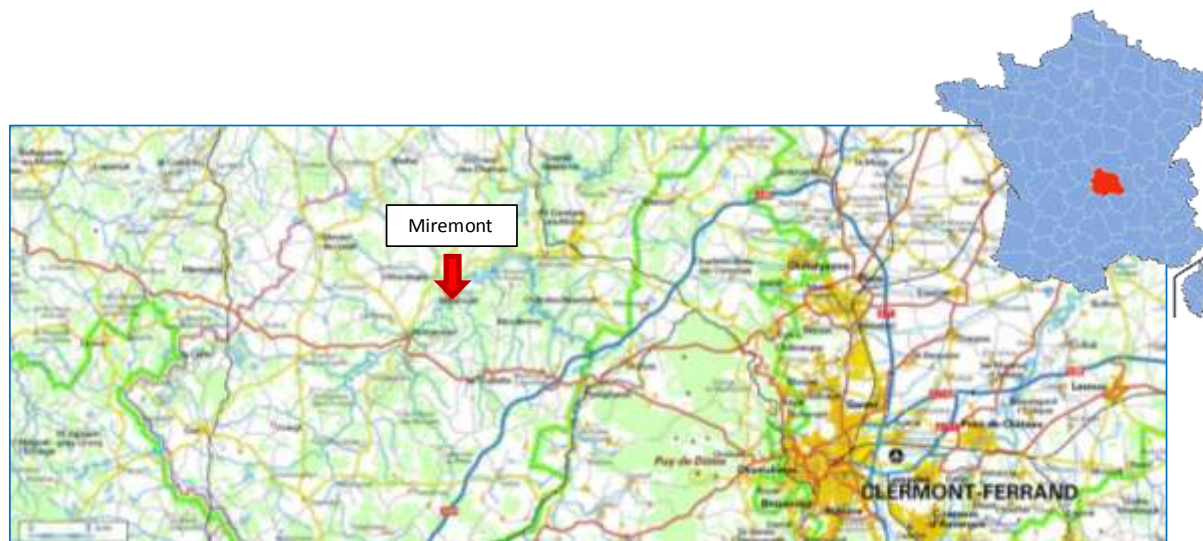


Figure 4 : Localisation de la commune (Source : Géoportail)

3.2 Le SAGE Sioule

Les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) sont des outils de planification réglementaires qui visent à fixer les objectifs d'utilisation, de valorisation et de protection de la ressource en eau et des milieux aquatiques.

Le périmètre du SAGE Sioule a été défini le 31 janvier 2003 par arrêté préfectoral. Il comprend 159 communes réparties dans l'Allier, le Puy-de-Dôme et la Creuse. L'objectif est de définir et mettre en œuvre une politique locale cohérente en matière de gestion de l'eau et des milieux aquatiques pour satisfaire les besoins de tous sans porter d'atteinte irréversible à la ressource en eau et aux milieux aquatiques.

Le SAGE Sioule a été validé en septembre 2011, la mise en œuvre des actions définies et leurs suivis sur les milieux et les usages a débuté en 2012.

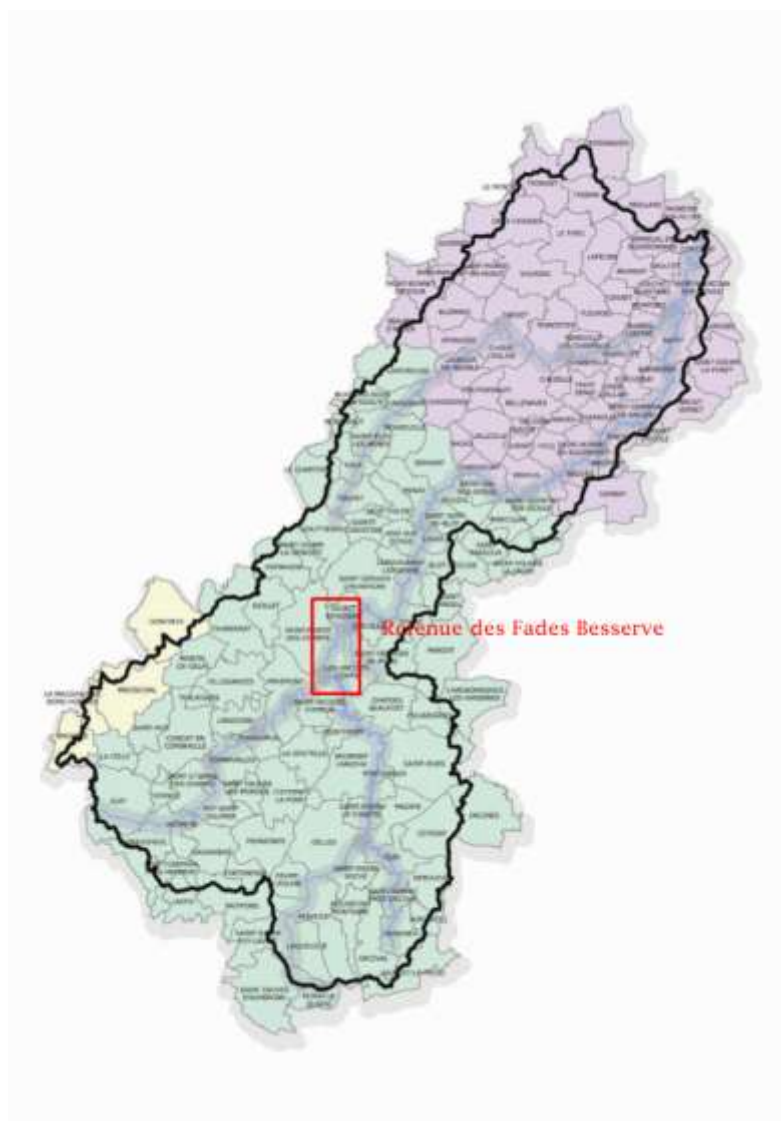


Figure 5 : Périmètre du SAGE Sioule et localisation de la retenue des Fades Besserve (source : www.cobraillles.com)

Le complexe des Fades Besserve est au cœur du territoire du SAGE et constitue un enjeu majeur car il est en report d'objectif écologique 2021. L'atteinte du « bon état écologique » de cette masse d'eau passe, entre autres, par la qualité de l'eau en terme de phosphore et matières en suspension. Les plans de gestion des baignades viennent s'ajouter aux actions menées par le SAGE concernant la réduction des pollutions ponctuelles et diffuses en phosphore.

La gestion des sédiments de la retenue est également une problématique du SAGE Sioule et s'intègre dans un contexte plus global de la gestion des retenues de barrages à l'échelle de bassin Loire-Bretagne.

3.3 Contexte hydrographique

3.3.1 Bassin versant général

La commune de Miremont est implantée sur le bassin de la Loire (Agence de l'eau Loire-Bretagne). Le Sioulet traverse la commune et alimente le barrage des Fades Besserve.

La retenue résulte du barrage de la Sioule à 7 km à l'aval de sa confluence avec le Sioulet. Le bassin versant d'alimentation du plan d'eau, dont la Sioule est le principal affluent draine plus de 1500 km² du plateau septentrional des Monts Dore, en passant par la face Ouest de la Chaîne des Puys, avant de s'encaisser dans les Combrailles.

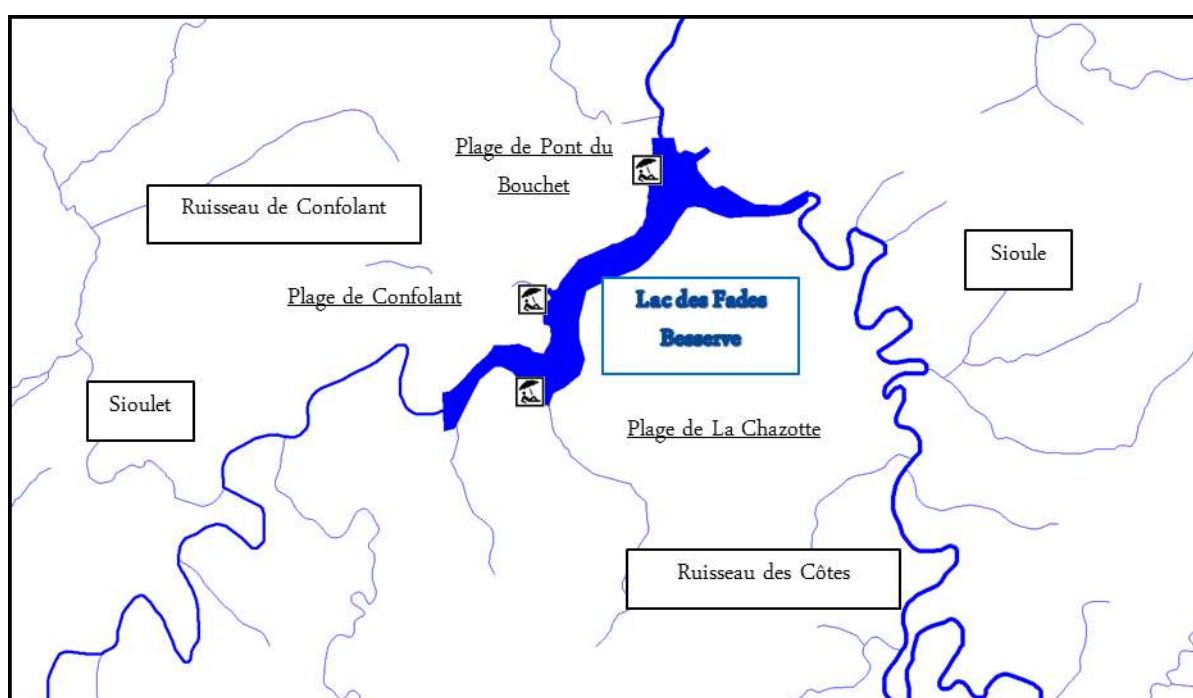


Figure 6 : Connexion de la retenue des Fades Besserve au réseau hydrographique de surface (source : BD_CARTHAGE®)

Le tableau suivant décrit les caractéristiques de la Sioule et du Sioulet.

Tableau 3 : Caractéristiques de la Sioule et du Sioulet

		Débits mesurés à la station K3222010 de Pontgibaud		
Cours d'eau	Surface du bassin versant	Débits moyen annuel	Débit moyen annuel quinquennal sec	Débit quinquennal annuel humide
Sioule	353 km ²	6,51 m ³ /s	4,98 m ³ /s	7,86 m ³ /s

Débits mesurés à la station K3273010 de Pontaurmur				
Cours d'eau	Surface du bassin versant	Débits moyen annuel	Débit moyen annuel quinquennal sec	Débit quinquennal annuel humide
Sioulet	472 km ²	6,44 m ³ /s	4,36 m ³ /s	8,36 m ³ /s

Débit quinquennal sec : ayant une probabilité 1/5 de ne pas être dépassé, Débit quinquennal humide : ayant une probabilité 1/5 d'être dépassé

D'après les données de l'agence de l'eau Loire-Bretagne et de l'état des lieux du SAGE Sioule, la qualité de le Sioule et du Sioulet va de très bonne à moyenne pour la majorité des paramètres durant la période 2006-2008.

3.3.2 Bassins versants des plages de Confolant et Pont du Bouchet et définition de la zone d'influence

Le guide national pour l'élaboration des profils baignade, préconise la définition d'un périmètre d'étude basé sur le temps de survie des bactéries dans le milieu. De manière générale, seuls seront pris en compte les rejets dont **le temps de transfert jusqu'à la zone de baignade est inférieur à 10 h** (circulaire DGS, 2009) – Annexe 1.

En effet, concernant les pollutions bactériologiques, la distance à la zone de baignade influe sur le devenir des bactéries dans le milieu naturel, et donc sur l'impact de celles-ci sur la qualité des eaux de baignade. Plus le temps de transfert à la baignade sera long, plus l'abattement bactérien sera favorisé.

L'objectif de ce zonage est d'élaborer une codification des sources de pollution et permettre ainsi la priorisation des actions.

La définition du contexte hydrographique dans lequel s'inscrit la baignade, permet de délimiter les zones d'influence pour l'identification des sources de pollution.

En terme de contamination, les germes témoins de contamination fécale (*Escherichia coli* et Entérocoques intestinaux) sont véhiculés depuis leur source d'émission jusqu'à l'aval (la zone de baignade), entraînés par l'écoulement gravitaire de l'eau.

Durant leur trajet au travers des cours d'eau ou des eaux de ruissellement, ils sont soumis à de nombreux stress environnementaux qui font décroître leur nombre avec le temps.

Le bassin versant, délimité en fonction de la topographie, représente une superficie totale de 288 ha pour la plage de Confolant, et 27 ha pour celle de Pont du Bouchet.

D'après le calcul des débits moyens lors de la saison estivale de la **Sioule** et du **Sioulet** rapportées à la section moyenne des cours d'eau, et au regard des **temps de transferts très lents (très largement supérieurs à 10h)**, l'impact de ces deux affluents sur les baignades

n'a pas été pris en compte dans un premier temps. Cependant, les mesures réalisées à l'échelle de la retenue (qui sont détaillées dans la phase deux du présent rapport) ont permis de quantifier les apports des deux affluents.



Figure 7 : Délimitation des zones d'études locales (sources : Scan 25®, ATHOS Environnement)

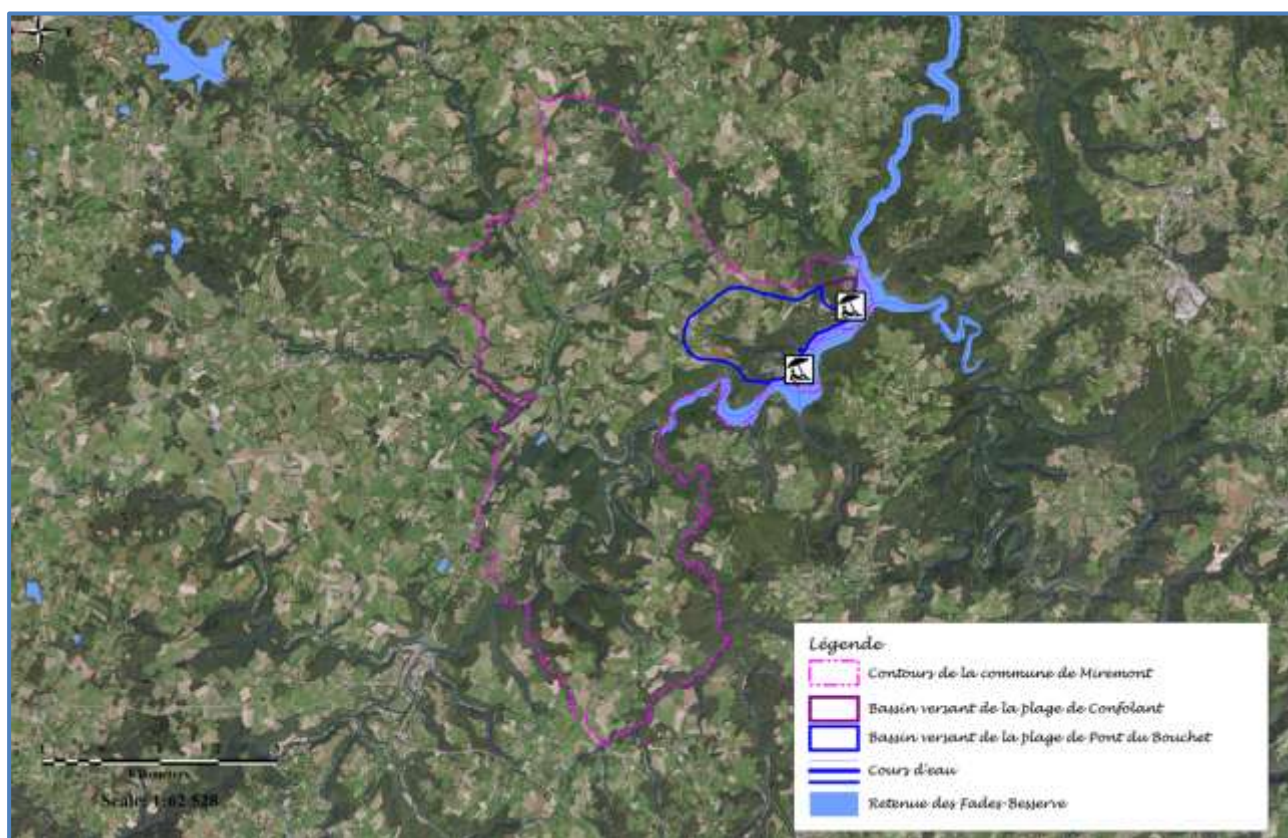


Figure 8 : Bassins versants des plages de Pont du Bouchet et Confolant, contours communaux de Miremont (source : BD_Ortho®)

Le bassin versant de la plage de Pont du Bouchet est drainé par des cours d'eau temporaires et présentant un écoulement uniquement par temps pluvieux.

Concernant le site de Confolant, le bassin versant correspond à celui du ruisseau de Confolant, dont la confluence est située au nord de la plage du même nom.

En l'absence de mesures de débits, **le temps d'écoulement superficiel des eaux sur le bassin versant a été estimé** selon des méthodes empiriques, basées sur les caractéristiques physiques du secteur (pente, couverture du sol, longueur du cours d'eau,...). La méthode retenue est la formule de **VENTURA**¹, adaptée aux bassins versants ruraux. Les résultats sont présentés dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Temps d'écoulement superficiel des eaux sur le bassin versant des plages de Confolant et Pont du Bouchet

	Caractéristiques morphologiques				TC
	A (ha)	A (km ²)	I (m/m)	L (m)	VENTURA
Fossé - Pont du Bouchet	26,76	0,3	0,281	566	7 min
Ruisseau de Confolant	287,9	2,9	0,095	1961	45 min

¹ $T_c = 7,62 (A / P)^{1/2}$ avec A = aire du bassin versant et P = pente moyenne

Le temps de transfert sur le bassin versant des baignades de Confolant et de Pont du Bouchet est très inférieur à 10h, ils seront donc considérés dans leur ensemble.

4 CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

4.1 Sous-sol, Sol et Hydrographie

La géologie et la pédologie influencent le régime hydrographique de la région, donc, le drainage des polluants, leur rejet via les cours d'eau ainsi que leur présence dans les eaux souterraines.

*La perméabilité d'un sol est fonction de sa nature géologique et donc du type de roche. Les sols perméables permettront l'infiltration d'eau dans le sol créant une nappe. Les sols **imperméables** favoriseront le **ruissellement** des eaux de précipitations vers les talwegs et les cours d'eau, augmentant leur débit, et favorisant la survie des bactéries par un temps de transfert à la baignade rapide.*

4.1.1 *Géologie*

La Figure 9 présente la géologie des zones d'influence des plages de Confolant et Pont du Bouchet, tirée de la feuille de Saint-Gervais d'Auvergne (Hottin *et al*, 1989).

Les formations géologiques qui caractérisent ces deux zones sont de types éruptives, métamorphiques et dépôts récents de colluvions.

L'étude de la carte géologique du BRGM au 1/50 000^{ème} permet d'observer 5 formations géologiques :

- les diatexites à cordiérites, de couleur bleutée à l'origine et brun jaunâtre lorsqu'elle est altérée donnant une arène brunâtre caractéristique
- les gneiss à biotite, sillimanite et cordiérite
- les métatexites à biotite, sillimanite et cordiérite
- les granites à grain fin du Massif de Saint-Gervais
- les microgranites de bordure du Massif de Saint-Gervais
- dépôts alluviaux récents et colluvions de fond de vallon

Au regard de la carte géologique, il semble peu probable que des connections hydrogéologiques avec d'autres bassins versants se produisent sur le secteur.

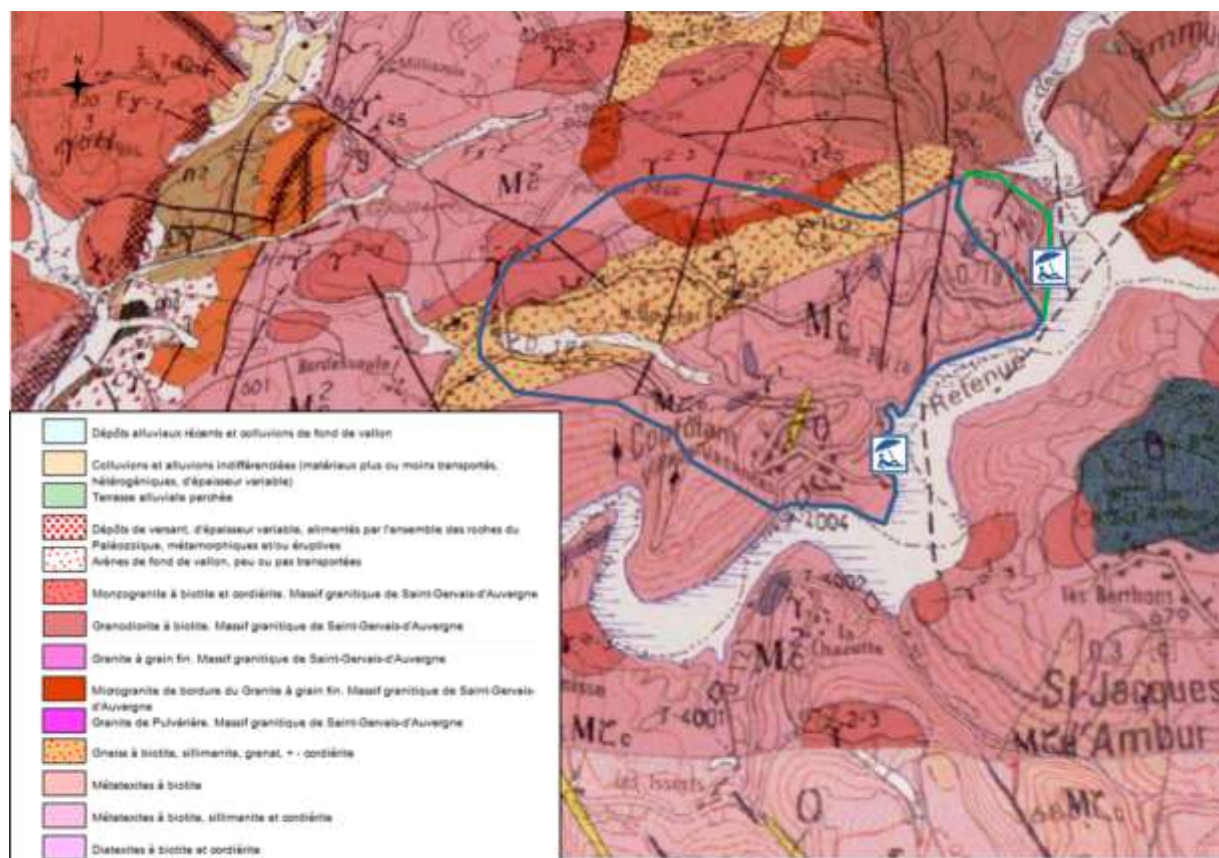


Figure 9 : Géologie des deux zones d'influence (sources : Google Earth®, InfoTerre®)

4.1.2 Pédologie

Lors du zonage d'assainissement, des études de sols ont été réalisées. La nature des sols dépend du degré d'altération de la roche mère. Les sols rencontrés sur la commune de Miremont sont au nombre de trois :

- les sols argileux

Ce type de sol est rencontré en fond de vallée. Il est de coloration marron foncée à noire, très compact et homogène. Il est sec en surface et humide en profondeur, il peut parfois s'apparenter à un sol hydromorphe.

- les sols à dominante argilo-sableuse

Il se rencontre à flanc de colline. L'argile y reste en proportion plus importante que le sable.

- la roche mère

Elle apparaît fréquemment en sommet de colline, dès 40 à 60 centimètres de profondeur. Le sol situé juste au-dessus est généralement argilo-sableux.

4.1.3 Hydrogéologie

La commune de Miremont et ses alentours constituent un massif granitique culminant à plus de 740 mètres d'altitude et donnant cours à de nombreux écoulements.

La tectonisation et l'érosion intense provoquée par les conditions climatiques ont favorisé l'arénisation superficielle et la fissuration des terrains. Les failles, les filons quartzeux ou microgranitiques peuvent constituer des drains naturels.

A l'interface roche/sol on observe une frange d'altération d'épaisseur variable, c'est l'arène granitique. Elle est plus ou moins développée selon l'altération, l'érosion et la topographie. La perméabilité du sol dépendra essentiellement de cette couche. Dans les zones de dépression, en contrebas des terrains souvent humides, des nappes superficielles peuvent se former. Lors d'épisodes pluvieux, ces zones d'accumulation peuvent être lessivées et atteindre les zones de baignade.

4.1.4 Topographie

Le relief des zones d'influence est marqué, avec un maximum de 690 m NGF sur le pourtour septentrional de la ligne de crête du bassin versant de Confolant (Figure 10). Les pentes sont importantes à proximité de la retenue, l'altitude minimale se situant à environ 504 m NGF, côte maximale théorique du lac de barrage. La **pente moyenne** du bassin versant de la plage de **Pont du Bouchet** s'élève à **30%** et **9%** pour le bassin versant de la plage de **Confolant**. **L'amont du bassin versant comportent des pentes plus faibles voir des plateaux favorisant l'implantation des cultures et du pâturage en raison du caractère mécanisable des parcelles.**

Le relief prononcé est favorable au **transfert des eaux de ruissellement** (et donc de polluants potentiels) vers les zones de baignades en contrebas.

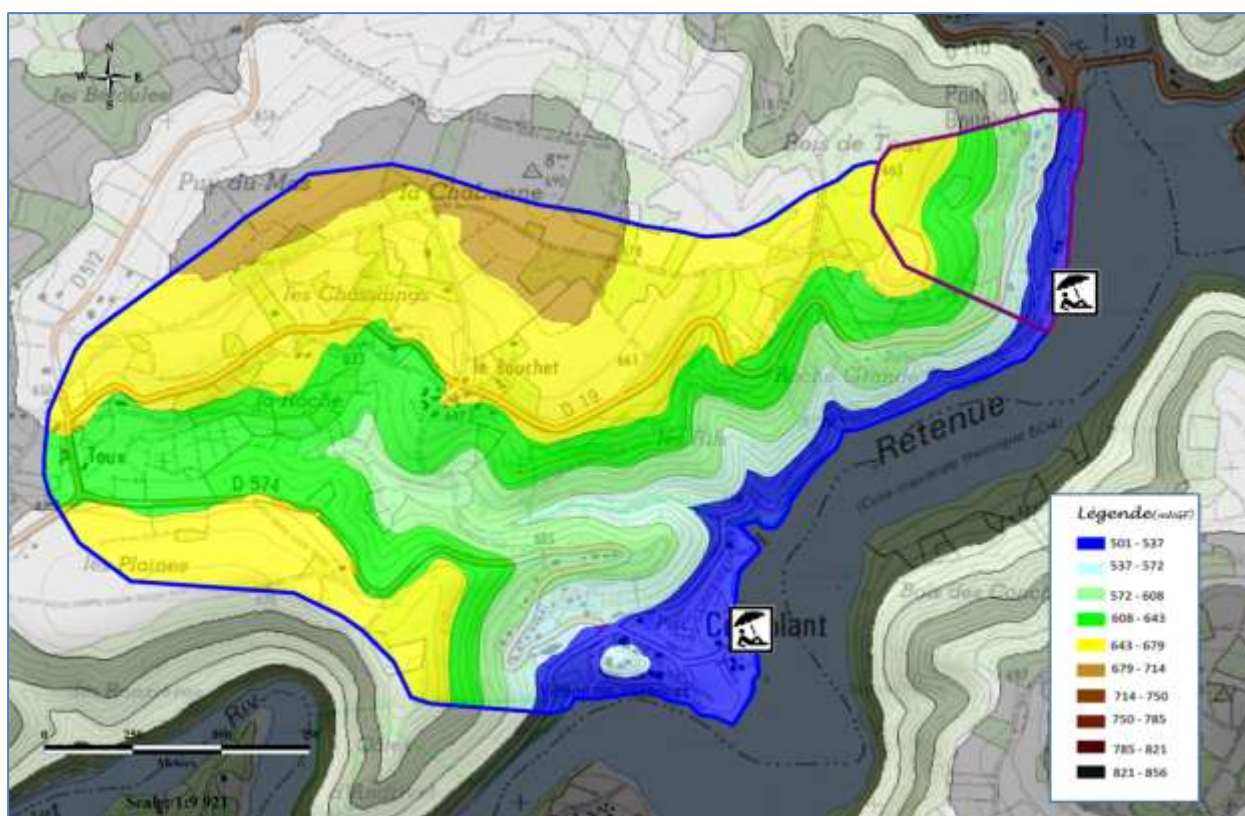


Figure 10 : Topographie des zones d'influence des plages de Confolant et Pont du Bouchet (Scan 25®, MNT Sage Sioule)

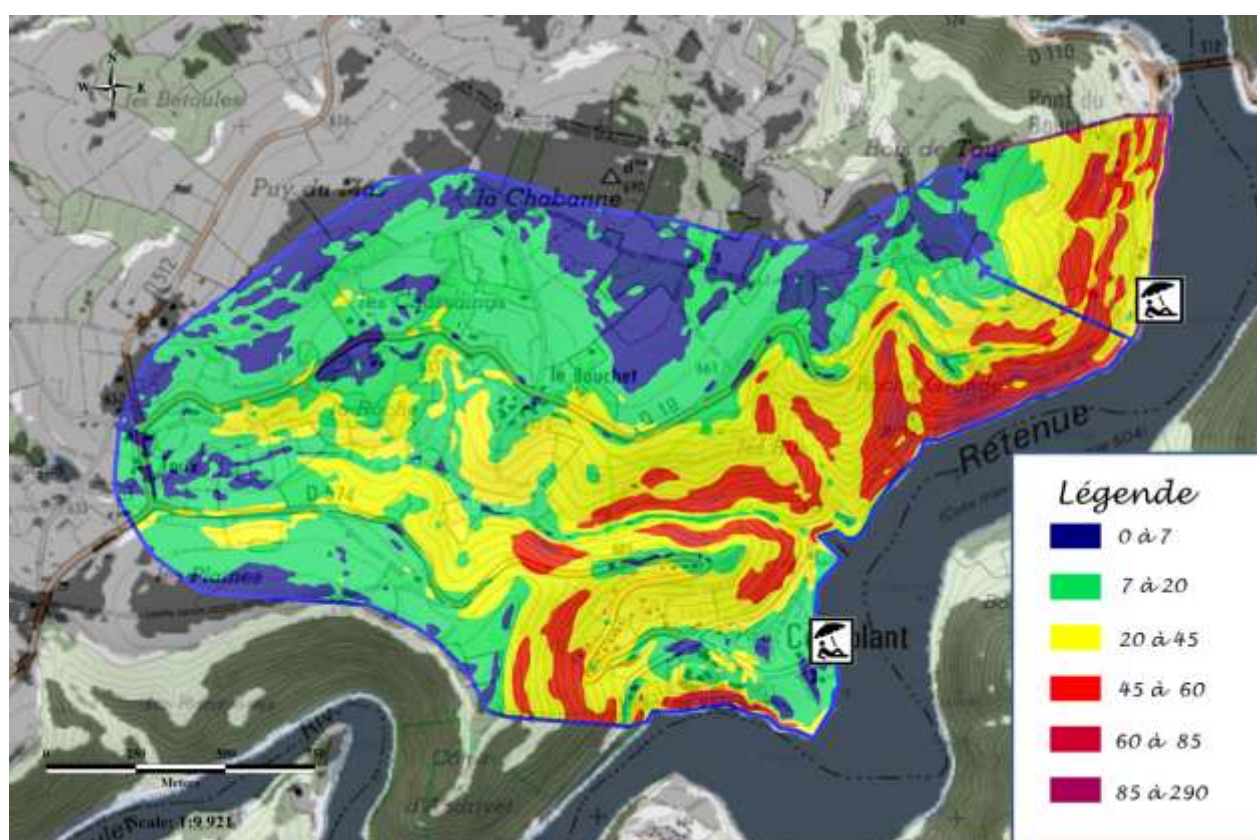


Figure 11 : Classes de pentes des zones d'influence des baignades de Confolant et Pont du Bouchet (Sources : Scan 25®, MNT Sage Sioule)

4.1.5 Contexte hydrologique

Le Sioulet traverse la commune et alimente le barrage des Fades Besserve, il est très engorgé et conflue avec la Chancelade à la sortie du Bourg. Les autres cours d'eau traversant la commune sont : le ruisseau du Coulat (affluent de la Chancelade), le ruisseau de la Barge, les ruisseaux des Lièvres, des Féraudes et du Moirand qui sont des affluents du Sioulet.

5 OCCUPATION DU SOL

L'occupation des sols est très importante, elle conditionne les éventuelles sources de pollution acheminées par le lessivage/ruissellement ou l'infiltration d'eau...lors de précipitations.

La Figure 12 présente l'occupation des sols à l'échelle de la commune de Miremont. Les deux types de sols majoritaires à cette échelle sont les prairies et les forêts de feuillus qui représentent respectivement 40,6 et 32% de la superficie totale de la commune.

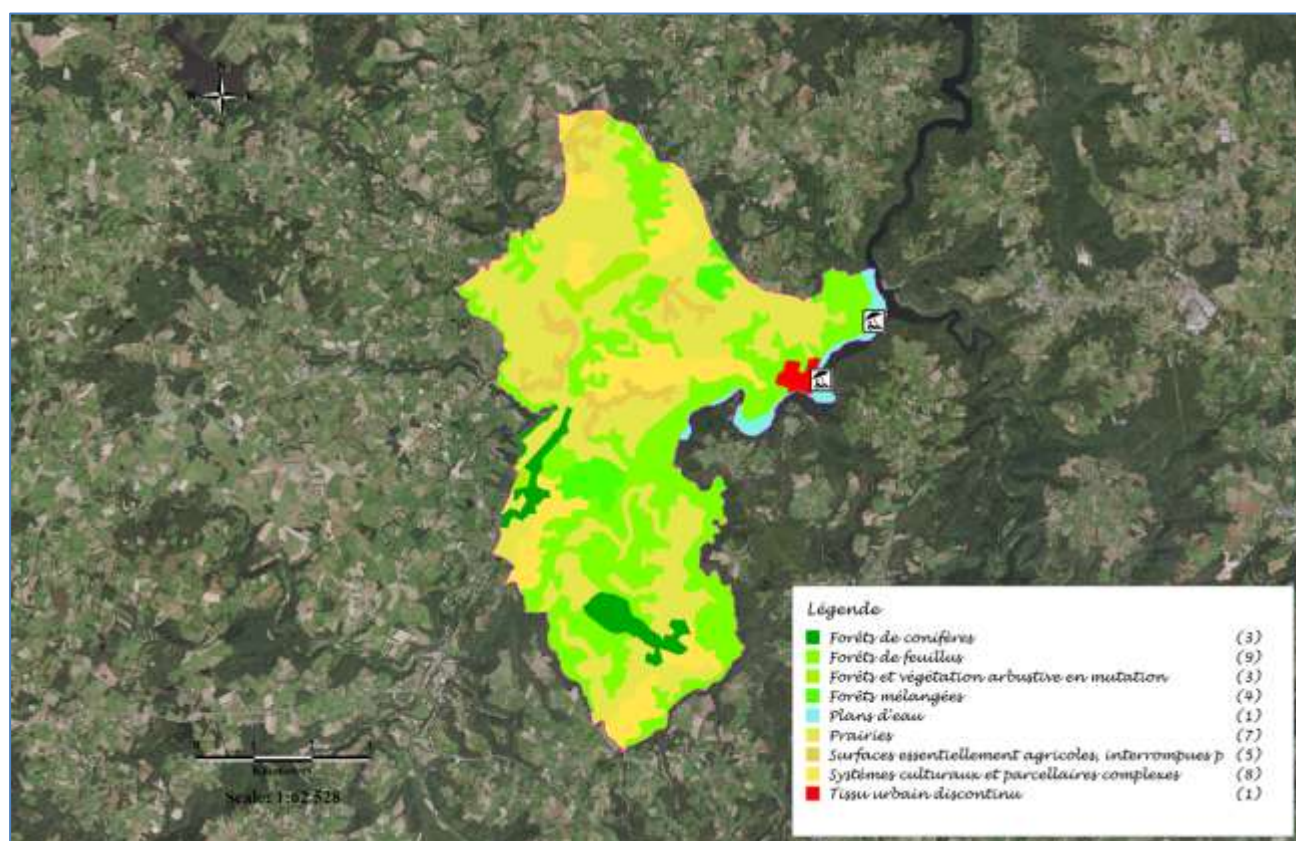


Figure 12 : Occupation des sols à l'échelle de la commune de Miremont (BD_Ortho®, Corine Land Cover 2006)

La Figure 13 détaille l'occupation des sols à l'échelle des bassins versants des deux plages. L'occupation des zones d'influence est dominée par la forêt qui représente 53% de la

superficie totale et quasiment la totalité du bassin versant de la plage de Pont du Bouchet. Les prairies, pâtures et cultures sont situées en amont du bassin versant de la plage de Confolant, sur les zones de plateaux.

Les surfaces imperméabilisées par l'urbanisation représentent 8% de la superficie totale et sont localisées au niveau de la zone de loisirs de Confolant et des hameaux.

Tableau 5 : Superficie de chaque type de sol sur les zones d'influence

TYPE	Superficie (ha)
Forêts mélangées	166,24
Prairies	66,31
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	26,44
Pâtures	24,02
Tissu urbain discontinu	14,84
Axes de communications routiers	10,46
Zone de loisirs	4,27
Forêt et végétation arbustive en mutation	2,27

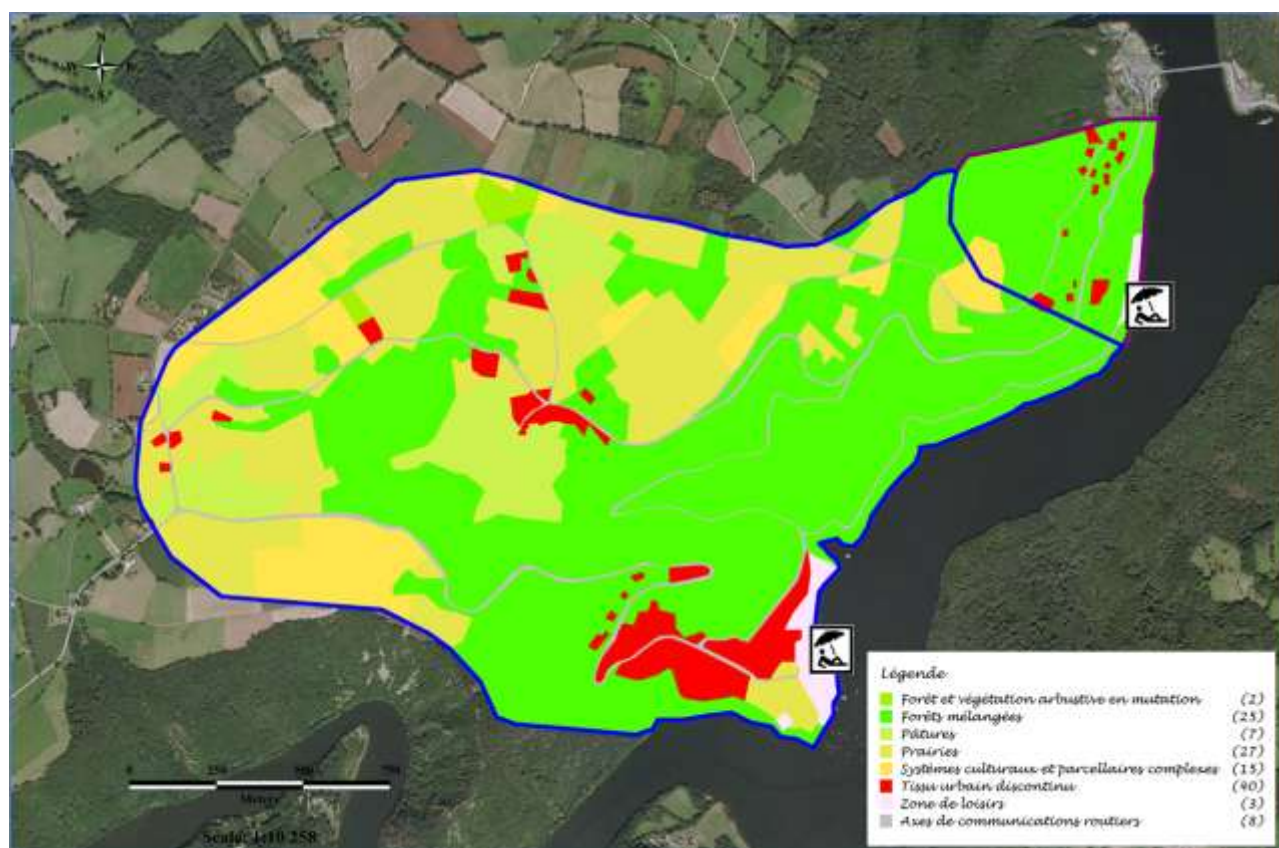


Figure 13 : Occupation du sol au niveau des zones d'influences des plages de Confolant et Pont du Bouchet (BD_Ortho®, RPG 2009)

Les conditions météorologiques conditionnent fréquemment l'occurrence et l'intensité des pollutions des milieux aquatiques, exutoires finaux des eaux de ruissellement et de lessivage des sols. L'intensité de la pluie pourra conditionner l'apparition de pollution. Le vent, l'ensoleillement et la température influenceront sur le devenir de cette pollution, en favorisant ou non la persistance et la propagation des bactéries ou des polluants dans le milieu (dispersion, durée de l'épisode, ...).

Il existe une station Météo-France dans la commune de Saint-Jacques d'Ambur, au lieu-dit Banlaud, ouverte depuis le 1^{er} novembre 1996. Il s'agit d'une station de veille climatologique. Ainsi, nous avons pu obtenir la pluviométrie quotidienne des mois de juin, juillet et août de 1997 à 2011. Les données concernant la force et la direction moyenne du vent ont été obtenues grâce à la station météo professionnelle située à Saint-Gervais d'Auvergne, située à 26 km au nord de la station de Saint-Jacques Banlaud. Cette donnée sera exploitée à titre indicatif sachant que la station météo est éloignée des sites de baignades et que l'altitude n'est pas la même.



6.1.1 Pluviométrie

La pluie est un vecteur important de polluants, elle peut se charger en bactéries, mais aussi en métaux lourds, hydrocarbures...pouvant affecter la qualité des eaux de baignade. Les précipitations agissent sur le débit des cours d'eau du bassin versant, elles drainent une grande quantité de matières accumulées dans les rivières à laquelle s'ajoute les eaux de ruissellement. Elles remettent en suspension des matières accumulées dans des zones de stagnation. Les pollutions sont différentes en fonction des précipitations. De faibles pluies induiront principalement des rejets d'eaux usées et pluviales urbaines (sols des zones urbaines imperméables), les fortes pluies provoqueront des pollutions diffuses : lessivage des parcelles moins imperméabilisées.

Au regard des graphiques suivants, lors de la saison estivale, **c'est au mois d'août que la pluviométrie est la plus importante.**

La hauteur de pluie la plus fréquente lors de la saison estivale est comprise entre 0 et 5 mm, ce qui correspond à des épisodes pluvieux de faible intensité.

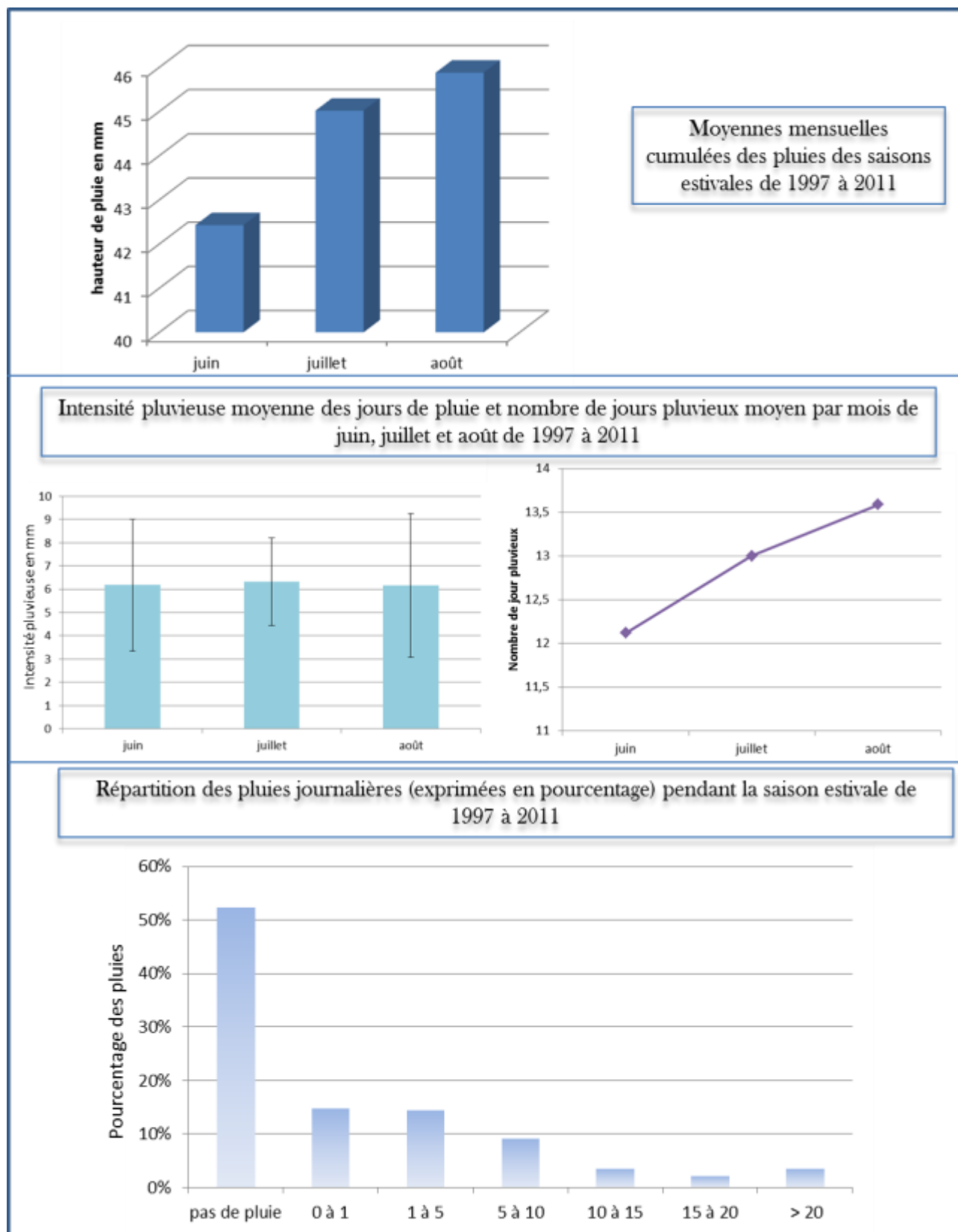


Figure 15 : Analyses statistiques de la pluviométrie de la saison estivale depuis 1997 à partir des données de la station Météo-France de Saint Jacques Banlaud

6.1.2 Vent

Le vent, en agissant sur le déplacement des masses d'eau, a un rôle sur le devenir de la pollution : il peut participer au placage des contaminants vers la zone de baignade.



Figure 16 : Secteur des vents dominants des mois de juin, juillet et août de 1995 à 2011 (d'après les données Météo-France de la station de Saint-Gervais d'Auvergne)

Les vents sont majoritairement de secteur Nord-Ouest et Est. Les plages de Confolant et de Pont du Bouchet situées à l'Ouest du plan d'eau, le vent favorise l'éloignement des pollutions des zones de baignade. Le vent de secteur Est, pourrait lui avoir l'effet inverse sur la zone de baignade de Pont du Bouchet.

Les données obtenues sont basées sur les moyennes des mois de juin, juillet et août des années 1995 à 2011 sur la station de Saint-Gervais d'Auvergne qui est relativement éloignée des zones de baignades concernées. Un affinage des mesures réelles sur site pourrait permettre de mieux définir les actions du vent sur le déplacement des polluants au sein de la retenue.

6.1 Caractéristiques de la retenue – déplacement des masses d'eau

La description des caractéristiques physiques du plan d'eau permet de définir le contexte physique et réglementaire dans lequel s'inscrit la baignade. Il est ensuite possible de définir la vulnérabilité de la baignade face :

- aux exigences réglementaires
- à l'hydrodynamisme local (afin d'évaluer la dispersion des pollutions, et l'implantation de la baignade face aux mouvements de la masse d'eau)

6.1.1 Description de la retenue

La digue du barrage, de type remblais, a été construite à la fin des années soixante. La retenue occupe une superficie de **400 ha** avec une capacité totale de **69 000 000 m³**. Sa profondeur moyenne est de 21 m et maximale de 61 m. Le marnage journalier ne dépasse pas 35 m. Le lac s'étend sur 7 km et sa largeur moyenne est comprise entre 200 et 250 m. Les fonds sont rocheux et pentus.

6.1.2 Historique

L'énergie de la Sioule était utilisée depuis longtemps dans des moulins échelonnés de Pontgibaud et Saint-Pourçain. C'est en 1905 que la première usine hydroélectrique est mise en service non loin du village de Queuille permettant l'alimentation électrique de la ville de Clermont-Ferrand. L'usine des Fades ouvre en 1917 suivie par l'usine des Chambonnet en 1919. Ces deux usines disparaîtront en 1968, date de création du barrage des Fades-Besserve.

6.1.3 Description des ouvrages

Le barrage de 68 mètres de haut est constitué de 730 000 mètres cube de blocs rocheux compactés et rendus étanches par un masque de béton en amont.

Une galerie de 1807 mètres de long creusée dans la roche en rive gauche puis en rive droite permet de transporter jusqu'à la turbine un débit de 46 m³/s. La rotation de la turbine entraîne un alternateur qui produit une puissance électrique de 28 900 kW.

Des vannes permettent d'isoler le lac de la galerie et la galerie de la turbine. Les crues sont évacuées par deux vannes situées en rive droite qui permettent le passage de 1300 m³/s. Il existe également une conduite de vidange de fond.

L'usine des Fades-Besserve est pilotée automatiquement depuis un local d'exploitation situé à Saint-Gervais d'Auvergne. La gestion du groupe turbine-alternateur se fait en fonction des besoins du réseau. La productibilité moyenne annuelle de l'usine des Fades-Besserve est de 96 millions de kWh.

Tableau 6 : Caractéristiques de l'aménagement des Fades Besserve (source : EDF)

Le barrage	cote nominale	505 NGF
	capacité	69000000 m3
	évacuation des crues	1300 m3/s
	longueur en crête	235 m
	hauteur	68 m
La galerie	longueur totale	1807 m
	section	13,27 m2 (1465 m)
	débit	46 m3/s
La conduite forcée	longueur	105 m
	diamètre	3,5 m
	débit	46 m3/s
L'usine	1 vanne fourreau	Ø=3,25 m - h=1,5 m
	1 turbine Francis	axe vertical
	puissance	28,9 MW
	vitesse	250 tr/mn
	1 alternateur tension	5,65 kV
	puissance	32 MVA
	1 transformateur	5,65/63 kV/32 MVA

6.1.4 Classement du barrage

Dès lors qu'une masse d'eau est le fruit de la retenue d'un cours d'eau, et que la hauteur du barrage excède 2 mètres, ce dernier est classé en catégorie A, B, C ou D, en fonction de sa hauteur et du volume d'eau retenue. Il en découle des mesures de contrôle qui permettent de garantir la sécurité des usagers vis-à-vis de l'ouvrage.

Références réglementaire :

*Décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007, entré en vigueur le 1^{er} janvier 2008, et l'arrêté du 29 février 2008 fixant des prescriptions relatives à la sécurité des ouvrages hydrauliques.
Articles R.214-112 du code de l'environnement.*

Selon cette classification, la hauteur maximale de la digue étant de 68 mètres, le barrage est classé en catégorie A et fait l'objet d'une étude de danger, d'un examen technique complet et d'une revue de sûreté tous les 10 ans.

6.1.5 Gestion actuelle de la retenue

Le barrage des Fades-Besserve est exploité par EDF. Les activités principales sont **la baignade, les activités nautiques et la pêche** de loisirs. Les communes ont délégué la gestion des zones de loisirs au Syndicat Intercommunal de la Retenue des Fades-Besserve. Une

convention passée entre EDF et le SIRB (à l'époque Syndicat Intercommunal d'Équipement Touristique des Vallées de la Sioule et du Sioulet) en 1970 permet de concilier l'exploitation du barrage et les activités touristiques et sportives. L'article 1 de cette convention détaille les activités sportives autorisées, il s'agit de la baignade, la navigation à rame, à voile, à moteur ainsi que le ski nautique. L'article 2 établit la priorité des activités d'EDF qui règle le niveau de l'eau dans la retenue.

6.1.5.1 Gestion hydraulique

Le débit réservé au pied de l'ouvrage est de 470 l/s. Le débit garanti est de 2500 l/s restitué à l'aval immédiat de Queuille.

Le temps de renouvellement moyen de l'eau dans la retenue est de 35 jours et peut aller jusqu'à 90 jours si l'on considère le débit moyen annuel le plus sec statistiquement soit 8,81 m³/s.

La retenue des Fades Besserve est soumise à un marnage important, d'après les informations obtenues par EDF. Lors de la saison estivale, la cote de la retenue se situe en moyenne aux alentours de 503 m NGF mais peut varier entre 502 et 504,5 en particulier en juin et début juillet. Elle reste relativement stable jusqu'à début septembre où elle peut atteindre 498 m NGF.

Lors d'années particulièrement sèches, la côte très basse de la retenue ne permet pas la baignade sur le site de Confolant et Pont du Bouchet, comme ce fût le cas lors de la saison balnéaire 2011.

La dernière vidange de la retenue s'est déroulée en 1991.

6.1.5.2 Règlementation de la navigation

La navigation est règlementée par un arrêté préfectoral datant du 22 janvier 1996 qui définit les conditions d'utilisation et un schéma directeur d'utilisation de la retenue. Celui-ci comporte quatre zones :

- la zone 1 : interdiction totale de naviguer, cette zone est comprise entre les ouvrages de prises d'eau et le barrage et la presqu'île du Chalamont
- la zone 2 : la navigation à moteur seule est autorisée, celle-ci est située en aval de Pont du Bouchet et jusqu'à la zone 1.
- La zone 3 : seule la navigation à voile et à rames sont autorisées, les bateaux à moteurs peuvent toutefois y circuler en respectant la limitation de vitesse de 6 km/h. Cette zone comporte le bras du Sioulet et de la Sioule et s'étend jusqu'à Pont du Bouchet. A l'aval immédiat de Pont du Bouchet, une zone est réservée aux bateaux écoles et à la pratique du ski-nautique.

- La zone 4 : seule la navigation à rames est autorisée, il s'agit des rivières alimentant la retenue, en amont de celle-ci.

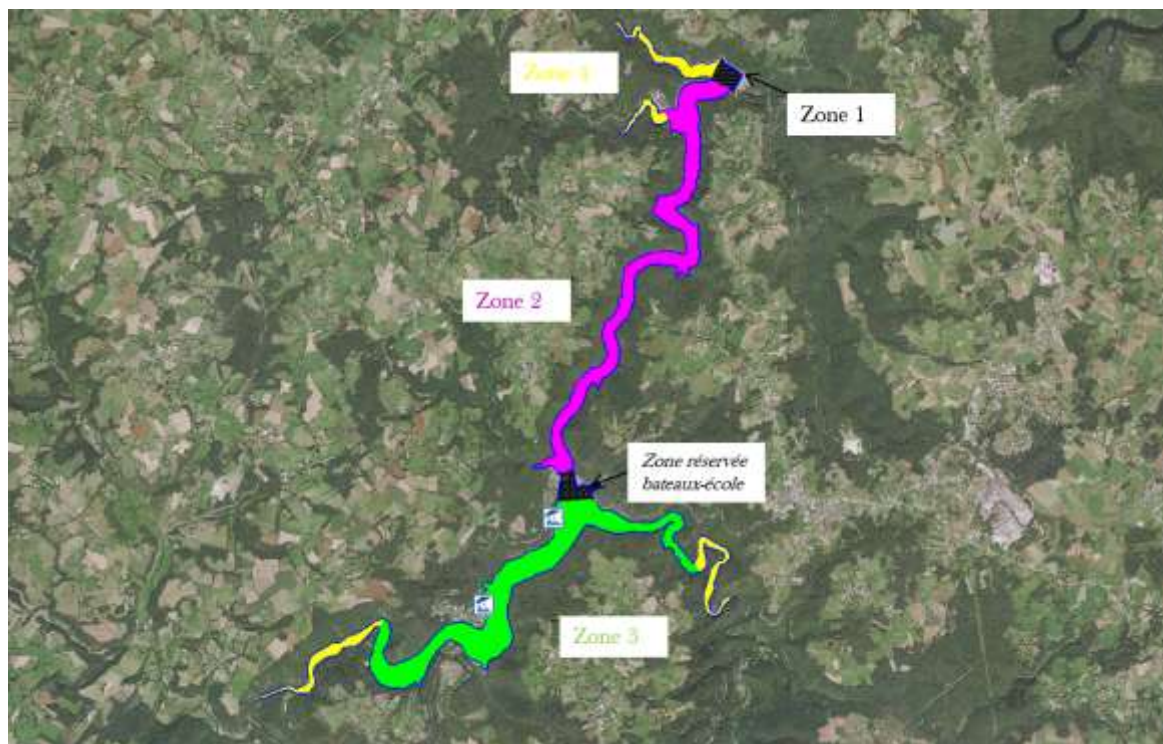


Figure 17 : Localisation des différentes zones de navigation de la retenue des Fades Besserve

Cette convention précise que l'ensemble des activités est interdit sur l'intégralité de la retenue à partir de la côte 485 m NGF (qui représente un abaissement de 20 mètres par rapport à la côte normale qui est de 505 m NGF).

6.1.5.3 Gestion piscicole / halieutique

La gestion de l'activité de pêche sur la retenue peut avoir des répercussions sur l'activité de baignade des trois sites.

La retenue des Fades Besserve est un site réciproitaire, ce qui signifie que les pêcheurs munis d'une carte de pêche en règle peuvent y accéder librement sans acquitter de titre particulier de pêche.

La Sioule et le Sioulet sont des rivières de première catégorie piscicole, mais la retenue des Fades Besserve est classée en deuxième catégorie.

Le cheptel piscicole se compose des gardons, rotengles, chevesnes, carpes, brèmes, ablettes, tanches, perches, sandres, brochets. Quelques espèces accidentelles ont également été retrouvées, il s'agit de black-bass et grémilles.

Il y a peu de déversement sur la retenue, hormis quelques brochets dont la reproduction est régulièrement compromise par le marnage important de la retenue.

6.1.6 Circulation générale

La compréhension de la circulation des masses d'eau au sein du plan d'eau permet d'évaluer le devenir des polluants une fois libérés dans le lac, et leur impact potentiel sur la baignade.

La circulation des masses d'eau au sein du plan d'eau peut être influencée par le débit d'alimentation des cours d'eau, ou le vent.

D'après les données de la banque hydro, les débits de la Sioule et du Sioulet des mois de juillet et août sont parmi les plus faibles de l'année. Ces débits ont été ramenés à la section moyenne du plan d'eau au niveau des bras de chacune des rivières, **les vitesses ainsi estimées sont très faibles (de l'ordre du millimètre par seconde)**. En outre, d'après les profils verticaux d'oxygène et température réalisés pendant la saison 2011, il semble que les eaux des deux rivières étant plus denses que celles de la retenue plongent en arrivant dans celle-ci. La circulation dans la retenue se fait ensuite d'amont en aval par un phénomène d'appel d'eau créé par le débit de fuite.

Il semble peu probable que des pollutions bactériologiques apportées par les deux rivières atteignent les zones de baignade, sachant que la vitesse est très lente, que les flux arrivent, à priori, en profondeur, et que les bactéries soient en nombre très restreint (senescence et prédation). Ce phénomène sera détaillé dans la phase 2.

7 CONTEXTE DEMOGRAPHIQUE ET ECONOMIQUE

L'étude de la **population** à l'échelle de la commune de Miremont a pour but d'évaluer la **pression** induite sur la qualité des eaux de baignade notamment de manière indirecte *via* les **rejets d'eaux usées**, et de manière directe, *via* la **fréquentation** de la zone de baignade.

La zone d'étude ne représente que 7,8 % de la superficie totale de la commune, et n'intègre pas le bourg de la ville mais deux hameaux (Toux et Le Bouchet) ainsi que le village de Confolant.

7.1 Population

Selon l'INSEE, à l'échelle de la commune, la population augmente en moyenne de 0,3% par an entre 1999 et 2008.

La densité moyenne communale est d'environ 8,9 hab.km² en 2010. Pour rappel la densité moyenne dans le département du Puy-de-Dôme, en 2007, est de 78,6 hab./km². La pression urbaine à l'échelle communale est donc faible.

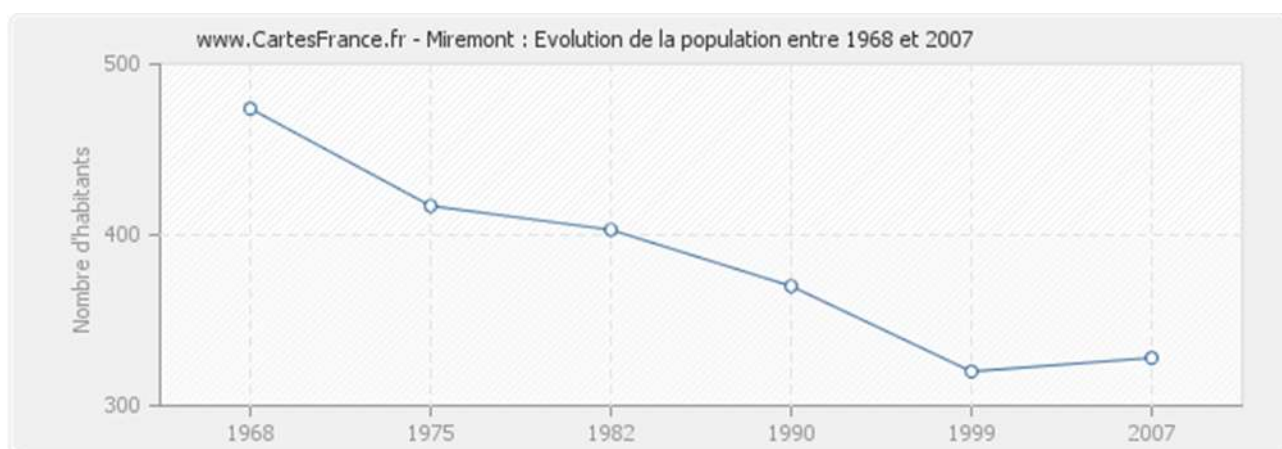


Figure 18 : Evolution de la population de la commune de Miremont de 1968 à 2007 (source : www.cartesfrance.com)

Tableau 7 : Statistiques de la population sur la commune de Miremont (source : INSEE)

année	population	natalité (0/00)	mortalité (0/00)	superficie (km2)	densité (hab./km2)
1999	320	5,5	14,1	36,94	8,7
2008	329				8,9

Le village de Confolant possède une capacité d'accueil estivale assez importante puisqu'il comporte un camping et un village vacance. L'impact de cette observation pour les zones de baignade serait lié à la charge polluante potentielle apportée par les lessivages des rejets d'assainissement non conformes des habitations situées dans le hameau du Bouchet ainsi que des dysfonctionnements, notamment en cas d'épisodes pluvieux, du réseau d'assainissement collectif desservant les villages de Confolant et Pont du Bouchet.

	Toux	5 habitations principales 5 habitations secondaires 1 meublé municipal
	Le Bouchet	11 habitations principales 5 habitations secondaires 1 meublé municipal
	Pont du Bouchet	11 résidences secondaires 7 résidences principales
	Confolant	1 village vacance 1 camping 21 résidences secondaires 5 résidences principales

Figure 19 : Nombre et type d'habitation ainsi que population sur les hameaux des zones d'influence des baignades de Confolant et Pont du Bouchet (cartes : cartographie des Combrailles <http://simap.sirap.com/smad>)

L'importance de la pression anthropique sur les zones d'influence est à relier au risque de déversement d'eaux usées lié à l'assainissement non collectif des habitations non-conformes (cf. chapitre « contexte de l'assainissement »), au risque de surcharge hydraulique des STEP, ainsi qu'à la fréquentation des résidences secondaires, village vacance et du camping situés sur la zone de loisirs à Confolant. Sur le long terme, l'évolution de la population ne semble pas représenter une menace pour la zone de baignade.

7.1.1 Capacité d'accueil

Durant la saison estivale, la population peut se voir fortement augmentée suite à une fréquentation des campings, résidences secondaires, gîtes,... Il en résulte une augmentation du risque potentiel de pollution de la zone de baignade, notamment en cas de mauvaise gestion des effluents domestiques.

Le nombre de résidences secondaires est un bon indicateur de la fréquentation en période de congés, de week-ends et donc pendant la période estivale.

A l'échelle de la commune, la proportion de résidences secondaires est plus importante que la part des résidences principales comme le montre la Figure 20.

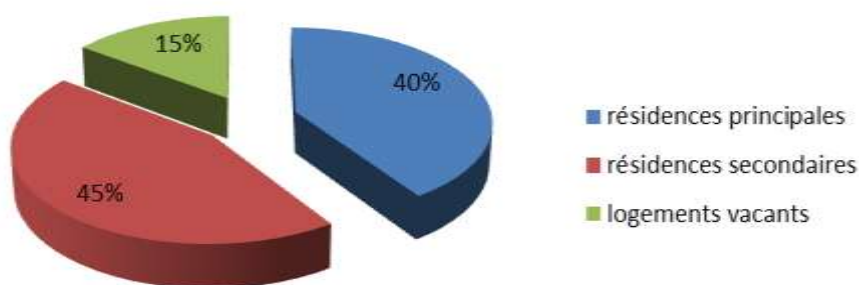


Figure 20 : Statistiques des logements sur la commune de Miremont en 2008 (source : INSEE)

La Figure 21 permet d'observer de manière générale une augmentation du nombre de résidences secondaires depuis 1968, le nombre de résidences principales est quant à lui resté relativement stable. Le nombre de logements vacants a beaucoup augmenté entre 1975 et 1990 pour se stabiliser par la suite.

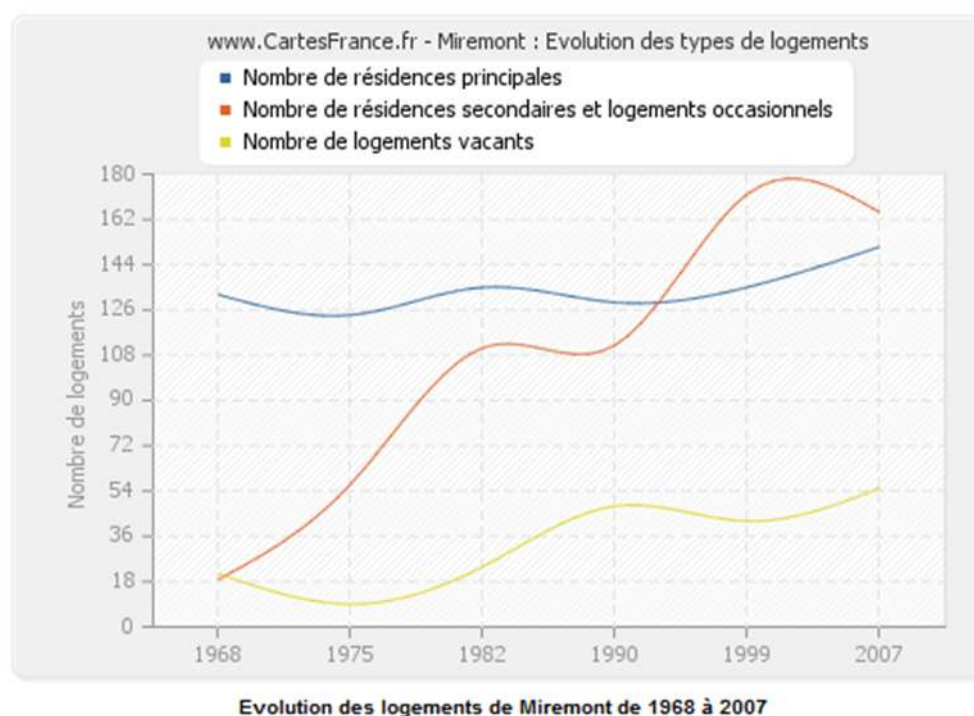


Figure 21 : Evolution du nombre de logements sur la commune de Miremont (source : www.cartesfrance.com)

Ces chiffres peuvent laisser entrevoir une augmentation du flux polluant sur les zones d'étude en période estivale, et une pression anthropique non négligeable sur les zones de baignade.

7.1.2 Estimation de la capacité d'accueil estivale

L'offre en termes de logements en période estivale sur la commune de Miremont est présentée dans le Tableau 8.

L'essentiel de la capacité d'accueil de la commune concerne les résidences secondaires, les gîtes et meublés, le village vacance et le camping de la zone de loisirs de Confolant et le camping municipal.

Tableau 8 : Offre d'hébergement sur la commune de Miremont (source : INSEE)

	Résidences secondaires	Camping	Gîtes	Meublés municipaux	Village vacance	Hôtels
Nombre	166	120 emplacements	3	3	1	15 chambres
Population estivale maximales estimée	332	240	6	24	300	30

En plus des différents hébergements répertoriés dans le tableau précédent, il existe un village vacance supplémentaire construit dans les années 1970 appartenant à la ville de Clermont-Ferrand. Il était destiné à l'accueil d'enfants (100 places) jusqu'en 2007 où un avis défavorable de la commission de sécurité a provoqué sa fermeture en attendant la mise aux normes de l'installation électrique.

On estime que la population peut tripler durant la période estivale (+932 personnes). Le risque de pollution est donc fortement augmenté.

La capacité d'accueil en saison estivale est importante et en partie localisée sur les zones d'influence. En outre, une forte proportion de vacanciers attirés par les campings et le village vacance est donc susceptible de fréquenter les zones de baignade. La forte fréquentation estivale des plages par les baigneurs constitue donc une source de pollution potentielle, puisque l'homme est un vecteur de contaminants fécaux.

7.1.3 Fréquentation de la zone de baignade

La fréquentation de la zone de baignade en elle-même peut-être source de pollution bactériologique. Une surfréquentation peut entraîner des concentrations importantes en germes pathogènes dans l'eau. La transmission de germes infectieux est à prendre en considération.

7.2 Activités

7.2.1 Activités artisanales, industrielles, et de services

D'après le zonage d'assainissement, les activités commerciales présentes sur la commune sont essentiellement liées au tourisme, la commune accueille 4 restaurants, un hôtel/restaurant, un hôtel, un village vacances et deux campings.

Il y a également :

- un négociant en matériaux à Mayoux
- un café à Grégottier
- une entreprise de matériel aux Tours
- une décharge d'ordures ménagères à Milliazeix. Il s'agit d'un site de stockage créé en 1980 pour dépôt d'ordures ménagères. Il est actuellement en fin de vie. Ces dernières années, la fermeture du casier en exploitation a été ordonnée par décision préfectorale. Les déversements de lixiviats se faisaient à l'origine dans le ruisseau du Tangot mais son débit a été jugé insuffisant, c'est pourquoi ils sont actuellement transférés par camion à Riom.

Les seules activités présentant un risque de pollution bactériologique pour les zones de baignade sont celles situées sur les zones d'influence. Il s'agit essentiellement de l'assainissement individuel du hameau Le Bouchet ainsi que le réseau d'assainissement collectif des villages de Confolant et Pont du Bouchet.

7.2.2 Agriculture

L'agriculture est le secteur d'activité le plus représenté sur la commune de Miremont, avec 17 exploitations professionnelles et un cheptel de 1437 bovins. Aucun bâtiment agricole n'est situé sur les zones d'influence des baignades de Pont du Bouchet et Confolant. Les principales exploitations se trouvent dans les hameaux des Tours, Teilhet, Le Poirier, La Salesse, le Veyrial, La Faye ou encore La Prugne.

Tableau 9 : Détails de l'activité agricole de la commune de Miremont d'après le dernier recensement agricole en 2000

Exploitations professionnelles	Total bovins	Total volailles	Total ovins	Total porcins
17	1 437	272	373	9

L'agriculture est la principale activité sur la zone d'influence. Il y a donc un risque de pollution des zones de baignade face à cette activité bien que la baignade de Pont du Bouchet soit tout de même moins exposée du fait de ses terrains pentus. Les risques de pollution découlant des cultures et de l'élevage seront détaillés dans le chapitre consacré à l'inventaire des sources de pollution.

8 ETUDE DE LA QUALITE DU MILIEU AQUATIQUE

8.1 Prérequis sur les méthodes d'évaluation de la qualité de l'eau de baignade

- ➔ La directive 2006/7/CE adoptée le 15 février 2006 par le Conseil de l'Union européenne et par le Parlement européen abrogera la directive actuelle n°76/160/CEE du 8 décembre 1975, le 31 décembre 2014. Cette directive prévoit le contrôle de **2 paramètres microbiologiques** (*Escherichia coli* et Entérocoques intestinaux) à hauteur d'un minimum de 4 analyses par saison estivale.
- ➔ La directive 76/160/CEE, progressivement remplacée par la Directive 2006/7/CE depuis la saison 2010, prévoit le suivi de **3 paramètres microbiologiques**² (*Escherichia coli*, Coliformes totaux, Streptocoques fécaux), ainsi que **3 paramètres physico-chimiques** basés sur des observations de terrain, permettant d'évaluer la présence de substances tensioactives (mousses), de phénols, d'huiles minérales, ou encore d'évaluer la transparence et la coloration de l'eau. Les mesures sont au moins bimensuelles. C'est sur cette base que **quatre échantillonnages par saison balnéaire ont été réalisés** jusqu'à présent.

Les méthodes d'évaluation de la classe de qualité de l'eau de baignade selon ces deux directives diffèrent, mais il est possible d'interpréter les données antérieures à 2010 selon les recommandations de la Directive 2006/7/CE pour la raison suivante :

- Selon l'article 4-4-c de la directive 2006/7/CE, les paramètres **Coliformes fécaux et Streptocoques fécaux** de la directive 76/160/CEE, **sont respectivement jugés équivalents aux paramètres, *Escherichia coli* (*E. Coli*) et Entérocoques intestinaux.**

² Les **analyses microbiologiques** effectuées concernent la mesure des germes témoins de contamination fécale (*Escherichia coli* et entérocoques intestinaux) que l'on ne retrouve pas dans le milieu naturel en temps normal. Ils constituent ainsi des indicateurs du niveau de pollution par des eaux usées, ou des effluents d'élevage, et traduisent la probabilité de présence de germes pathogènes. Plus ces germes sont présents en quantité importante, plus le risque sanitaire augmente.

8.1.1 Directive 76/160/CEE : Evaluation de la qualité de l'eau de baignade

Au cours de la saison balnéaire, les résultats sont simplement comparés aux valeurs guides et impératives fournies dans l'annexe de la directive. L'eau est considérée comme étant de **bonne qualité** si les résultats sont **inférieurs aux valeurs guides**. Elle est de **qualité moyenne** si les résultats sont **supérieurs aux valeurs guides, mais inférieurs aux valeurs impératives**. Enfin l'eau sera considérée comme étant de **mauvaise qualité** quand les résultats **dépasseront les valeurs impératives**. En cas de dépassement des valeurs limites de qualité fixés par la directive pour ces paramètres microbiologiques, la recherche d'autres germes peut être réalisée (salmonelles, entérovirus,...), et la baignade suspendue.

A l'issue de la saison, la qualité du site de baignade est établie à partir de l'ensemble des résultats des prélèvements effectués sur la période balnéaire. Ce classement tient compte des 3 paramètres microbiologiques et physico-chimiques. **L'évaluation de la qualité est déterminée en fonction du pourcentage de résultats d'analyse respectant les valeurs guides et impératives** sur les 6 paramètres. La directive 76/160/CEE prévoit deux classes de qualité, la classe « **conforme** » (résultats inférieurs aux valeurs limites impératives) et « **non conforme** ».

Tableau 10 : Normes de qualité bactériologique des eaux de baignades selon la directive 76/160/CEE

Paramètres	Valeur guide	Valeur impérative
Coliformes totaux en UFC/100 ml	500	10 000
Coliformes fécaux en UFC/100 ml	100	2 000
Streptocoques fécaux en UFC/100 ml	100	-

Avec :

- Coliforme Fécaux ≈ E.Coli
- Stréptocoques fécaux ≈ Entérocoques intestinaux

Lors de la transposition dans le droit français, les classes de qualité ont été remaniées en quatre classes (Tableau 11). Les « **eaux conformes** » correspondent aux eaux de **bonne qualité** (catégorie A : respect des valeurs guides et impératives), et aux eaux de **qualité moyenne** (catégorie B : respect des valeurs impératives).

Les « **eaux non conformes** » représentent les eaux **momentanément polluées**, (catégorie C : entre 5 et 33% d'échantillons prélevés au cours d'une saison balnéaire ne sont pas conformes aux valeurs impératives) et les eaux de **mauvaise qualité** (catégorie D : plus de 33% d'échantillons sont supérieurs aux valeurs impératives). **Seules les eaux classées en catégorie C et D ne sont pas conformes avec la réglementation européenne.**

Tableau 11: Critère de classement de la qualité des eaux de baignade en France selon la directive 76/160/CEE (source www.baignade.sante.gouv.fr)

A	Eau de bonne qualité	B	Eau de qualité moyenne
	Au moins 80% des résultats en Escherichia coli sont inférieurs ou égaux au nombre guide Au moins 95% des résultats en Escherichia coli sont inférieurs ou égaux au nombre impératif Au moins 90% des résultats en Streptocoques fécaux sont inférieurs ou égaux au nombre guide Au moins 95% des résultats en Coliformes totaux sont inférieurs ou égaux au nombre impératif Au moins 80% des résultats en Coliformes totaux sont inférieurs ou égaux au nombre guide Au moins 95% des résultats en sont inférieurs ou égaux aux seuils impératifs pour les huiles minérales, les phénols et les mousses.		Au moins 95% des prélèvements respectent le nombre impératif pour les Escherichia coli, et les Coliformes totaux; Au moins 95% des résultats sont inférieurs ou égaux aux seuils impératifs pour les huiles minérales, les phénols et les mousses. Les conditions relatives aux nombres guides ne sont pas, en tout ou en partie, vérifiées.
Les eaux classées en catégories A ou B sont conformes à la réglementation européenne			
C	Eau pouvant être momentanément polluée	D	Eau de mauvaise qualité
	La fréquence de dépassement des limites impératives est comprise entre 5% et 33,3%.		Les conditions relatives aux limites impératives sont dépassées au moins une fois sur trois Toutes les zones classées en catégorie D une année, doivent être interdites à la baignade l'année suivante.

En fonction des observations, d'autres paramètres peuvent être mesuré, tel que le pH, les nitrates, les phosphates, la chlorophylle, les cyanobactéries, les micropolluants (métaux lourds),...

8.1.2 Directive 2006/7/CE : Evaluation de la qualité de l'eau de baignade

Des évolutions concernant les paramètres de **qualité sanitaire** ont été apportées. Il s'agit notamment, d'une **différenciation** des normes de qualité concernant les baignades en **eaux douce et en milieu marin**, ainsi que du nombre de **paramètres réduit à deux indicateurs microbiologiques** (*Escherichia coli* et entérocoques intestinaux).

En ce qui concerne la fréquence des analyses, elle est fixée par l'élaboration d'un **calendrier de surveillance** des différents paramètres pour la zone de baignade et ce, avant chaque saison balnéaire, sur une base de 4 prélèvements au minimum par saison, dont la **planification reste à la charge des Agences Régionale de Santé**.

Les modalités de classement de la qualité des eaux de baignade se sont vues profondément modifiée. Elles reposent sur **une analyse statistique de l'ensemble des résultats** collectés sur la zone de baignade pendant les **4 dernières saisons balnéaires**. La moyenne, mais aussi l'écart type de l'ensemble des dénombrements sont pris en considération.

De fortes amplitudes dans les dénombrements peuvent être lissées (si elles sont exceptionnelles), ou alors déclasser l'eau de baignade si elles sont fréquentes (augmentation de l'écart type). Cette méthode d'évaluation aboutit à l'obtention de 4 classes de qualité (Tableau 12).

Tableau 12 : Classe de qualité de l'eau de baignade selon la directive 2006/7/CE pour les eaux intérieures
(source www.baignade.sante.gouv.fr)

	Paramètre	Excellente qualité	Bonne qualité	Qualité suffisante	Méthodes de référence pour l'analyse
1	Entérocoques intestinaux (UFC/100ml)	200 *	400 *	330 **	ISO 7899-1 ou ISO 7899-2
2	Escherichia coli (UFC/100ml)	500 *	1000 *	900 **	ISO 9308-3 ou ISO 9308-1

* Evaluation au 95^e percentile.

** Evaluation au 90^e percentile.

Comme le montre le tableau suivant, pour les classes de **qualité bonne et excellente**, le calcul se fait par une évaluation au **95^e percentile** de la fonction normale de densité de probabilité $\log_{10}$ des données microbiologiques. L'hypothèse est faite que les résultats obtenus au cours des quatre années suivent une loi statistique appelée loi "log normale". Le 95^e percentile est la valeur à laquelle 95% des données (résultats d'analyses microbiologiques) sont inférieures.

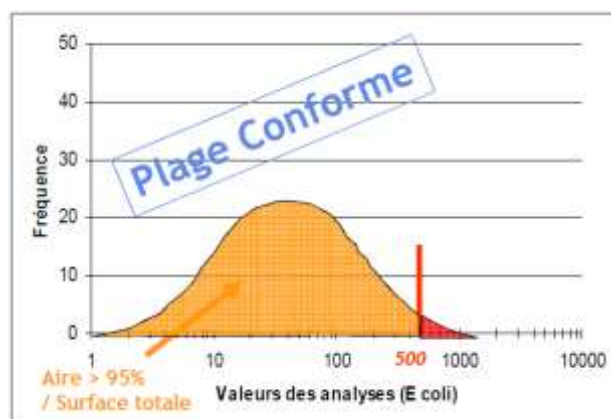
Tableau 13 : Classe de qualité des eaux de baignades intérieures selon la directive 2006/7/CE (source : www.baignade.sante.gouv.fr)

Entérocoques intestinaux					
E s c h e r i c h i a c o l i		Percentile 95 < 200	200 < Percentile 95 < 400	Percentile 95 > 400 et Percentile 90 < 330	Percentile 90 > 330
	Percentile 95 < 500	Excellente	Bonne	Suffisante	Insuffisante
	500 < Percentile 95 < 1000	Bonne	Bonne	Suffisante	Insuffisante
	Percentile 95 > 1000 et Percentile 90 < 900	Suffisante	Suffisante	Suffisante	Insuffisante
	Percentile 90 > 900	Insuffisante	Insuffisante	Insuffisante	Insuffisante

8.1.2.1 Obtention des percentiles :

On distingue le percentile 95 et le percentile 90. Le percentile 95, se rapproche de la valeur pour laquelle 95 % des dénombrements en germes sont inférieures.

Par exemple la directive 2006/7/CE prévoit une norme de qualité « excellente » pour le paramètre *Escherichia Coli* pour un percentile inférieur à 500 UFC/100mL.



Graphique 1 : Illustration du percentile 95 pour *Escherichia Coli* (source ARS Auvergne délégation 63)

La valeur du percentile est calculée de la manière suivante (source annexe II directive 2006/7/CE):

1. Prendre la **valeur log10 de tous les dénombrements bactériens** de la séquence de données à évaluer (si une valeur égale à zéro est obtenue, prendre la valeur log10 du seuil minimal de détection de la méthode analytique utilisée.)
2. Calculer la **moyenne arithmétique des valeurs log10 (μ)**.
3. Calculer l'**écart type des valeurs log10 (σ)**.
4. La valeur au 90^e percentile supérieur de la fonction de densité de probabilité des données est tirée de l'équation suivante : **90^{ème} percentile supérieur = antilog ($\mu + 1,282 \sigma$)**.
5. La valeur au 95^e percentile supérieur de la fonction de densité de probabilité des données est tirée de l'équation suivante : **95^{ème} percentile supérieur = antilog ($\mu + 1,65 \sigma$)**.

Il est important de noter que la nouvelle Directive intègre dans son calcul, non seulement la **moyenne des résultats**, mais aussi leur **écart type**, c'est-à-dire la dispersion des résultats par rapport à la moyenne. Ainsi, un seul événement important de pollution peut entraîner un déclassement, via le calcul de l'écart type, non seulement l'année en cours, mais également les trois années suivantes. La directive (76/160/CEE) sera abrogée le 31 décembre 2014. En attendant, l'évaluation de la qualité des eaux de baignade selon la directive de 2006 a débuté pendant la saison 2010, dans le but de pouvoir obtenir le premier classement officiel en 2013.

8.2 Qualité microbiologique des eaux de baignade de Confolant et Pont du Bouchet

Les données d'analyse de surveillance sont fournies par l'ARS **Auvergne, délégation du Puy de Dôme** à la mairie de Miremont concernant la qualité microbiologique de l'eau de baignade sur les deux sites et répertoriées depuis 1995.

77 analyses réglementaires ont été réalisées sur la zone de baignade de Confolant et 78 sur la baignade de Pont du Bouchet, depuis 1995, durant les 17 saisons balnéaires. Dans l'ensemble, pour une saison balnéaire, un prélèvement est réalisé en juin et deux prélèvements sont réalisés pour les mois de juillet et août. En 2002, la baignade a été interdite pour les trois plages de la retenue compte-tenu du niveau d'eau très bas dans celle-ci. Aucune analyse n'a été réalisée cette année-là. En 2003, uniquement deux analyses en début de saison ont été réalisées pour le site de Confolant qui a par la suite été interdit à la baignade par manque d'eau. L'année 2011 a également présenté des conditions hydrologiques sévères qui n'ont pas permis d'autoriser la baignade sur le site de Confolant. Le suivi ARS a tout de même été maintenu pour les besoins du profil et du classement des baignades en 2015.

8.2.1 *Selon la Directive 76/160/CEE*

Les résultats sont présentés dans le 14. L'eau des deux baignades est classée de **qualité « Bonne »** (classe A) à **« Moyenne »** (classe B) selon la directive 76/160/CEE sur la baignade de Confolant et de Pont de Bouchet.

Les années classées en « B » correspondent aux années où les données obtenues ont été supérieures aux valeurs guides, mais sont restées inférieures aux valeurs impératives.

Depuis 1995, les baignades de Confolant et de Pont du Bouchet respectivement, **56% et 73% des saisons** se sont soldées par une évaluation en **« bonne qualité-A »**, contre **43 % et 33%** en qualité **« moyenne-B »**.

L'eau de baignade sur le site de Confolant et de Pont du Bouchet est donc conforme à la réglementation européenne depuis les dix-sept dernières saisons balnéaires.

Tableau 14 : Évaluation de la qualité de l'eau de baignade sur les zones de baignades de Confolant et Pont du Bouchet, d'après la directive 76/160/CEE

Saisons	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Confolant	A	A	B	A	A	A	B	
Pont du Bouchet	B	A	A	A	B	B	A	

Saisons	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Confolant	A	B	A	A	B	B	B	A	B
Pont du Bouchet	A	B	A	A	A	B	A	A	A

Dans ce paragraphe nous nous intéresserons aux saisons balnéaires ayant été classées en « B » depuis 1995.

Les Figure 22 et Figure 23 illustrent l'historique des dénombrements réalisés au cours de ces saisons. Il s'agit de résultats bruts, n'ayant subi aucune interprétation statistique.

Si l'on considère les seuils fixés par la directive 76/160/CEE, **au minimum une analyse par saison les dépasse et provoque un déclassement en catégorie « B ».**

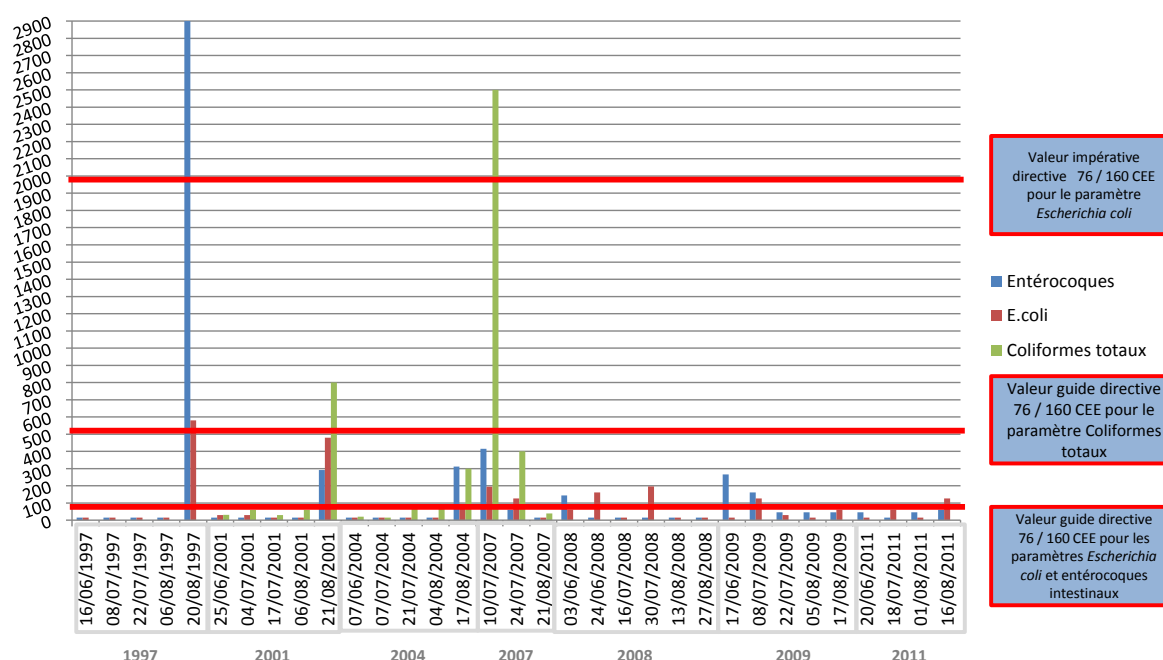


Figure 22 : Résultats des analyses bactériologiques des saisons balnéaires classées en qualité « B » pour la baignade de Confolant

Concernant la baignade de Confolant, l'analyse réalisée le 20 août 1997 révèle des concentrations importantes en Entérocoques Intestinaux et E.Coli (2900 et 580 UFC/100 ml). Ce dépassement de seuil unique dans la saison a provoqué un déclassement de la qualité. Les

autres années ayant été déclassées présentent une ou deux analyses dépassant le seuil des 100 UFC/100 ml, toutefois, les concentrations sont toujours restées inférieures à 500 UFC/100 ml pour E.Coli et les concentrations en Entérocoques Intestinaux ont été supérieures à 200 UFC/100 ml en 2001, 2004, 2007 et 2009.

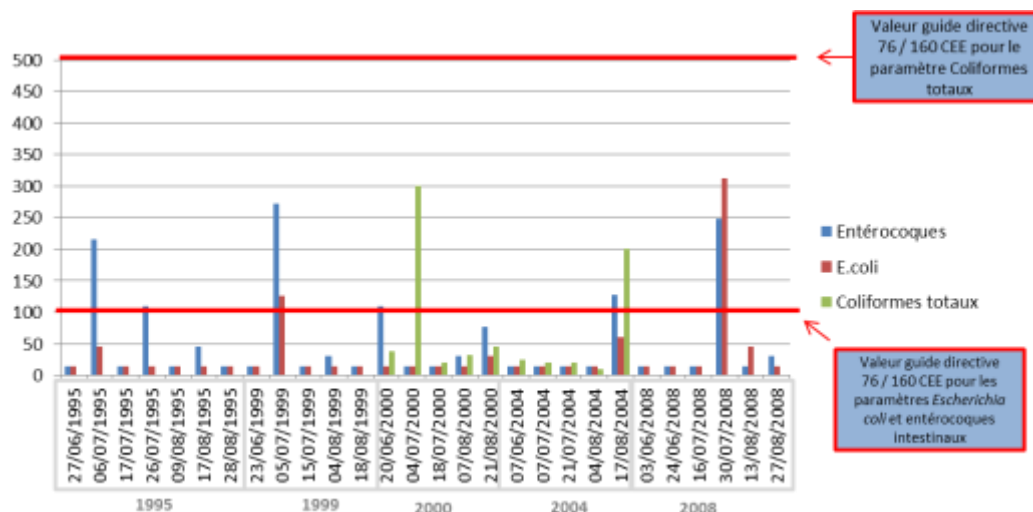


Figure 23 : Résultats des analyses bactériologiques des saisons balnéaires classées en qualité « B » pour la baignade de Pont du Bouchet

Concernant la baignade de Pont du Bouchet, les saisons balnéaires ayant été déclassées en B sont celles présentant une analyse dépassant le seuil des 100 UFC/100 ml pour le paramètre Entérocoques Intestinaux. Au cours de ces années, aucune concentration supérieure à 350 UFC/100 ml n'a été relevée.

Remarque :

Les bactéries coliformes existent dans les matières fécales mais peuvent également se développer dans certains milieux naturels (sol, végétation), elles sont donc des marqueurs peu spécifique d'une pollution fécale. **L'absence de coliformes totaux ne signifie pas nécessairement que l'eau ne présente pas de risque pathogène.** Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux. Ils sont capables de se développer à 44°C alors qu'aucune croissance n'est observée à cette température pour les souches non fécales. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est **Escherichia coli**. Cette bactérie représente **80 à 90 % des coliformes thermotolérants détectés** (Barthe et al., 1998; Edberg et al., 2000).

La directive 76/160/CEE prévoit de plus l'évaluation de 3 paramètres physico-chimiques qui interviennent dans le calcul de la classe de qualité. Sur les deux baignades concernées, les observations de terrains dont elles découlent ont révélées la présence de substances tensioactives (mousses persistantes) à deux reprises, pour Confolant le 17/07 et 07/08/1996 et pour Pont du Bouchet le 04/07/1996 et l'année suivante le 06/08/1997. La présence de phénols (odeur spécifique) et d'huiles minérales (film visible à la surface de l'eau et odeur)

n'ont jamais été observées. La transparence et la coloration de l'eau ont subi quelques altérations. Cet aspect est détaillé dans la partie traitant de la problématique des cyanobactéries.

8.2.2 Selon la directive 2006/7/CE

La directive actuelle (76/160/CEE) sera abrogée le 31 décembre 2014. En attendant l'évaluation de la qualité des eaux de baignade selon la directive de 2006 a débuté pendant la saison 2010, dans le but de pouvoir obtenir **le premier classement officiel en 2013**.

L'évaluation de la qualité microbiologique selon cette directive se limite aux paramètres E. Coli et Entérocoques intestinaux.

L'évaluation de la qualité de l'eau de baignade selon la méthode de la directive 2006/7/CE ne peut se faire qu'à partir de 1998, puisque la classe de qualité est calculée sur la base de **quatre saisons balnéaires**.

Selon la nouvelle directive, la baignade de Pont du Bouchet est classée en qualité excellente pour toutes les saisons balnéaires depuis 1998, ce qui peut paraître paradoxal au regard des classements selon la directive 76/160/CEE (qualité moyenne). Ceci s'explique par le nouveau mode de calcul instauré par la directive 2006/7/CE. En effet, le calcul s'établit sur 4 saisons et intègre dans son calcul, non seulement la moyenne des résultats, mais aussi leur écart type. Il s'avère que lors des années classées en « B », une à deux valeurs seulement ont dépassé les valeurs guides et les percentiles 95 sont restés inférieurs à 500 pour le paramètre *E.coli*.

Concernant la baignade de Confolant, c'est pour les mêmes raisons que des années classées en B par la directive sont de qualité excellente selon la nouvelle directive et à l'inverse, des années qui étaient classées en A se retrouvent en qualité « bonne » selon la directive 2006/7/CE. C'est le cas en 2010, saison pendant laquelle les seuils n'ont pas été dépassés, mais les résultats des années précédentes (qui ont présenté une valeur élevée par saison) se font ressentir en 2010.

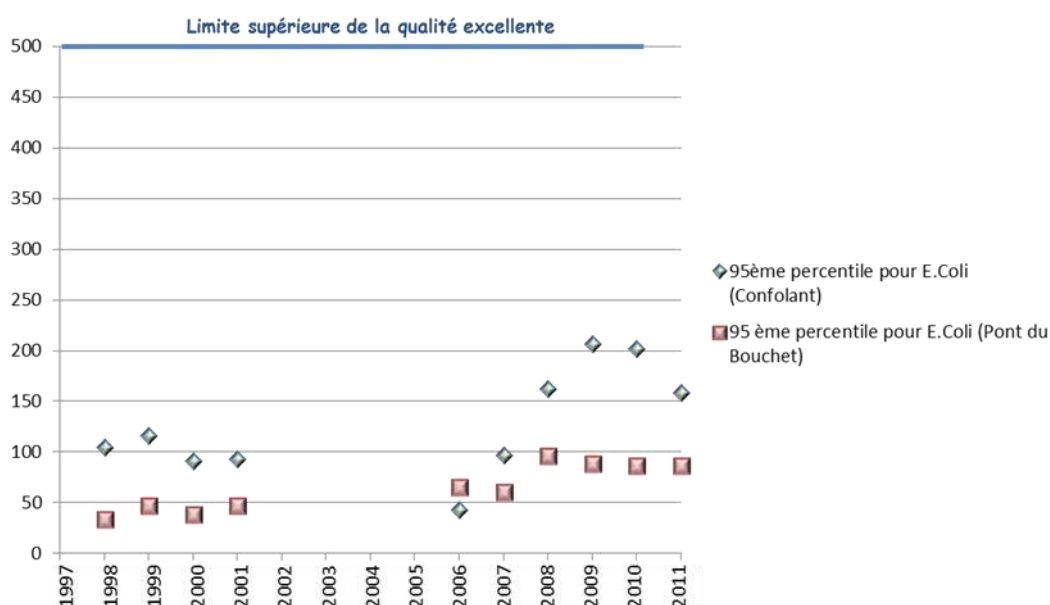
Aucune analyse n'a été réalisée en 2002, ce qui ne nous permet pas de réaliser des simulations pour les années 2003, 2004 et 2005, la qualité de l'eau étant calculée sur la base de quatre saisons balnéaires.

Tableau 15 : Simulation du classement de la qualité de l'eau de baignade des sites de Confolant et Pont du Bouchet sur 10 saisons balnéaires selon la directive 2006/7/CE

Saisons	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Confolant	EXC	EXC	EXC	EXC				
Pont du Bouchet	EXC	EXC	EXC	EXC				

Saisons	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Confolant	EXC	EXC	EXC	BON	BON	EXC
Pont du Bouchet	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC

La Figure 24 présente l'évolution des **95^e percentiles pour le paramètre *E. coli*** pour les deux baignades. Ces valeurs sont **une intégration des dénombrements de quatre saisons balnéaires consécutives**. De ce fait, ce classement permet de mieux interpréter l'évolution de la qualité de l'eau au cours du temps. Les valeurs des 95^e percentiles sur les **10 dernières saisons balnéaires sont inférieures à la limite supérieure de qualité excellente**. Cependant, on constate une légère tendance à l'augmentation pour Confolant entre 2006 et 2009. Concernant Pont du Bouchet, les valeurs du percentile sont plus élevées entre 2006 et 2011 mais restent inférieures à 100.

Figure 24 : Evolution des 95^e percentiles pour le paramètre *Escherichia coli* sur les sites de Confolant et Pont du Bouchet

La Figure 25 présente l'évolution des **95^e percentiles des dénombrements en Entérocoques Intestinaux** sur les sites de Confolant et Pont du Bouchet au cours des 10 dernières saisons balnéaires. Ces valeurs **sont inférieures au seuil de qualité excellente pour toutes les saisons sur la plage de pont du Bouchet**. Pour Confolant, les percentiles ont été supérieurs au seuil en 2009 et 2010.

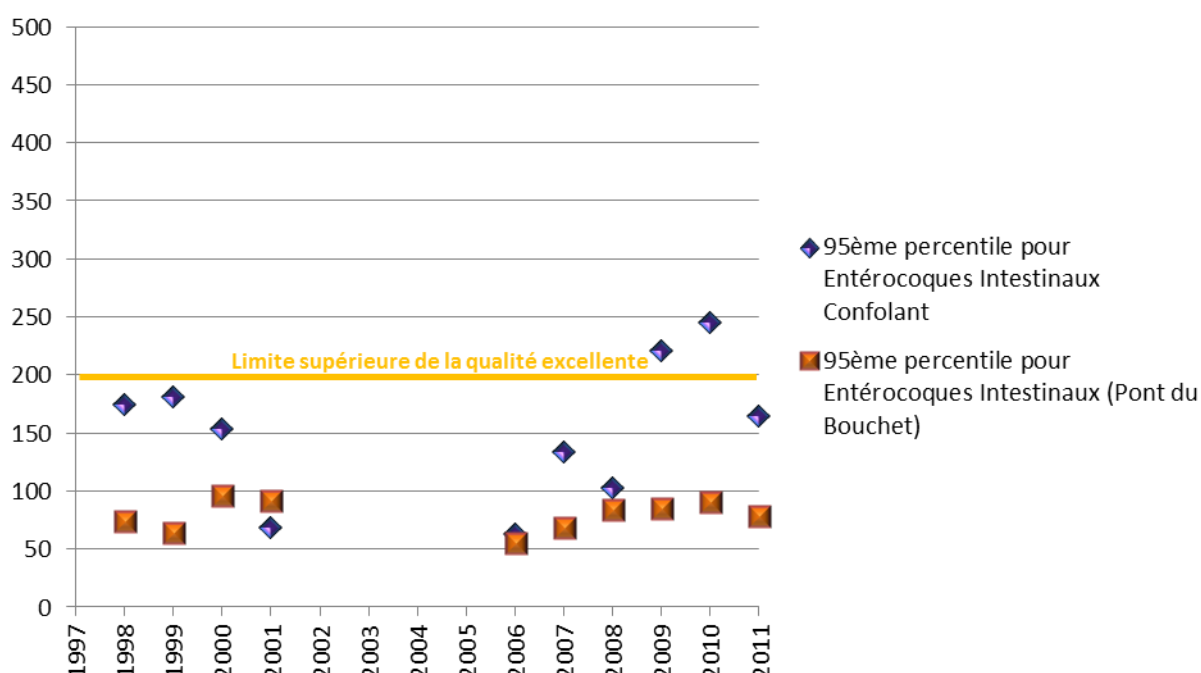


Figure 25: Evolution des 95^e percentiles pour le paramètre Entérocoques intestinaux sur les baignades de Confolant et Pont du Bouchet

Afin de se concentrer sur les éléments récents de la qualité de l'eau de baignade sur les deux sites, la simulation du classement de la saison balnéaire 2011 est présentée dans le Tableau 16. Le nombre d'échantillon considéré pour ce calcul est de 20 prélèvements pour Confolant et 21 pour Pont du Bouchet. Il en résulte que :

Confolant	Pont du Bouchet
→ Environ 95% de ces dénombrements sont inférieurs à 158 UFC/100 ml pour le paramètre <i>Escherichia Coli</i> (95^e percentile = 158). Cette valeur est inférieure au seuil de qualité excellente fixé à 500 UFC / 100 ml. → Environ 95% des dénombrements en Entérocoques Intestinaux réalisés pendant cette période sont inférieurs à 165 UFC/100 ml. (95^e percentile = 165). Le seuil de qualité excellente fixé à 200 UFC / 100 ml n'est pas dépassé.	→ Environ 95% de ces dénombrements sont inférieurs à 86 UFC/100 ml pour le paramètre <i>Escherichia Coli</i> (95^e percentile = 86). Cette valeur est inférieure au seuil de qualité excellente fixé à 500 UFC / 100 ml. → Environ 95% des dénombrements en entérocoques intestinaux réalisés pendant cette période sont inférieurs à 79 UFC/100 ml. (95^e percentile = 79). Le seuil de qualité excellente fixé à 200 UFC / 100 ml n'est pas dépassé.

Tableau 16 : Seuils de qualité selon l'annexe I de la directive 2006/7/CE

	95ème percentile (Confolant)	95ème percentile (Pont du Bouchet)	Excellente qualité	Bonne qualité	Qualité suffisante*
Entérocoques intestinaux	165	79	200	400	330
<i>Escherichia coli</i>	158	86	500	1000	900

*évaluation au 90^{ème} percentile

En 2011, le prélèvement réalisé le 16 août sur le site de Confolant révèle une concentration importante en *E.coli* (127 UFC/100ml) qui selon la directive 76/160/CEE décline la baignade en classe «moyenne-B ». Pourtant il s'agit d'une seule valeur pour la saison et donc une pollution ponctuelle de courte durée. La nouvelle méthode de calcul de la directive 2006/7/CE, prend en compte les analyses des 3 dernières saisons balnéaires. De ce fait, si uniquement une valeur par saison est élevée, elle pourra ne pas avoir d'impact pour le classement de la baignade si les autres valeurs restent faibles.

Site de Confolant

Les mesures bactériologiques ont une variance élevée. La Figure 26 met en évidence une **évolution stable pour le paramètre E.Coli** et de **très faibles concentrations**, marquée de hausses ponctuelles. Les moyennes constatées sont inférieures au seuil de qualité « excellente » de la Directive 2006/7/CE pour le paramètre *Escherichia Coli* (500 NPP/100 ml). Concernant le paramètre Entérocoques Intestinaux, la moyenne présente un pic en 1997 dépassant le seuil des 1000 NPP/100 ml de qualité « bonne » de la nouvelle directive.

Les moyennes mobiles d'ordre trois montrent une tendance à la stabilisation après le pic de 1997 pour Entérocoques Intestinaux et une évolution stable pour le paramètre E.Coli au cours des 15 dernières saisons balnéaires.

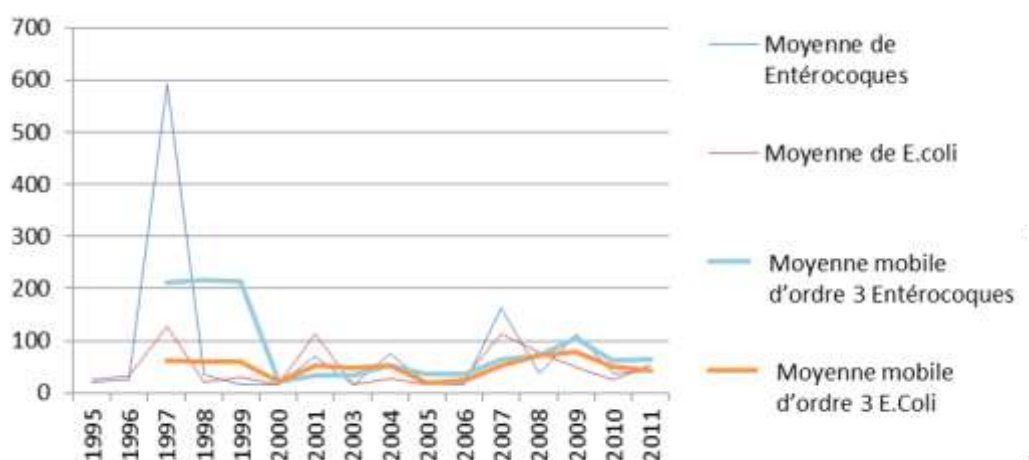


Figure 26 : Evolution des paramètres bactériologiques de 1995 à 2011 selon une moyenne géométrique et une moyenne mobile d'ordre 3 pour la baignade de Confolant

Site de Pont du Bouchet

La Figure 27 met en évidence une **évolution stable** et de **très faibles concentrations** pour les deux paramètres qui restent inférieurs à 100 UFC/100 ml.

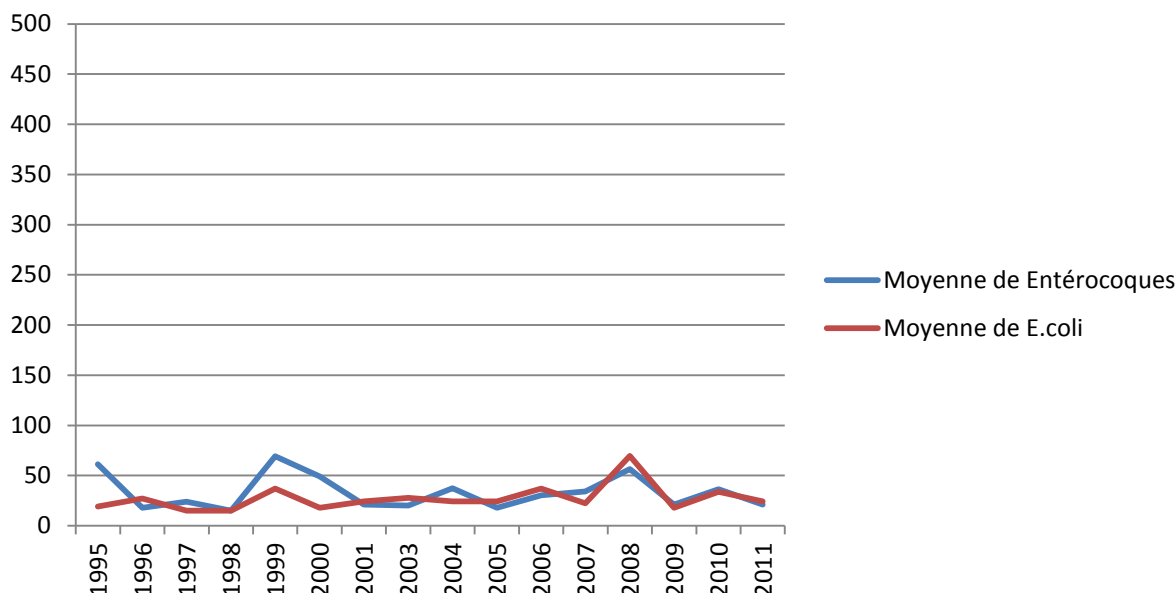


Figure 27 : Evolution des paramètres bactériologiques de 1995 à 2011 selon une moyenne géométrique pour la baignade de pont du Bouchet

Au cours des saisons 1995 à 2011 la qualité bactériologique ne met pas en évidence de tendance notable, si ce n'est un maintien des concentrations en dessous des seuils fixés par la Directive 2006/7/CE pour le site de Pont du Bouchet. Les concentrations relevées sur le site de Confolant peuvent parfois être très élevées, cette baignade semble donc vulnérable à des pollutions ponctuelles. La baignade de Pont du Bouchet semble, quant à elle, moins soumise aux épisodes de pollutions ponctuelles puisque les analyses n'ont jamais révélées, depuis 1995, de concentrations supérieures à 320 UFC/100 ml pour les deux paramètres analysés.

8.2.3 Tendance et évolution de la qualité de l'eau de baignade

La baignade de Pont du Bouchet, et plus particulièrement celle de Confolant ont connu des épisodes ponctuels de pollution, il convient d'apprécier dans quelle mesure le classement en qualité « excellente » de la plage est susceptible de se maintenir dans les prochaines années, et en particulier au cours du **premier classement officiel selon la Directive 2006/7/CE, en 2013**. La méthode d'évaluation est basée sur la méthodologie employée dans le document préalable à l'élaboration d'une méthodologie adaptée pour la réalisation des profils baignade (Berahou, 2009).

Nous avons calculé le futur classement des plages selon différents scénarios. Pour établir des scénarios réalistes, les données utilisées correspondent à des situations qui ont déjà été observées au cours des années précédentes sur la baignade.

- Le scénario optimiste correspond à une répétition des résultats d'une année classée en catégorie « Bonne qualité-A » selon la directive 76/60/CEE0 (paramètres bactériologiques bas).
- Le scénario pessimiste considère que les résultats obtenus de 2011 à 2015 sont ceux d'une année classée en « B » lors de laquelle les analyses ont révélées des concentrations importantes en E.Coli et/ou Entérocoques Intestinaux.

<u>Scénario</u>	<u>Confolant</u>	<u>Pont du Bouchet</u>
<i>Optimiste</i>	répétition de l'année 2010	répétition de l'année 2011
<i>Pessimiste</i>	répétition de l'année 1997	répétition de l'année 2008

Tableau 17 : Evolution potentielle du classement pour la baignade de Confolant au cours des quatre prochaines années

Site de Confolant					
Scénario	données	2012	2013	2014	2015
Optimiste	2012 à 2015 = 2010	EXC	EXC	EXC	EXC
Pessimiste	2012 à 2015 = 1997	BON	SUF	INS	INS

Un dépassement de la valeur guide pour le paramètre E.Coli (500 UFC/100ml) et une valeur d'Entérocoques Intestinaux supérieure à 2000 UFC/100 ml par saison sont suffisants pour entraîner un **déclassement** de la baignade en qualité « suffisante » en 2013 et « insuffisante » en 2015. Dans ce scénario, la baignade sera donc non-conforme lors du classement en 2015, où il sera demandé une qualité au minimum « suffisante » pour le maintien de la baignade. En revanche, **si les résultats obtenus en 2010 se maintiennent, la baignade sera de qualité « excellente » et sa pérennité assurée.**

Tableau 18 : Evolution potentielle du classement pour la baignade de Confolant au cours des quatre prochaines années

Site de Pont du Bouchet					
Scénario	données	2012	2013	2014	2015
Optimiste	2012 à 2015 = 2011	EXC	EXC	EXC	EXC
Pessimiste	2012 à 2015 = 2008	EXC	EXC	EXC	EXC
Pessimiste	2013 à 2015 = 2008 (mauvais résultats doublés)	EXC	EXC	BON	BON

La répétition des résultats de l'année 2008, qui est l'année lors de laquelle les analyses ont révélées les concentrations en Entérocoques Intestinaux et E.Coli les plus élevées depuis 1995 (respectivement 249 UFC/100 ml et 312 UFC/100 ml) ne sont pas suffisants pour déclasser la baignade en 2015. Cependant, si on double ces concentrations, la baignade serait déclassée en qualité « bonne » dès 2014. Dans tous les cas de figure, la baignade de Pont du Bouchet sera **conforme** lors du classement en 2015.

Si la qualité se maintient ou s'améliore durant les prochaines saisons balnéaires, les deux baignades seront conformes lors du classement en 2015 où il sera demandé une qualité au minimum « suffisante » pour le maintien de la baignade.

Concernant le site de Confolant, dans le cas où des épisodes de contaminations importants se répètent chaque année, la baignade sera alors considérée comme non conforme lors du classement en 2015 et risque d'être fermée.

8.3 Transparence de l'eau

La transparence est un critère d'évaluation de la qualité de l'eau selon la directive 76/160/CEE. En cas de transparence très faible, le maire de la commune est invité à prendre toutes les mesures visant à assurer la sécurité des baigneurs (limitation de la zone de baignade, limitation de la baignade à la plage horaire de surveillance accrue ...). La mesure de la transparence se fait à l'aide d'un disque de Secchi. Les valeurs guide et impérative de la directive 76/10/CEE sont respectivement de 2 m et 1 m.

Depuis 1997, la transparence de l'eau a été mesurée 68 fois à Confolant et 72 fois sur le site de Pont du Bouchet, durant la saison balnéaire. **Plus de 80% des mesures ont révélées une transparence supérieure ou égale à 1 m** (valeurs impératives) comme le montre la Figure 28 (source ARS Auvergne, délégation 63, données de surveillance de la qualité de l'eau de baignade).

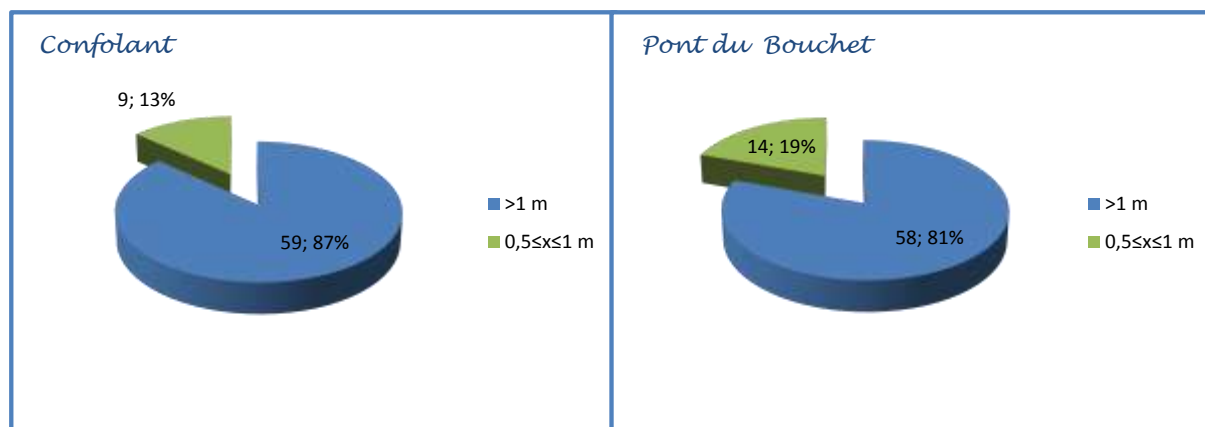


Figure 28 : Classement des mesures de transparence depuis 1997

La transparence mesurée n'a été inférieure ou égale à 1 m dans moins de 20% des cas au cours des 15 dernières saisons estivales.

La bonne transparence de l'eau des baignades de Confolant et Pont du Bouchet permet d'autoriser la pratique de la baignade dans de bonnes conditions de sécurité.

8.4 Episodes de prolifération phytoplanctonique

L'article 8 de la directive 2006/7/CE aborde la notion de risques liés aux cyanobactéries et indique que :

- « lorsque le profil des eaux de baignade indique un risque potentiel de prolifération de cyanobactéries, une surveillance appropriée est effectuée pour permettre d'identifier en temps utile les risques sanitaires.
- en cas de prolifération de cyanobactéries et lorsqu'un risque sanitaire a été identifié ou est présumé, des mesures de gestion adéquates sont prises immédiatement afin de prévenir l'exposition, y compris des mesures pour informer le public ».

En ce qui concerne le phytoplancton et les macro-algues, l'article 9.1 conseille :

« Lorsque le profil des eaux de baignade indique une tendance à la prolifération de macro-algues et/ou de phytoplancton, des enquêtes sont menées pour déterminer si leur présence est acceptable et pour identifier les risques sanitaires ; des mesures de gestion adéquates sont prises, y compris des mesures pour informer le public ».

Dans le cadre de la nouvelle directive 2006/7/CE du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade européenne, les problématiques liées aux producteurs primaires présents dans la zone d'étude seront abordées dans les paragraphes suivants.

Les organismes photosynthétiques regroupent l'ensemble des espèces capables de réaliser la photosynthèse (production de matière organique à partir de matières minérales grâce à la lumière). Il s'agit, du **phytoplancton**, présent dans l'ensemble des eaux superficielles de la planète, et à la base des chaînes alimentaires, des **végétaux aquatiques (macro-algues)**, mais aussi de bactéries dotés de matériel cellulaire leur permettant de réaliser la photosynthèse : **les cyanobactéries**.

La diversité, la spécificité et l'abondance des communautés phytoplanctoniques dans un milieu aquatique sont dépendants du niveau trophique. Un plan d'eau riche en nutriments (eutrophe), favorisera le développement de phytoplancton. L'eutrophisation est un phénomène naturel qui conduit inexorablement, mais à l'échelle des temps géologiques (des milliers d'années), à la disparition des lacs. Cette évolution peut-être considérablement accélérée par les activités humaines.

Aucune prolifération phytoplanctonique massive, et caractéristique n'a été relevée sur les deux plages des sites de Confolant et Pont du Bouchet. **En revanche, les dénombrements de cyanobactéries depuis la saison 2007, ont révélé des proliférations importantes.**

Ces organismes peuvent être la source de **nuisances pour les activités de loisirs** :

- Le phytoplancton, lorsqu'il se développe de façon importante, **colore l'eau, et diminue sa transparence**, la rendant peu attractive, et dangereuse pour la baignade (mauvaise visibilité).



- Les cyanobactéries, se développant constituent un **risque sanitaire avéré**, en raison de leurs facultés à **produire des toxines**.



- Les macro-algues, **perturbent les activités de façon physique** (fréquentation de la plage difficile, mauvaise visibilité, glissade,...).



Le suivi actuel de l'ARS du Puy-de-Dôme, est exclusivement basé sur l'identification des cyanobactéries. Les espèces phytoplanctoniques ne sont pas dénombrées. Lors des prélèvements réalisés par l'ARS depuis 2007, les cyanobactéries étaient presque

systématiquement majoritaires par rapport au phytoplancton pour les deux plages (plus de 90% des analyses).

Le risque lié au phytoplancton, pour la baignade n'est pas avéré. La présence de phytoplancton dans le milieu aquatique est quelque chose de naturel, le risque sanitaire apparaît lors de la prolifération d'organismes capables de produire des toxines, comme les cyanobactéries.

8.4.1 Qu'est-ce qu'une cyanobactérie ?

Les cyanobactéries sont des procaryotes (cellule sans noyau) photosynthétiques, **c'est à dire qu'elles utilisent comme source d'énergie, l'énergie lumineuse**. Ce sont des micro-organismes aquatiques dits planctoniques lorsqu'elles sont en suspension dans la colonne d'eau, ou benthiques quand elles se développent fixées sur les sédiments.

Les cyanobactéries constituent un groupe génétiquement et morphologiquement très hétérogène, ce qui leur a permis de coloniser la grande majorité des écosystèmes terrestres ou aquatiques, ainsi que les milieux extrêmes, chauds, salés, hypersalés et alcalins (Figure 29). Elles présentent une grande capacité d'adaptation face aux changements du milieu.

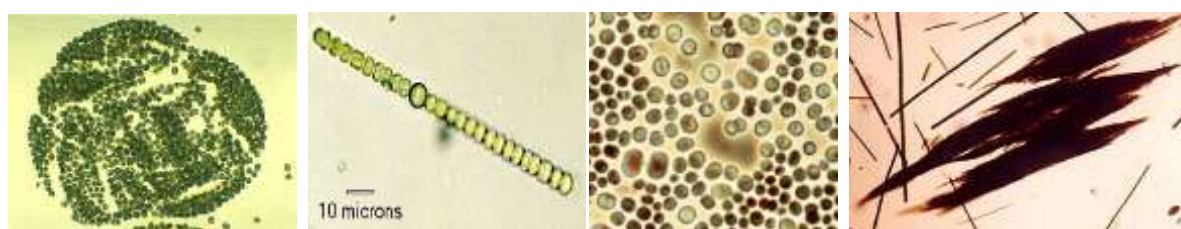


Figure 29 : Photographies de cyanobactéries, au microscope inversé (Source : www-cyanosite.bio.purdue.edu/) – de gauche à droite : Mycrosystis sp.; Anabaena sp. (x400) ; Microcystis aerogenosa (x 1000) ; Aphanizomenon flos-aquae(x100)

Ces microorganismes ont longtemps été classés dans le règne végétal car ils présentent, outre des propriétés spécifiques des bactéries, des caractéristiques propres aux algues :

- la structure cellulaire est similaire à celle des bactéries et caractérisée en particulier par l'absence de noyau et d'organites intracellulaires;
- comme les algues, la plupart des cyanobactéries des eaux continentales possèdent de la chlorophylle a. Elles renferment généralement, comme autres pigments photosynthétiques, des phycobiliprotéines et réalisent une photosynthèse productrice d'oxygène en utilisant l'eau comme donneur d'électrons.

8.4.2 Pourquoi peuvent-elles se développer si abondamment ?

Les organismes photosynthétiques produisent de la matière organique grâce à la photosynthèse. L'équation générale de ce processus indique que globalement, cinq éléments principaux sont indispensables à la constitution de matériel cellulaire : le carbone (C), l'azote (N), l'hydrogène (H), le phosphore (P) et l'oxygène (O). Carbone, oxygène et hydrogène sont toujours disponibles en quantité largement suffisante dans les milieux aquatiques, pour ne pas induire une limitation de l'activité métabolique du phytoplancton. Il n'en va pas de même pour **l'azote et le phosphore**.

En l'absence de toute activité humaine, les apports sont, dans la majorité des cas, proportionnellement plus riches en N qu'en P, en raison de la faible abondance de cet élément dans le milieu. **Le phosphore (P) constitue donc le facteur limitant au développement phytoplanctonique.**

Lorsque **sous l'effet des rejets liés à l'activité humaine, la proportion en P augmente** par rapport à l'N (rapport N/P diminue), la **croissance de certaines communautés phytoplanctoniques peut devenir exubérante**, notamment si les flux de N et P sont maintenus en saison estivale, période pendant laquelle l'ensoleillement et la température favorisent le développement d'organismes photosynthétiques.

Lorsque l'azote devient limitant pour la majorité des espèces phytoplanctoniques certaines cyanobactéries, peuvent utiliser l'azote atmosphérique dissous dans l'eau grâce à des cellules spécialisées.

Il s'agit d'une des nombreuses particularités d'adaptations qui caractérisent les cyanobactéries. Des adaptations leur permettent :

- d'optimiser l'accès à l'énergie lumineuse (vésicules de gaz, mucilages,...) en se maintenant à la surface de l'eau (inhibition de l'ensoleillement de la couche d'eau sous jacente),
- de lutter contre la prédation (formation de colonies, production de toxines,...),...

Les cyanobactéries possèdent un cycle de développement annuel : une partie de la population hivernale, située à la surface des sédiments, est capable, à la fin du printemps, d'inoculer la masse d'eau et initie de cette façon la prolifération estivale. C'est, entre autres, une des raisons pour laquelle, malgré la réduction des apports nutritifs, **certaines cyanobactéries peuvent proliférer chaque été**. Ce processus d'inoculation de la masse d'eau via une population benthique est présent chez de nombreuses cyanobactéries

Les proliférations de cyanobactéries sont le plus souvent associées à trois facteurs principaux : une disponibilité importante en élément phosphatés, une température élevée et une eau stagnante. Leurs adaptations particulières leur permettent donc de proliférer abondamment dans les eaux continentales.

8.4.3 Risques sanitaires

◦ Production de toxine

De nombreuses souches ont **une capacité à produire des toxines**, essentiellement intracellulaires, libérées dans le milieu en cas de rupture cellulaire (mort de la cellule, ingestion/digestion). Une même espèce peut synthétiser plusieurs types de toxines simultanément. Une même toxine peut être synthétisée par différentes espèces de cyanobactéries. Ces toxines, appelées **cyanotoxines** sont classées en 3 familles selon leur effet toxique et leur structure :

- **Les neurotoxines** (anatoxines, saxitoxines, méthylamino-L-alanine) agissent sur le système nerveux et musculaire. Elles agissent sur les muscles respiratoires, créent une fatigue excessive, des crampes. Dans les cas les plus graves, elles peuvent provoquer des paralysies et des mortalités.
- **Les dermatoxines** (aplysiatoxines, debromoaplysiatoxines, lyngbyatoxine-a) provoquent l'irritation des tissus de la peau et des yeux. Elles ont été identifiées dans les eaux marines. Les voies principales de contamination sont le contact et l'ingestion lors de baignades et de sports aquatiques. Ces toxines sont à l'origine des « démangeaisons du baigneur ».
- **Les hépatotoxines** (microcystines, nodulatines, cylindrospermopsines) agissent sur le foie et autres organes de digestion. Elles sont à l'origine de maux d'estomac, de troubles intestinaux et hépatiques.
- Les lipopolysaccharides (LPS) constitutifs de la paroi cellulaire sont présents dans toutes les espèces de cyanobactéries. Ils pourraient également être responsables d'effets gastro-intestinaux en cas d'ingestion ainsi que d'irritation et d'inflammation des voies aériennes supérieures, (Blais 2002).

Modalités d'exposition lors de la baignade :

- contact cutané
- ingestion d'eau
- inhalation d'aérosols

Les toxines sont principalement produites à la mort des cellules (suite au vieillissement naturel, ou à un traitement physique ou chimique). La toxine peut persister plusieurs jours dans l'eau. Ainsi, la baignade et autres activités aquatiques peuvent conduire à l'ingestion involontaire d'eau contaminée.

◦ La formation d'écumes

La plupart des cyanobactéries formant des efflorescences sont potentiellement toxiques. Leur prolifération souvent rapide peut conduire à l'apparition d'écumes en surface (Figure 30). Les écumes ou fleurs d'eau, peuvent constituer un réel risque sanitaire, puisqu'elles concentrent un grand nombre de cellules de cyanobactéries, et favorisent la libération de toxines.



Figure 30 : Exemple d'efflorescences de cyanobactérie sur des lacs de barrage (source : ATHOS Environnement)

8.4.4 Estimation du Risque Potentiel de prolifération de cyanobactéries

En 2010, l'agence de l'eau Loire Bretagne a été maître d'ouvrage d'une étude confiée au bureau d'étude SAFEGE, permettant d'élaborer des cahiers des charges pour l'élaboration de « profils » adaptés au contexte très diversifié des eaux intérieures.

Dans ce contexte, **un outil permettant d'évaluer l'existence ou non d'un risque lié au potentiel de prolifération des cyanobactéries** a été développé (Figure 31).

Le risque de prolifération de cyanobactéries est apprécié dans un premier temps suivant ce modèle, sur chacun des sites de baignade. Cette approche vise à déterminer **l'aptitude de la retenue à engendrer ou non des proliférations de cyanobactéries**. L'évaluation du risque pour la baignade sera affinée par l'analyse des données de surveillance réglementaires.

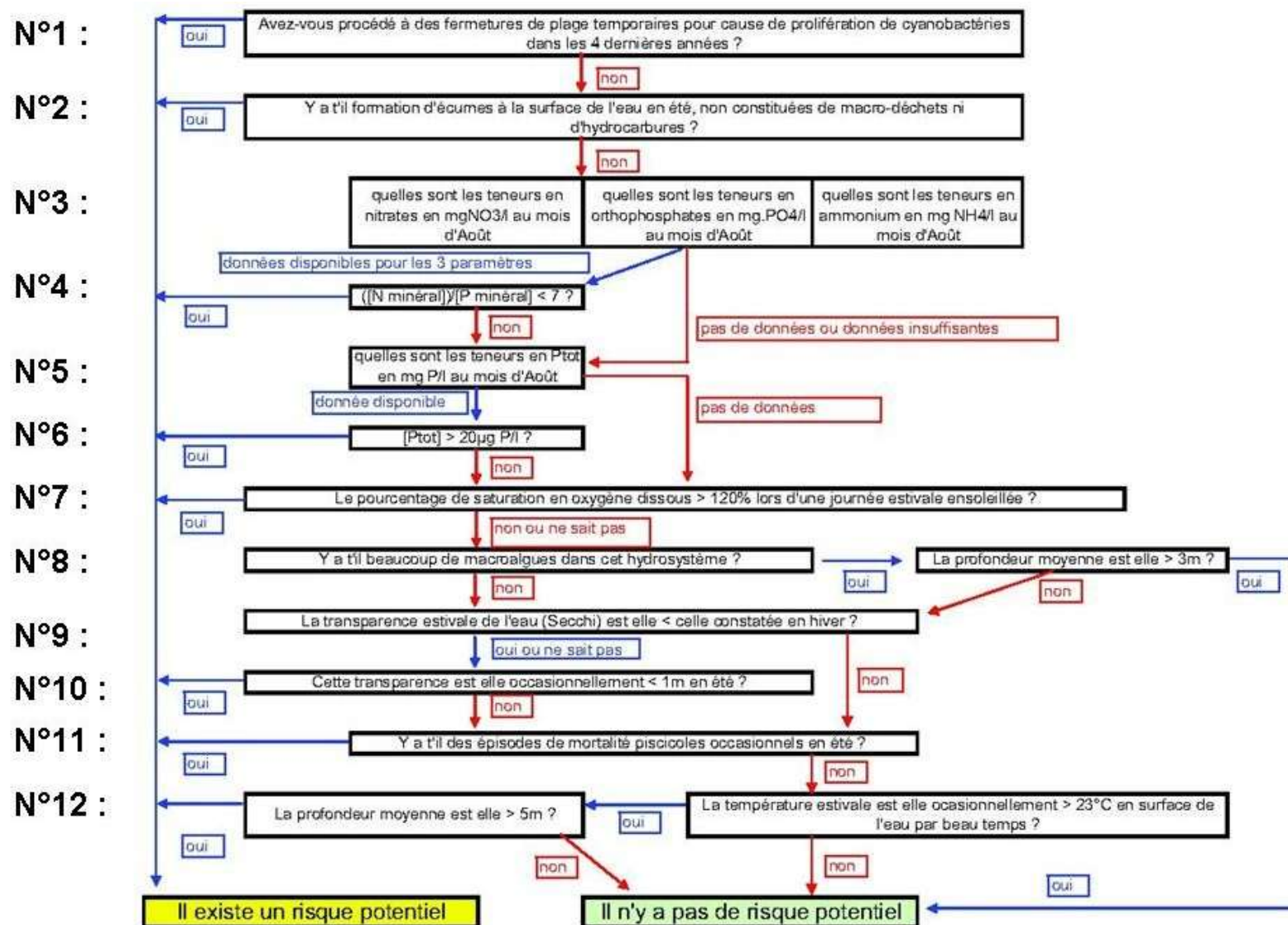


Figure 31 : Diagramme d'évaluation du risque de prolifération de cyanobactéries (Source : AELB)

Tableau 19 : Analyse du risque de prolifération de cyanobactéries sur la plage de Confolant selon les recommandations de l'AELB

N°	Paramètres	Valeur	Observations	Remarque	Sources
1	Fermetures	NON	Vise à identifier la présence de cyanobactéries ayant conduit à la fermeture de la baignade au cours des 4 dernières années		ARS 63 / SIRB
2	Ecumes	?	Vise à identifier la formation de flocs en surface, révélateurs d'une prolifération avérée	Absence de données	
3	[NO3] mg/l en août dans l'eau		Vise à calculer le ratio [N minéral] / [P minéral] qui impact l'équilibre des peuplements phytoplanctoniques et peut indirectement favoriser certaines cyanobactéries	En cours d'analyses (campagnes de prélèvement du 09 août 2011)	ATHOS Environnement
	[PO4] mg/l en août dans l'eau	0,01			
	[NH4] mg/l en août dans l'eau	0,04			
4	Ratio [N minéral] / [P minéral] < 7				
5	[Ptot] mg/l en août dans l'eau	2,02			
6	[Ptot] > 20 µg/l dans l'eau	NON	Le Ptot impact l'eutrophisation des eaux. La valeur seuil à été fixée à 20 µgP/l		
7	sat.en di-oxygène > 120 %	OUI	Des pics de production photosynthétique entraînent des saturations supérieures à 100% (par rapport à l'atmosphère) dans l'eau, révélateur d'un pic de croissance phytoplanctonique.	Suivis réalisés en pleine eau, face à la zone de baignade, le 29/07, 02/09 et 16/09/2011	ATHOS Environnement
8	Beaucoup de macroalgues	NON	La présence en grande quantité de macroalgues en eau moyennement profonde ou profonde est un indicateur d'eutrophisation limitée	aucun épisode de prolifération	SIRB
9	Transparence estivale (Secchi) < Transparence hivernale	?	La transparence peut être dépendante de nombreux facteurs, dont l'eutrophisation (la transparence de l'eau diminue raison du grand nombre de cellules)	Absence de données	ARS délégation 63
10	Transparence occasionnellement < 1 m	OUI		Occasionnellement < 1 m en saison balnéaire	
11	Episodes de mortalité piscicole	NON	L'eutrophisation avancée peu conduire à des épisodes de mortalité piscicole (consommation d'oxygène ou libération de toxines)	Pas d'allusion à un tel phénomène	SIRB
12	Stratification de la colonne d'eau	OUI	Permet de déterminer les risques de stratifications verticale qui favorisent indirectement la prolifération de certaines cyanobactéries (relargage de nutriment en conditions d'anoxie)	La profondeur maximale du plan d'eau permet sa stratification (désoxygénation du fond). Le température estivale est également fréquemment supérieure à 23°C.	ARS délégation 63 / ATHOS Environnement

Risque POTENTIEL

Tableau 20 : Analyse du risque de prolifération de cyanobactéries sur la plage de Pont du Bouchet selon les recommandations de l'AELB

N°	Paramètres	Valeur	Observations	Remarque	Sources
1	Fermetures	NON	Vise à identifier la présence de cyanobactéries ayant conduit à la fermeture de la baignade au cours des 4 dernières années		ARS 63 / SIRB
2	Ecumes	?	Vise à identifier la formation de flocs en surface, révélateurs d'une prolifération avérée		
3	[NO3] mg/l en août dans l'eau		Vise à calculer le ratio [N minéral] / [P minéral] qui impact l'équilibre des peuplements phytoplanctoniques et peut indirectement favoriser certaines cyanobactéries	En cours d'analyses (campagnes de prélèvement du 09 août 2011)	ATHOS Environnement
	[PO4] mg/l en août dans l'eau	0,02			
	[NH4] mg/l en août dans l'eau	0,03			
4	Ratio [N minéral] / [P minéral] < 7				
5	[Ptot] mg/l en août dans l'eau	5,24			
6	[Ptot] > 20 µg/l dans l'eau	NON	Le Ptot impact l'eutrophisation des eaux. La valeur seuil a été fixée à 20 µgP/l		
7	sat.en di-oxygène > 120 %	OUI	Des pics de production photosynthétique entraînent des saturations supérieures à 100% (par rapport à l'atmosphère) dans l'eau, révélateur d'un pic de croissance phytoplanctonique.	Suivis réalisés en pleine eau, face à la zone de baignade, le 29/07, 02/09 et 16/09/2011	ATHOS Environnement
8	Beaucoup de macroalgues	NON	La présence en grande quantité de macroalgues en eau moyennement profonde ou profonde est un indicateur d'eutrophisation limitée	aucun épisode de prolifération	SIRB
9	Transparence estivale (Secchi) < Transparence hivernale	?	La transparence peut être dépendante de nombreux facteurs, dont l'eutrophisation (la transparence de l'eau diminue raison du grand nombre de cellules)	Absence de données	ARS délégation 63
10	Transparence occasionnellement < 1 m	OUI		Occasionnellement < 1 m en saison balnéaire	
11	Episodes de mortalité piscicole	NON	L'eutrophisation avancée peu conduire à des épisodes de mortalité piscicole (consommation d'oxygène ou libération de toxines)	Pas d'allusion à un tel phénomène	SIRB
12	Stratification de la colonne d'eau	OUI	Permet de déterminer les risques de stratifications verticale qui favorisent indirectement la prolifération de certaines cyanobactéries (relargage de nutriment en conditions d'anoxie)	La profondeur maximale du plan d'eau permet sa stratification (désoxygénation du fond). La température estivale est également fréquemment supérieure à 23°C.	ARS délégation 63 / ATHOS Environnement

Risque POTENTIEL

Les Tableau 19 et 20 présentent l'application du diagramme précédent dans le but de définir le risque de prolifération de cyanobactéries.

Les plus fortes proliférations ont été observées en 2008 sur le site de Confolant avec 792 200 cell/ml le 21 juillet, les concentrations étaient également élevées pour le site de Pont du Bouchet à la même date (939 900 cell/ml) mais la plus forte prolifération relevée pour ce site a eu lieu en août 2009 avec 1 525 457 cell/ml. Pour la même période, à Confolant, les concentrations étaient importantes mais n'ont pas dépassées 750 000 cell/ml. Plusieurs phénomènes indiquent un risque de prolifération des cyanobactéries sur la retenue :

- **La transparence de l'eau :** faible en été en raison de forts développements phytoplanctoniques. Il en résulte une coloration verdâtre de l'eau. Une coloration anormale de l'eau au niveau des deux plages a été relevée lors des prélèvements réalisés par l'ARS en juillet et août 2007.

La transparence est naturellement faible dans les eaux superficielles de la région en raison d'un substrat volcanique. La diminution de transparence en été, accompagnée d'une coloration dite « anormale » (qui n'est pas reliée à un épisode orageux) reste un indicateur de prolifération phytoplanctonique, et potentiellement de cyanobactéries.

- **Une température de l'eau moyenne estivale élevée :** Les relevés ARS indiquent une température moyenne de l'eau pendant la saison estivale de 22,1°C (73 relevés depuis 1996) pour le site de Confolant et 22°C (79 relevés depuis 1996) pour Pont du Bouchet. Les températures maximales ont été relevées en juin 2008 avec plus de 30°C pour chacune des deux plages. Une température élevée, favorise l'activité métabolique, et par conséquent la prolifération des organismes.
- **Une désoxygénation du fond du plan d'eau :** Les campagnes de mesures réalisées lors de la saison estivale 2011 ne montrent pas de désoxygénation pour la date du 29 juillet. En revanche on observe une stratification prononcée début septembre, la saturation en oxygène en profondeur est proche de zéro pour chacun des deux sites. Notons tout de même que la couche superficielle est sursaturée pour les deux dates, particulièrement début septembre, dont l'origine est une activité photosynthétique intense. La concentration en oxygène chute ensuite brutalement en quelques mètres pour atteindre moins de 20% (2 mg/l d'O₂) dès 4 mètres de profondeur. Le 16 septembre, la couche superficielle n'est plus sursaturée, en revanche la colonne d'eau est très stratifiée et les derniers mètres avant le fond sont désoxygénés. Dans ces conditions, la désoxygénation du fond peut engendrer le relargage du phosphore contenu dans les sédiments et devenir disponible pour les cyanobactéries. Toutefois, la prolifération phytoplanctonique observée au début du mois de septembre correspondait à un bloom de diatomées, *Fragilaria crotonensis* dont la présence a été confirmée par l'utilisation de la sonde BBE³.

³ La sonde BBE est un instrument de mesure très sensible pour la détermination des groupes algaux (algues vertes, cyanobactéries, diatomées/dinoflagellés et cryptophytes.

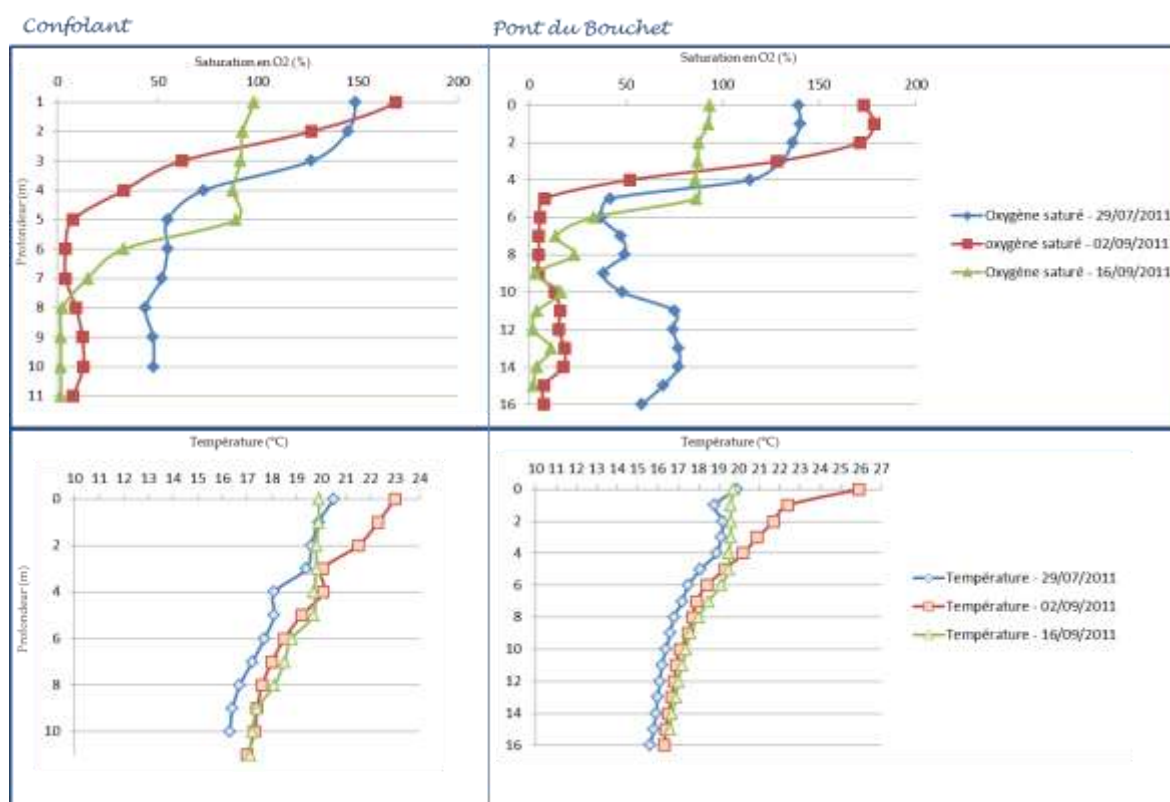


Figure 32 : Profils verticaux d'oxygène et température sur le site de Confolant et Pont du Bouchet, le 29/07/2011, le 02/09/2011 et le 16/09/2011

Au regard de ces informations, nous pouvons considérer qu'il existe un risque de prolifération de cyanobactéries sur la retenue des Fades-Besserve au niveau des deux sites de Confolant et Pont du Bouchet pouvant impacter les zones de baignade.

8.4.5 Analyse des données existantes

L'interprétation des analyses réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire des eaux de baignade, menée par l'ARS du Puy de dôme, nous permettra d'interpréter le risque sanitaire lié aux cyanobactéries sur les baignades de Confolant et Pont du Bouchet.

8.4.5.1 Surveillance actuelle sur la plage

En l'absence de normes sanitaires françaises ou européennes pour les eaux de baignade spécifiques aux cyanobactéries (hormis les critères visuels relatifs à la transparence de l'eau par exemple), le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) a été saisi dans le but de préciser les critères d'évaluation des situations de prolifération de cyanobactéries, ainsi que les modalités de gestion du risque engendré.

Un avis a été émis par le CSHPF le 6 mai 2003 concernant les mesures de gestion à mettre en œuvre dans le cadre de la problématique cyanobactérie. **La circulaire DGS/SD 7 A n°2003-270 du 4 juin 2003 relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignade et de loisirs nautiques**, demande aux préfets de région et de département (par l'intermédiaire des ARS) de s'assurer de la mise en œuvre homogène à l'échelle départementale, des dispositions émises dans l'avis du CSHPF.

La surveillance sanitaire effectuée par l'ARS Auvergne, délégation du Puy de Dôme est basée sur les recommandations de la dite circulaire. La surveillance officielle a débuté en 2007.

Les prélèvements réalisés par l'ARS sont transmis à un laboratoire spécialisé, pour être dénombrés. Un compte rendu de comptage est ensuite remis à l'ARS, sur lequel sont mentionnés, les taxons dominants, leurs abondances relatives (depuis 2008) ainsi que des recommandations d'analyse de toxine basées sur l'expertise du laboratoire, si les espèces rencontrées sont jugées potentiellement dangereuses.

Les comptages sont réalisés selon la Norme Guide pour le dénombrement du phytoplancton (méthode Uthermöl).

A l'issue d'une analyse, une fiche « alerte » correspondant au seuil retenu, est fournie par l'ARS, et transmise au gestionnaire dans le but d'informer le public sur la zone de baignade. Ces fiches résument le risque associé, et les recommandations sanitaires en découlant.

A l'heure actuelle, l'ARS effectue une première analyse au mois de juin (entre mi juin et fin juin). Un prélèvement est réalisé au début de la saison balnéaire (début juillet). En règle générale si le prélèvement du début du mois de juillet révèle une concentration en cyanobactérie :

- inférieure à 20 000 cell.ml⁻¹, un dénombrement est réalisé à la fin du mois ou au début du mois suivant.
- supérieure à 20 000 cell.ml⁻¹ (mais inférieure à 100 000 cell.ml⁻¹), les dénombrements sont réalisés au maximum tous les 15 jours (en 2009 les prélèvements ont été réalisés toutes les semaines).
- supérieure à 100 000 cell.ml⁻¹, une analyse de toxine est lancée et la baignade est fermée en fonction de l'espèce la plus abondante et si la concentration en toxine est supérieure à 25 µg/l.

Des dosages de toxine peuvent être déclenchés selon les recommandations du laboratoire en charge des dénombrements.

Le tableau suivant, regroupe les différents **seuils** déterminés par le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF), **correspondants aux niveaux d'alerte** à déclencher en cas de présence de cyanobactéries, ainsi que la gestion actuelle des baignades dans le Puy

de Dôme. Les mesures de gestion à mettre en œuvre en fonction du nombre de cellules de cyanobactéries et/ou de la concentration en toxine y sont présentées.

Tableau 21 : Niveaux de risque liés aux cyanobactéries (Source : ARS Auvergne)

Niveau	C/ml	Gestion		Dénombrement cyanos
Ia	20 000		Activité normale	Bimensuel
Ib				Hebdomadaire
IIa [µcystine] < 25 µg/l	100 000	Information	Limitation de la baignade	Hebdomadaire + recherche de microcystines hebdomadaire
IIb [µcystine] > 25 µg/l			Interdiction de la baignade - Limitation des loisirs nautiques	Hebdomadaire + recherche de microcystines hebdomadaire
III Formation de mousse ou écume de cyanobactéries			Interdiction de la baignade et de tout autre loisir nautique - prévenir tout contact de personnes et animaux avec l'eau	Hebdomadaire + recherche de microcystines au moins bi-mensuelle

Remarque : Limitation de la baignade=éviter la baignade dans les zones de proliférations de cyanobactéries

La gestion actuelle réalisée par l'ARS du Puy de Dôme permet de garantir une sécurité sanitaire satisfaisante, puisque les analyses de toxines (véritable indicateur du risque réel) sont systématiquement réalisées en cas d'abondance supérieure à 100 000 cell/ml. Toutefois, un seul type de toxine est analysé. Le suivi spécifique aux cyanobactéries, réalisé dans le cadre du présent profil apportera des éléments complémentaires dans l'appréciation du risque pour la baignade.

Les proliférations de cyanobactéries étant des phénomènes évolutifs et ponctuels, l'accent devra être mis sur la surveillance visuelle de la plage, par le gestionnaire, en parallèle de la surveillance de routine de l'ARS (détails présentés dans la phase 3 du présent profil).

8.4.5.2 Analyse des données de surveillance

A l'heure actuelle, les dénombrements de cyanobactéries réalisés dans le cadre de la surveillance sanitaire des eaux de baignade par l'ARS, constituent l'unique source de données pendant la saison estivale.

La répartition des prélèvements ARS varie d'une saison à l'autre avec au minimum 5 analyses pour la saison 2011 et 11 en 2008, et couvre l'intégralité de la saison balnéaire (Tableau 22). Les prélèvements sont réalisés jusqu'à la fin du mois d'août, période à laquelle, le risque de prolifération de cyanobactéries est généralement avéré.

Tableau 22 : Nombre de prélèvements par saisons balnéaire de 2007 à 2010 (Source ARS Auvergne)

Années	2007	2008	2009	2010	2011	TOTAL
Nombres d'analyses Confolant	6	11	10	8	5	40
Nombres d'analyses Pont du Bouchet	8	11	10	8	6	43
Plage temporelle des prélèvements	26 juin au 31 août	3 juin au 27 août	17 juin au 24 août + 1 plv le 29 septembre	15 juin au 16 août	20 juin au 16 août	-

Sur l'ensemble des prélèvements réalisés de 2007 à 2011 (Figure 33), la majorité des dénombrements (58 et 56%) pour les deux plages **sont supérieurs à 100 000 cell/ml : seuil d'alerte IIa** de la circulaire DGS/SD 7 A n°2003-27 (aucun des dosages réalisés n'a révélé la présence de toxine). Pour les deux sites moins de 20% sont inférieurs à 20 000 cell/ml (seuil d'alerte Ia).

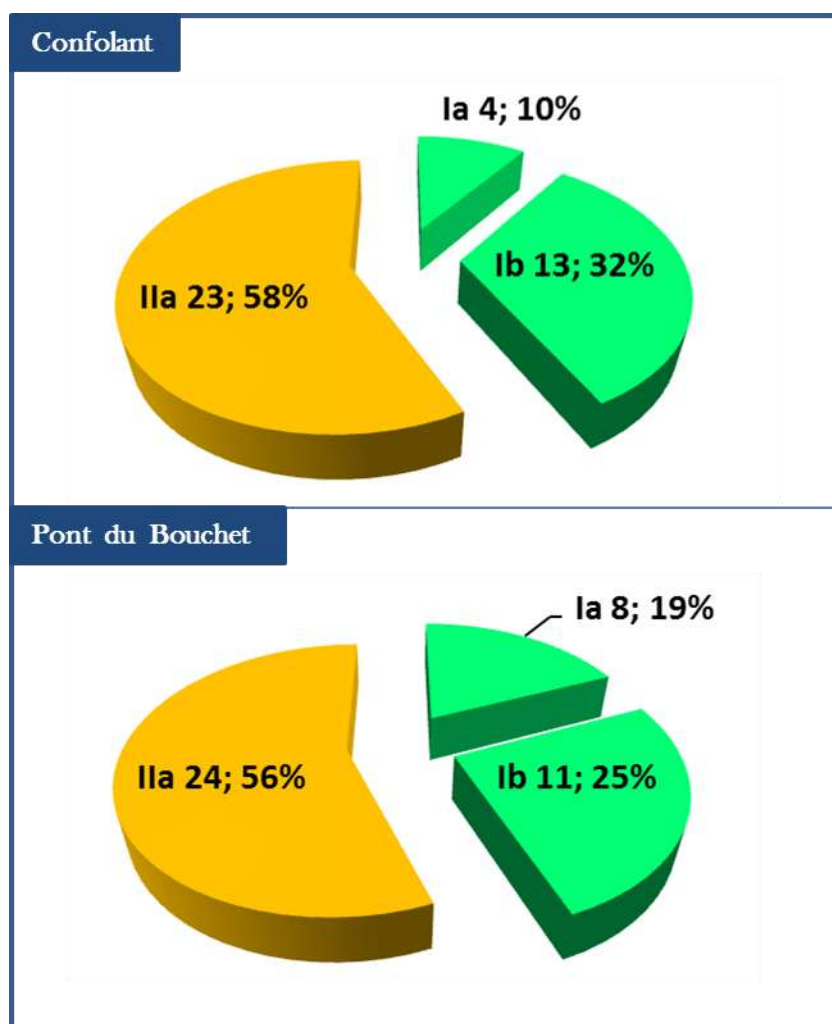


Figure 33: Répartition des dénombrements réalisés de 2007 à 2011 sur les sites de Confolant et Pont du Bouchet en fonction des seuils de niveau d'alerte de la circulaire DGS/SD 7 A (Source ARS Auvergne)

La Figure 34 présente l'abondance en cyanobactéries sur les baignades de Confolant et Pont du Bouchet au cours des saisons 2007 à 2011. Le seuil indiqué pour le niveau d'alerte IIb dépend de la concentration en cyanobactéries par millilitres ; au-delà de 100 000 cell/ml, le dosage des toxines de cyanobactéries décide du niveau de risque.

Des proliférations importantes de cyanobactéries se sont produites depuis 2007, la plus importante étant de 1 500 000 cell/ml le 24 août 2009 à Pont du Bouchet.

Cependant, l'abondance ne doit pas être considérée comme l'unique indicateur de risque. Les genres cyanobactériens doivent être pris en compte, car certains sont reconnus comme étant producteurs de toxine, et d'autre non.

Des dosages de toxines sont réalisés lorsque la concentration en cyanobactéries est supérieure à 100 000 cell/ml. Ceux-ci restent inférieurs à 0,7 et 0,5 µg/l en 2007 et 2008, et inférieurs à 0,1µg/l en 2009 et 2010.

En 2007, les dénombrements sur les deux sites révèlent des concentrations supérieures à 100 000 cell/ml en cyanobactéries à partir de fin juillet et jusqu'à début août. En 2008, les

fortes concentrations en cyanobactéries sont plus précoces dans la saison, puisque des concentrations supérieures à 100 000 cell/ml ont été relevées dès la fin du mois de juin à Pont du Bouchet. En 2007, les concentrations sont restées supérieures au seuil des 100 000 cell/ml tout le mois de juillet sur les deux sites. Le 21 juillet 2008, on note un peu moins de 800 000 cell/ml sur le site de Confolant. Pour ces deux années, le peuplement était essentiellement constitué par *Lemmermania* sur les deux sites lorsque les dénombrements étaient supérieurs à 100 000 cell/ml. Pour les autres dates, les genres cyanobactériens varient selon le site, *Microcystis* et *Cyanodiction* ont été retrouvés uniquement sur la zone de baignade de Pont du Bouchet. *Microcystis* est un genre potentiellement producteur de toxine dont la concentration a dépassé les 100 000 cell/ml le 11 juillet 2007.

En 2009, les cyanobactéries ont été très abondantes sur les deux sites pendant les mois de juillet et août, dépassant le million de cell/ml sur la baignade de Pont du Bouchet. La composition du peuplement cyanobactérien est homogène sur les deux zones de baignade. Il est dominé par *Pseudanabaena* (productrice de toxine) en début de saison et *Limnothrix* par la suite.

En 2010, on observe la même tendance que les années précédentes sur le site de Confolant alors que les dénombrements réalisés sur le site de Pont du Bouchet révèlent des concentrations supérieures à 100 000 cell/ml pour l'intégralité des analyses réalisées lors de la saison balnéaire. Le genre dominant le peuplement est *Planktolyngbya*, reconnu actuellement comme producteur de dermato-toxines.

La plupart des dénombrements révèlent des concentrations maximales en cyanobactéries pour les prélèvements ayant lieu à partir de juillet. Ce phénomène est observable sur chaque saison balnéaire. C'est à cette période que les conditions de prolifération commencent à être les plus favorables au développement des cyanobactéries. La température de l'eau est propice, l'ensoleillement important, et les autres communautés phytoplanctoniques décroissent par épuisement des ressources en azote.

L'année 2011 se démarque des années précédentes par des abondances en cyanobactéries faibles n'ayant pas dépassé le seuil des 100 000 cell/ml sur les deux sites. On peut supposer que les mauvaises conditions météorologiques (printemps faiblement pluvieux, temps frais et pluvieux en juillet) associées au marnage important de la retenue n'ont pas permis le développement des cyanobactéries.

Le genre de cyanobactéries le plus abondant et le plus fréquent sur l'ensemble des prélèvements effectués de 2007 à 2011 sur les deux sites est *Limnothrix* (aux alentours de 60%) suivi de *Lemmermania* (aux alentours de 15%). On note la présence de *Pseudanabaena* (Figure 35). Ce genre est potentiellement producteur de neurotoxine.

Les cyanobactéries, forment des colonies (amas de cellules), qui peuvent former des dépôts flottants (écumes, fleurs d'eau), pélagiques (au sein de la colonne d'eau), ou benthiques (dépôt sur le fond du plan d'eau).

Ces dépôts sont très riches en cyanobactéries, et représentent un réel risque sanitaire, puisqu'ils concentrent une grande quantité de cyanobactéries pouvant être potentiellement toxiques. Ces amas sont généralement tributaires du vent, et s'accumulent sur les rives, et deviennent facilement accessibles, notamment pour les enfants en bas âges qui fréquentent les bordures. C'est pourquoi ils représentent un réel risque sanitaire.

Le risque lié aux cyanobactéries est avéré, puisque des genres actuellement reconnus comme étant producteurs de toxines sont fréquemment rencontrés. De plus les abondances relatives dépassent fréquemment le seuil des 100 000 cell/ml et de manière systématique en fin de saison. Le dosage de toxine doit être privilégié, afin de statuer sur le risque réel associé à la présence de ces organismes.

Des mesures de gestion visant à affiner l'appréciation du risque pour le gestionnaire sont proposées dans la phase 3 du présent profil.

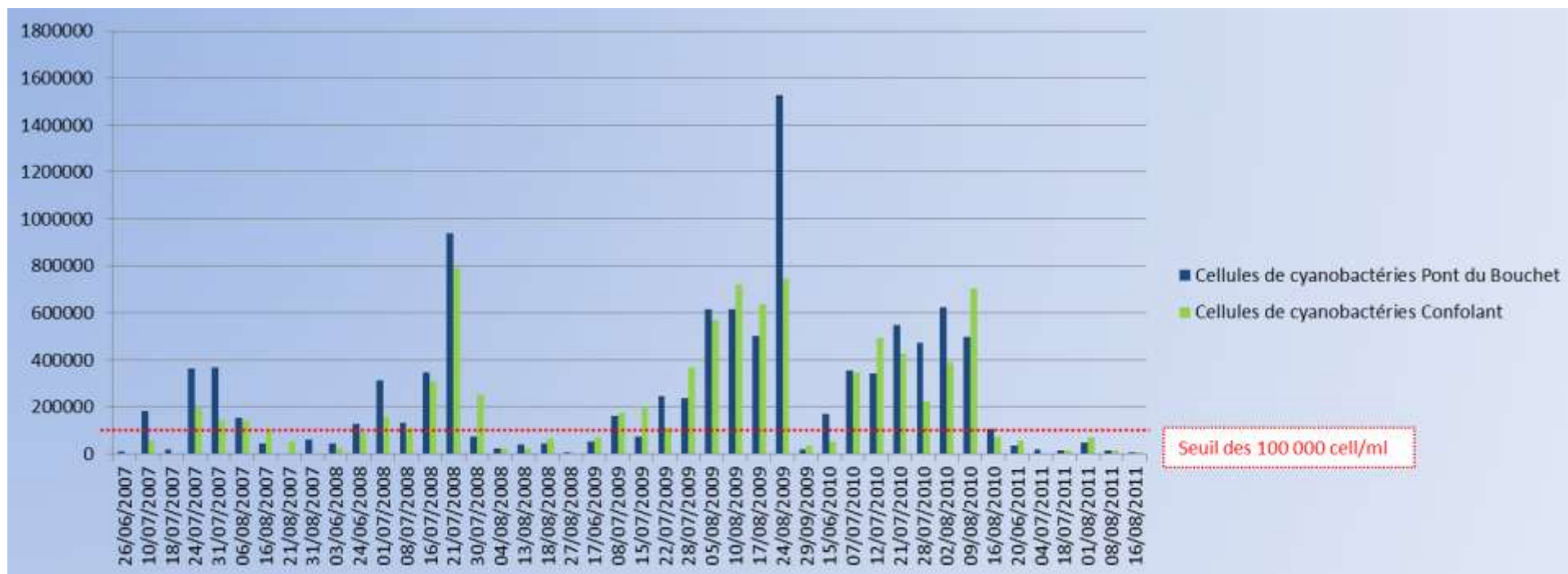


Figure 34 : Abondance en cyanobactéries sur le plan d'eau de Miremont de 2007 à 2010

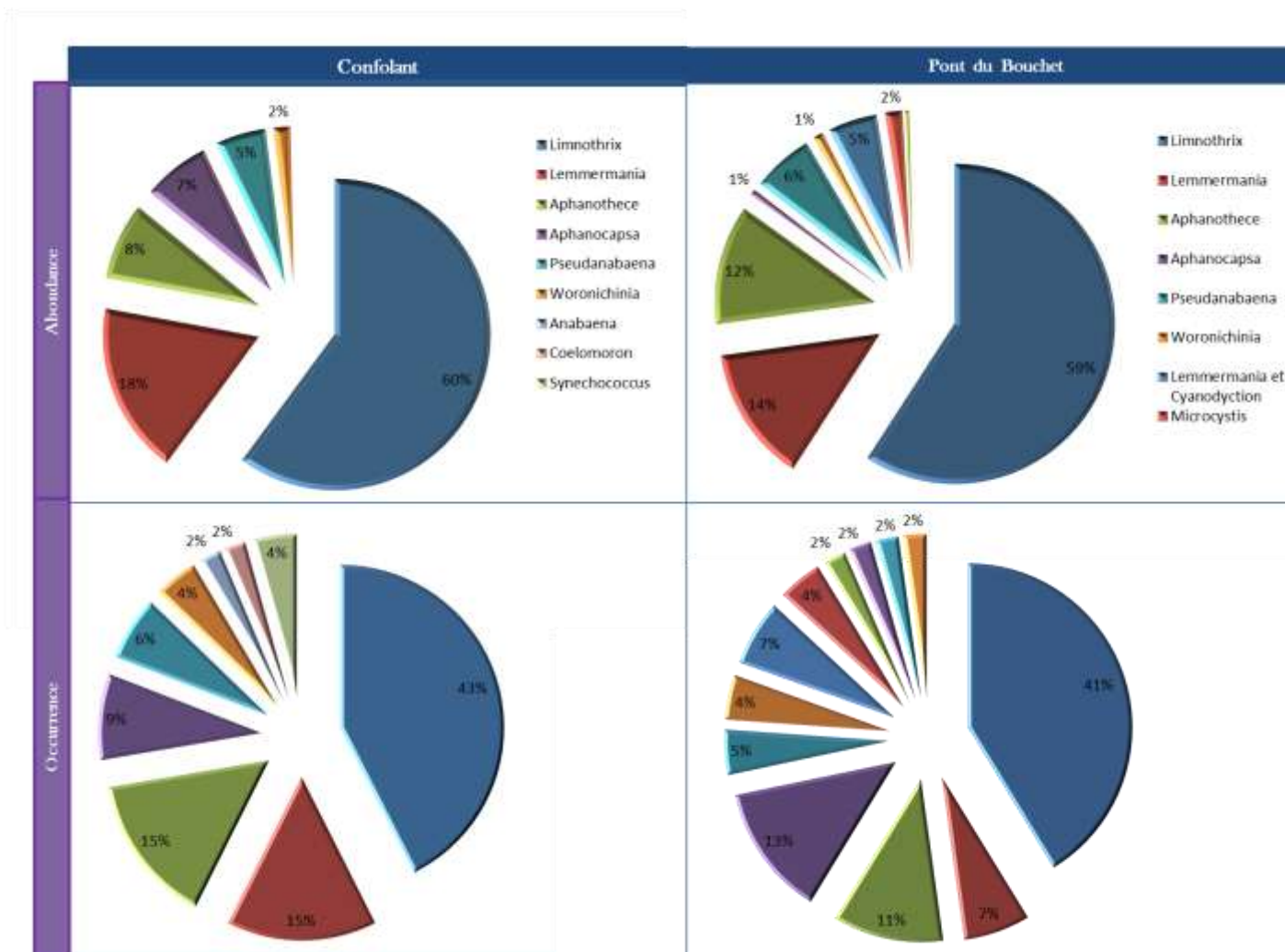


Figure 35: Abondances et Occurrences des cyanobactéries (les résultats inférieurs à 1% ne sont pas affichés)

8.5 Qualité physico-chimique de l'hydrosystème

Les concentrations des principaux éléments responsables de l'accélération de l'eutrophisation (azote et phosphore) ont été analysées sous leurs différentes formes, les plus facilement assimilables par le phytoplancton : PO₄⁻ et NH₄⁺.

8.5.1 *Qualité physico-chimique de la retenue des Fades-Besserve*

Trois campagnes de prélèvements ont été réalisées sur la retenue le 27 juillet, le 2 et le 16 septembre 2011, les résultats sont présentés dans le Tableau 23.

Tableau 23 : résultats des dosages physico-chimique des trois campagnes de prélèvement réalisées sur la retenue des Fades-Besserve

ID	PO ₄ mg/l			P µg/l			NH ₄ mg/l		
Date	27/07/2011	02/09/2011	16/09/2011	27/07/2011	02/09/2011	16/09/2011	27/07/2011	02/09/2011	16/09/2011
Bras du Sioulet	0,025	0,031	0,023	8,060	10,076	7,660	0,258	0,124	1,108
Chazotte pleine eau	0,018	0,018	0,010	6,050	6,046	3,220	0,124	0,038	0,194
Confolant pleine eau	0,009	0,021	0,006	2,820	6,852	2,020	0,000	0,062	0,014
Point intermédiaire pleine eau	0,006	0,020	0,011	2,020	6,449	3,630	0,064	0,074	0,012
Pont du Bouchet pleine eau	0,012	0,011	0,009	4,030	3,627	2,820	0,212	0,016	0,016
Bras Sioule	0,032	0,014	0,016	10,480	4,434	5,240	0,310	0,008	0,240

La comparaison des valeurs aux seuils du SEQ⁴ Eau, indique une eau de très bonne qualité au regard du paramètre phosphates pour tous les points. Concernant les concentrations d'ammonium, la qualité est seulement bonne pour la majorité des points lors de la campagne du 27 juillet 2011 et redevient majoritairement bonne pour les deux campagnes suivantes. On note que la concentration en ammonium sur le bras du Sioulet va de bonne à moyenne le 16 septembre 2011. Pour le point de La Chazotte et le bras de la Sioule les concentrations sont seulement bonnes pour les dates du 27 juillet et du 16 septembre 2011.

Les bras de la Sioule et du Sioulet présentent des concentrations non négligeables en ammonium. C'est également le cas pour la baignade de La Chazotte.

Les concentrations en phosphore total, sont inférieures à 20µg/l, seuil à partir duquel la prolifération de cyanobactérie est favorisée. Cependant, les concentrations en phosphore les plus élevées sont relevées pour le bras de la Sioule et du Sioulet.

Trois prélèvement supplémentaires au niveau des zones de baignades en pleine eau ont été réalisés lors de la campagne du 16 septembre 2011 environ un mètre avant le fond de la colonne d'eau afin de quantifier les concentrations en ammonium et phosphore

⁴ S.E.Q Eau : Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau

potentiellement relargué par le sédiment ou issus des réactions de respiration et dégradation de la matière organique en décomposition.

Tableau 24 : Résultats des dosages physico-chimiques au fond de la colonne d'eau au droit des trois baignades

	PO4 mg/l	P µg/l	NH4 mg/l
Fd-1 La Chazotte	0,070	22,970	1,562
Fd-1 Confolant	0,018	6,050	0,789
Fd-1 Pont du Bouchet	0,011	3,630	0,732

Les concentrations en phosphore au fond de la colonne d'eau varient de 3,6 à Pont du Bouchet à 22,9 µg/l à La Chazotte. La quantité d'ammonium est également non négligeable au niveau de la Chazotte.

8.5.2 Qualité physico-chimique des affluents

A l'échelle du bassin versant des baignades de Confolant et Pont du Bouchet, des analyses ont été réalisées le 20 juillet et le 9 août par temps sec sur le ruisseau de Confolant, dont la confluence avec la retenue se trouve à proximité de la zone de baignade. Une buse pluviale, située sur la zone de baignade a également fait l'objet d'analyses. La campagne en temps pluvieux, permettant de se placer dans les conditions les plus défavorables, n'a pu être réalisée que le 21 décembre 2011. Le niveau d'eau dans la retenue étant beaucoup plus élevée que pendant la saison estivale, la buse pluviale était immergée. Un point supplémentaire a été prélevé sur le ruisseau de Confolant dans les gorges juste avant la confluence avec la retenue.

Tableau 25 : Résultats des analyses physico-chimiques réalisées lors des campagnes du 20 juillet, 9 août et 21 décembre 2011

ID	PO4 mg/l			P µg/l			NH4 mg/l		
	20-juil	09-août	21-déc	20-juil	09-août	21-déc	20-juil	09-août	21-déc
Ruisseau de Confolant - amont	0,016	0,014	0,038	5,240	4,434	12,490	0,072	0,024	0,022
Ruisseau de Confolant - confluence	0,014	0,011	0,015	4,430	3,627	4,840	0,050	0,000	0,066
Ruisseau de Confolant - intermédiaire			0,017			5,640			0,016
Buse pluviale ZDB Confolant	0,053	0,047		17,330	15,316		0,042	0,048	
Baignade Confolant	0,018	0,006	0,022	6,050	2,015	7,250	0,088	0,044	0,002
Baignade Pont du Bouchet	0,016	0,016	0,029	5,240	5,240	9,670	0,074	0,032	0,030

Les analyses réalisées **ne révèlent pas de concentrations importantes en nutriments** dans l'eau. La comparaison des valeurs aux seuils du SEQ Eau, indique une eau de très bonne qualité pour les paramètres ammonium et phosphore. On note tout de même des concentrations plus importantes en phosphore en temps pluvieux.

Les concentrations en phosphore total, sont inférieures à 20µg/l, seuil à partir duquel la prolifération de cyanobactérie est favorisée.

9 INVENTAIRE DES SOURCES DE POLLUTION

On distingue les **pollutions « diffuses »**, dont l'origine géographique est éparse et difficile à définir précisément. Ces pollutions sont généralement corrélées aux événements pluvieux qui induisent un lessivage des surfaces (urbaines, agricoles,...) et un transfert vers le réseau hydrographique *via* le phénomène de ruissellement. Par exemple, le ruissellement entraîne des particules de terre sur lesquelles des bactéries et du phosphore peuvent être fixés. Un tel phénomène constitue un transfert diffus.

A l'inverse, **les pollutions dites « ponctuelles », ou canalisées** sont rejetées indépendamment du régime pluvial, au simple rythme des activités humaines. Leurs origines peuvent être définies précisément. Il peut s'agir des rejets d'origine domestique, industrielle et agricole. Ces formes de pollutions peuvent évoluer, en fonction des conditions météorologiques, de la pression anthropique, et de la configuration des infrastructures responsables de la pollution. On distinguera alors les pollutions « **temporaires** » et « **permanentes** ».

Par exemple, une installation d'assainissement non collectif présentant un risque de pollution, pourra être à l'origine d'une pollution *ponctuelle, et permanente*. Alors qu'un réseau d'assainissement unitaire endommagé sera à l'origine d'une pollution *ponctuelle temporaire*, rythmée par les épisodes pluvieux qui entraîneront la mise en charge et l'exondation du réseau.

Les pollutions « **accidentelles** » doivent être considérées dans l'établissement du profil de vulnérabilité de la zone de baignade. Il s'agit des risques potentiels de pollution qui sont présents sur le bassin versant, et susceptibles d'impacter la baignade.

Ce chapitre consiste à inventorier de façon exhaustive l'ensemble des sources de pollution potentielles pouvant impacter la baignade. A l'issue de cet inventaire, ces sources de pollution seront hiérarchisées suite à la quantification des flux polluants potentiels qu'elles émettent, et de l'estimation de leur impact sur la zone de baignade (Phase 2).

9.1 Ecoulements naturels

Les cours d'eau drainent naturellement des microorganismes, et des nutriments tels que les matières azotées et phosphorées nécessaires au développement de la vie aquatique. Les concentrations en nutriments sont faibles et évoluent au cours des saisons. C'est pourquoi **des apports additionnels vont perturber le milieu récepteur**, puisqu'ils vont mettre à disposition une quantité de nutriment plus importante, disponible pour la prolifération d'espèces opportunistes responsables de nuisances.

Les écoulements de surface sont les premiers vecteurs de pollution. Ils connectent le plan d'eau avec l'ensemble du bassin versant, et sont susceptibles de véhiculer un certain nombre de polluants (eaux usées, eaux de lessivage de sols agricoles et urbains, eaux pluviales non traitées,...). L'estimation de la pollution véhiculée par les écoulements naturels passe donc par une étude des pressions auxquelles ils sont soumis.

Sur la zone d'étude, le **ruisseau de Confolant** et la **buse pluviale** sont des vecteurs de pollution, puisqu'ils drainent vers la retenue, l'ensemble des eaux superficielles du bassin versant.

Le débit des cours d'eau est tributaire des précipitations, ainsi, lors de fortes précipitations (orages en été, et fonte des neiges), les surfaces imperméabilisées sont lessivées, les polluants accumulés dans le lit des cours d'eau sont remis en suspension, et drainés jusqu'à la retenue.

Le très faible temps de concentration estimé sur ce cours d'eau (de l'ordre de 40 minutes sur le bassin versant de Confolant), favorise la survie des bactéries dans le milieu, avant leur arrivée dans le plan d'eau.

Les cours d'eau sont une source de pollution indirecte, liée aux contaminations dont ils font l'objet le long de leur linéaire avant d'atteindre le plan d'eau. Ces contaminations sont présentées dans la suite de l'inventaire.

9.2 Contexte de l'Assainissement

La pollution urbaine : provenant des zones urbanisées mais aussi de maisons isolées, se caractérise par des concentrations importantes en ions ammonium, et en orthophosphates, mais aussi en matières organiques et germes fécaux. Cette pollution peut-être issue d'une absence de système d'assainissement, d'un dysfonctionnement des stations d'épuration, ou d'une mauvaise collecte des effluents (réseaux défectueux et inadaptés).



Figure 36 : Zonage d'assainissement sur la commune de Miremont (source : Géoportail, AEC)

9.2.1 L'assainissement collectif

9.2.1.1 Description

A l'échelle de la commune, il existe trois stations d'épuration, elles se trouvent au niveau du bourg de la commune puis aux lieux dits Gregottier et Les Tours. Le réseau d'assainissement est de type séparatif.

L'assainissement collectif de la commune est en régie hormis pour les hameaux de Confolant et Pont du Bouchet pour lesquels le service a été délégué à la SAUR.

Tableau 26 : Fonctionnement des trois stations d'épuration de la commune de Miremont (source : SATESE)

	date de mise en service	type de traitement	bilan 2011
Bourg	janv-83	Boues activées	effluent rejeté de bonne qualité
Les Tours	janv-00	Filtre à sable	effluent rejeté de bonne qualité
Gregottier	avr-90	Lit Bactérien	effluent rejeté de mauvaise qualité

D'après les derniers rapports d'analyses réalisées par le SATESE en 2011, les STEP du Bourg et du lieu-dit Les Tours fonctionnent correctement, seule la station située au Gregottier présente un dysfonctionnement avec un effluent rejeté de mauvaise qualité, cela étant certainement à mettre en relation avec le faible ensemencement du lit de pouzzolane.

Ces trois stations d'épuration n'étant pas situées sur la zone d'influence des deux baignades, elles ne présentent donc pas de risques potentiels.

Réseau d'assainissement à Confolant

Le hameau de Confolant est équipé d'un réseau d'assainissement collectif de type **mixte**. La **station d'épuration** est située à proximité de la **zone de loisirs**, ainsi que deux postes de relevage (Figure 37 : Schéma du réseau d'assainissement de Confolant (source : BD_Ortho®, SAUR)Figure 37).

La station d'épuration a été mise en service en 1972. Le traitement est de type boues activées et d'une capacité de 633 EH. Lors de l'établissement du rapport annuel de 2009 du délégataire, elle a été évaluée **conforme**. Le rapport de synthèse de 2010 du SATESE révèle que le réseau collecte des effluents essentiellement en période estivale, lorsque que le camping est ouvert. La qualité des effluents rejetés au milieu naturel était conforme aux normes de rejets.

Les **deux postes de relèvement** sont équipés d'une seule pompe et présentent donc un **risque** en cas de surcharge du réseau (pluie ou fréquentation importante).

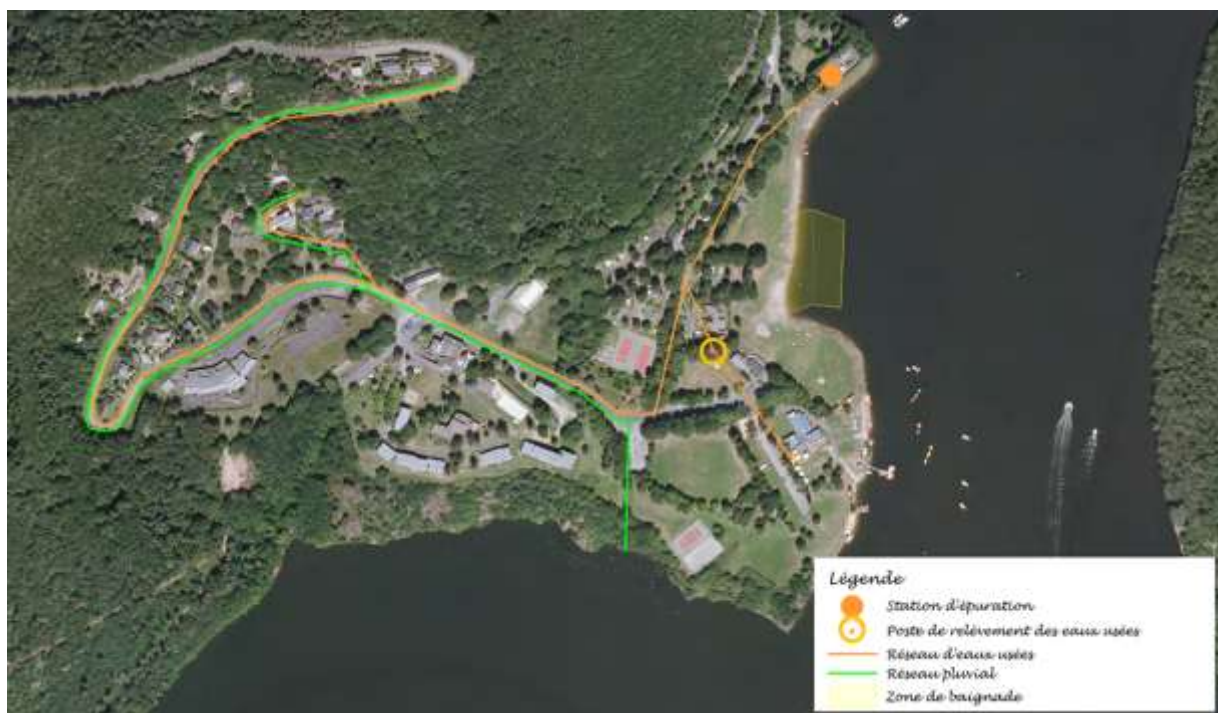


Figure 37 : Schéma du réseau d'assainissement de Confolant (source : BD_Ortho®, SAUR)

Réseau d'assainissement à Pont du Bouchet

Le réseau d'assainissement de Pont du Bouchet est de type séparatif. La station d'épuration est située au niveau du local de Ski Motonautisme des Fades Besserve et donc en dehors de la zone d'influence de la baignade de Pont du Bouchet. En revanche, un poste de relèvement est situé au niveau de la plage. Il est équipé de deux pompes, ce qui garantit le bon fonctionnement de celui-ci lorsque l'une des pompes tombe en panne.



Figure 38 : Schéma du réseau d'assainissement de Pont du Bouchet (source : cartographie des Combrailles, SAUR)

9.2.1.2 Entretien des collecteurs, des branchements et des postes de pompage

Un mauvais entretien des ouvrages d'assainissement peut provoquer des rejets de pollution dans le milieu naturel, il est donc impératif qu'un entretien préventif soit réalisé pour limiter les obstructions de collecteurs et que les délais d'intervention en cas de dysfonctionnement soient les plus courts possibles.

Chaque année la maintenance des équipements est assurée par la SAUR qui réalise des opérations à titre préventif ou curatif au niveau des stations d'épuration ou des postes de relevage.

9.2.2 Assainissement des eaux pluviales

Les eaux de ruissellement sont une source importante de pollution. Le lessivage des surfaces urbaines entraîne de nombreux contaminants dans le réseau pluvial, par exemple les déjections animales présentes sur la chaussée et sur les toits. Corre *et al*, 1999 indiquent que

l'apport en contaminants des **eaux de ruissellement est de 10^3 à 10^4 fois supérieur aux normes impératives de qualité des eaux de baignade.**

Dans des secteurs ruraux (comme c'est le cas sur la commune de Miremont), des **véhicules agricoles** sont souvent amenés à circuler sur la voie publique. Les matières contaminantes qu'ils déposent sur la voirie (**boues** en sortie de champs, **lisiers** et **fumiers** s'écoulant des véhicules) sont susceptibles d'être lessivées vers le réseau pluvial, et vers le plan d'eau. Les **déjections canines**, et d'**oiseaux** (sur les toitures), sont autant de contaminants susceptibles d'atteindre la baignade, *via* le réseau pluvial.

Le lessivage des **voiries** et **parking**, induit aussi un risque de pollution aux hydrocarbures, et aux **huiles** (défauts d'étanchéité des moteurs), et **métaux lourds** (résidus de freinage), induits par la circulation des véhicules.

La charge bactériologique des rejets pluviaux est d'autant plus grande que la période de temps sec précédant l'épisode pluvieux est importante. En effet, la charge bactériologique accumulée sur les surfaces et dans le réseau est alors très importante, et « décapée » par la pluie, pour être acheminée vers le plan d'eau.

9.2.3 L'assainissement non collectif (ANC)

Conformément à la loi sur l'eau de 1992, la commune de Miremont ainsi que les communes alentours associées ont mis en place un service public de gestion de l'assainissement autonome par le biais de la communauté de commune de Haute Combraille, le service a été délégué à la SAUR.

Les rejets des installations d'assainissement autonome non conformes présentent un risque non négligeable pouvant avoir une incidence directe sur la qualité des eaux de baignade, puisque les rejets sont continus (tout au long de l'année, et de la journée).

Les eaux usées domestiques contiennent des matières organiques, azotées et phosphorées, des matières en suspension et des microorganismes pathogènes.

Sur la commune de Miremont, les hameaux de Salesse, Tingaud, Teilhet, Le Bouchet, Le Veyrial et La Faye sont en assainissement individuel. Seul le hameau Le Bouchet se trouve sur la zone d'influence de la baignade. Certaines habitations de Toux et de Pont du Bouchet sont également en assainissement individuel.

Sur la zone d'influence de la baignade, la majorité des habitations sont en assainissement collectif, un seul hameau est en assainissement individuel et représente un risque potentiel de pollution pour la retenue. Il s'agit du hameau du Bouchet, ce secteur comporte 13 habitations dispersées dont un gîte communal d'une capacité d'accueil maximale de 8 personnes.

Toux

Toutes les habitations de ce hameau possèdent un système de prétraitement et seulement deux d'entre elles ne sont pas équipées de filière de traitement.

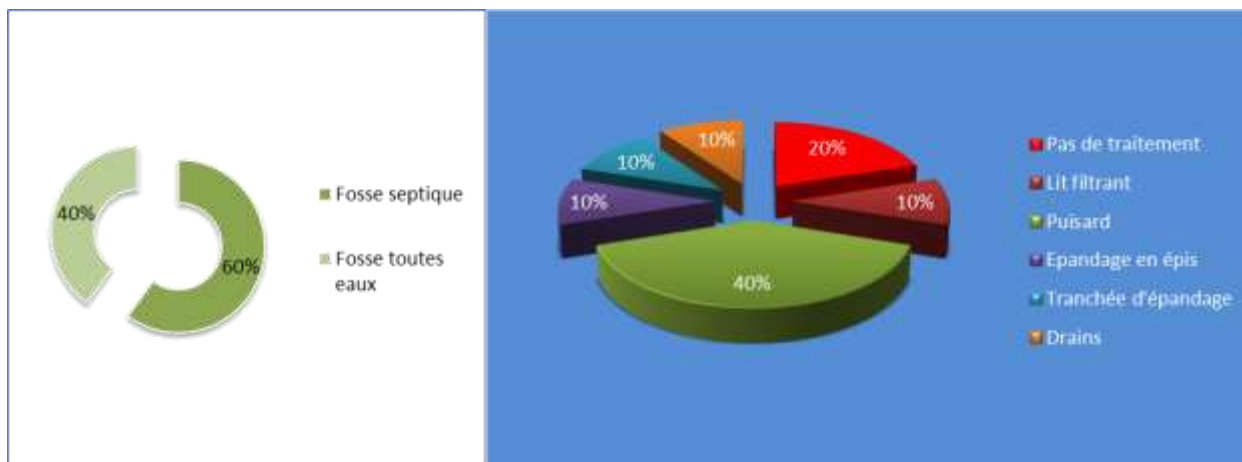


Figure 39 : Systèmes de prétraitement et traitement des installations d'assainissement non collectif des habitations du hameau de Toux (source : SAUR)

La SAUR a émis **quatre avis défavorables** qui concernent les habitations dont l'ANC ne comporte pas de filière de traitement ou seulement un puisard et qui présente un impact sur le milieu. Les pentes des parcelles concernées sont faibles, l'**impact du lessivage des ANC non conformes de ce hameau reste donc limité**.

Pont du Bouchet

Toutes les habitations en assainissement individuel de ce hameau sont des résidences secondaires. Seulement une de ces habitations ne possède aucune filière de prétraitement et traitement.

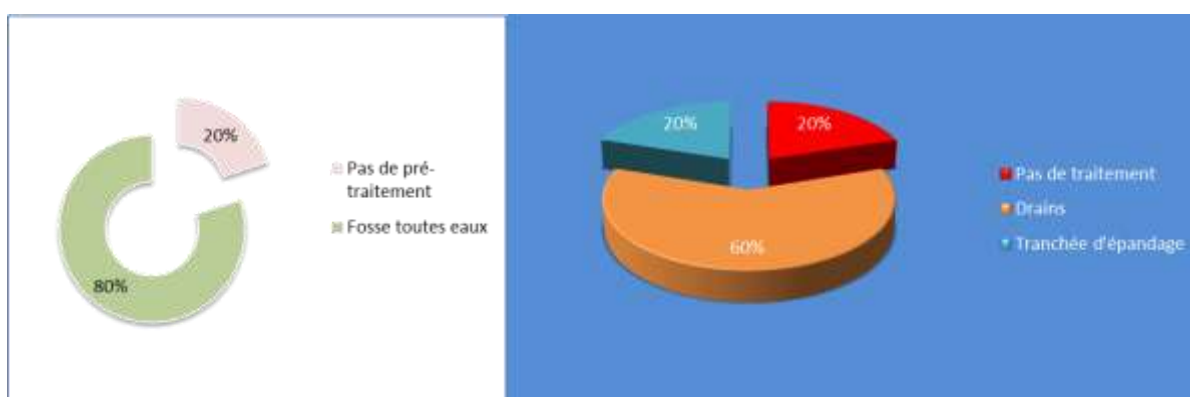


Figure 40 : Systèmes de prétraitement et traitement des installations d'assainissement non collectif des habitations du hameau de Pont du Bouchet (source : SAUR)

Deux habitations de Pont du Bouchet ont reçu un **avis défavorables** suite aux visites du SPANC. Ces deux résidences secondaires étant situées sur des parcelles à **fortes pentes** peuvent représenter un **risque de contamination** de la zone de baignade lors de la saison balnéaire (période d'occupation des habitations).

Le Bouchet

Toutes les habitations en assainissement individuel de ce hameau sont équipées d'une filière partielle. Quatre de ces habitations ne possèdent aucun système de traitement.

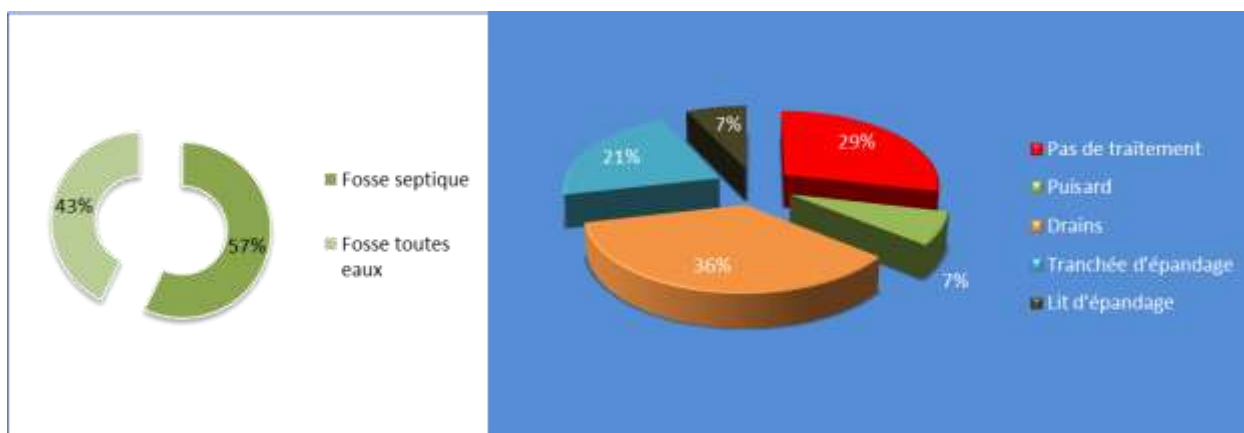


Figure 41 : Systèmes de prétraitement et traitement des installations d'assainissement non collectif des habitations du hameau Le Bouchet (source : SAUR)

Cinq habitations ont reçu un **avis défavorable** et doivent être mise aux normes en priorité. Il s'agit d'habitations principales et secondaires situées sur des parcelles dont la pente est moyenne à forte. Ces installations d'assainissement individuel non conformes présentent un **risque potentiel de contamination** de la baignade suite à un épisode pluvieux.

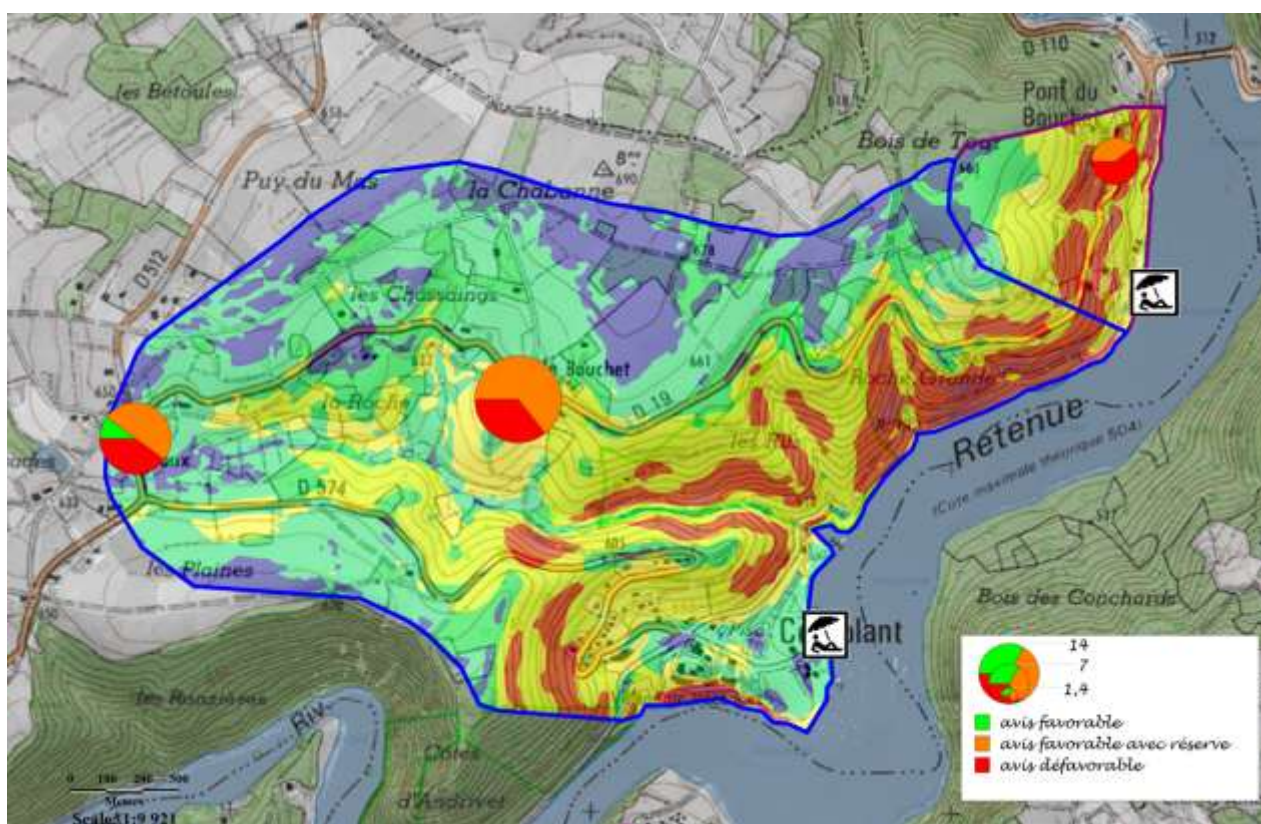


Figure 42 : Résultats des enquêtes du SPANC (source : BD_Ortho®, Scan25®, SAUR)

Très peu d'habitations en assainissement individuel situées sur la zone d'influence des deux baignades ont reçu un avis favorable suite aux enquêtes du SPANC. Les installations sont, pour la majorité, partielles et certaines présentent un risque plus élevé de contamination des zones de baignade de par leur situation sur des parcelles dont la pente est forte, ce qui favorise le ruissellement.

9.2.4 Mauvais usages

Le lavage des véhicules sur un secteur desservi par le réseau d'eau pluvial peut entraîner une pollution aux agents tensioactifs, contenu dans les produits d'entretien, et aux hydrocarbures, huiles et métaux lourds.

Ces pratiques peuvent aussi contribuer au phénomène d'eutrophisation, et plus particulièrement aux proliférations de cyanobactéries par l'apport de phosphates contenu dans les produits d'entretien.

Enfin des mauvais raccordements d'eaux usées peuvent entraîner une pollution chronique.

Les mauvais usages sont principalement liés au manque d'information des usagers concernant la gestion des eaux urbaines. Une grande majorité de la population fait l'amalgame entre le réseau pluvial et le réseau d'eaux usées, pensant que tous débouchent sur une filière de traitement.

Des communications fortuites entre le réseau d'eaux usées et le réseau pluvial, des mauvais usages liés à la mauvaise connaissance de la gestion des eaux pluviales, sont autant de sources de pollution pouvant engendrer un risque réel pour la zone de baignade.

Le risque est d'autant plus important que les eaux pluviales ne sont pas traitées, et sont rapidement véhiculées vers la retenue (absence d'autoépuration).

9.3 Le contexte agricole

L'étude du contexte agricole permet d'évaluer la pollution liée au drainage des sols. En effet, l'agriculture peut être responsable d'apports bactériologiques, notamment par les sites d'élevage, mais aussi par les surfaces agricoles soumises à épandages de boues ou compost, ainsi qu'aux pâturages.

A l'échelle de la commune, le nombre d'exploitation a diminué de 43% entre 1988 et 2000, passant de 44 exploitations à 25. Ce chiffre est moins important si l'on considère uniquement les exploitations professionnelles qui sont passées de 24 à 17. La surface agricole utilisée est

restée relativement stable, passant de 1558 ha à 1467 ha traduisant un regroupement des exploitations. L'élevage est la principale activité agricole sur cette commune. Une grande partie de la surface est recouverte de fourrages et de prés. On trouve principalement de l'élevage de bovins et volailles.

A l'échelle de la zone d'influence,

Toutes les exploitations sont soumises au Règlement Sanitaire Départementale (RSD). Le RSD fixe notamment, les prescriptions relatives aux activités d'élevage et agricoles (distances d'implantation des exploitations, et des épandages d'effluents d'élevage par rapports aux points d'eau) en vue de pallier toute pollution du milieu.

9.3.1 L'élevage

En 2000, l'orientation technico-économique dominante de la commune était l'élevage de bovins pour la production de lait et viande. D'après le dernier recensement agricole (2010) les bovins seraient majoritairement destinés à la production de viande. Le nombre d'exploitant recensé sur la commune est de 15, la Surface Agricole Utile a été estimée à 1377 ha et le nombre d'UGB total est de 1400, soit **1 UGB/ha**.

9.3.2 Les épandages

L'impact bactériologique potentiel des cultures (et prairies amendées) sur l'eau de baignade est lié aux épandages d'effluents d'élevage sur les parcelles en vue de fertiliser les terres.

En règle générale, les effluents d'élevage sont épandus sur certaines cultures ou prairies, pour stimuler la croissance des végétaux, tout en déchargeant l'agriculteur de ses effluents.

9.3.3 Les pratiques agricoles

Les pratiques agricoles telles que le stockage des tas de fumier avant épandage, l'abreuvement du bétail ou encore le lessivage des bâtiments peuvent conduire à des contaminations du plan d'eau par voie de ruissellement des eaux de pluie.

Le lessivage des parcelles pâturées entraîne un risque de contamination de l'eau de baignade. Les près situés sur les zones d'influence des baignades de Confolant et Pont du Bouchet présentent un risque plus important dû au transfert rapide des pollutions.

10 SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTIONS **PONCTUELLES ET/OU ACCIDENTELLES**

10.1 Conditions d'accès des animaux à la plage

Source : SIRB

10.1.1 Les animaux domestiques

Ils sont interdits sur la zone de baignade, mais autorisés s'ils sont tenus en laisse sur la zone de loisirs.

Une pollution liée aux animaux ne semble pas avérée dans de telles conditions de gestion, sous-réserve du respect de l'interdiction.

10.1.2 La faune sauvage

Les oiseaux

La Vallée de la Sioule abrite de nombreuses espèces remarquables dont le Grand-Duc d'Europe ou la Bondrée apivore, l'intérêt ornithologique est donc très élevé, c'est pourquoi la retenue des Fades Besserve est comprise dans une Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) ainsi qu'une Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) et une zone Natura 2000.

On peut donc supposer que les zones de loisirs sont fréquentées par les oiseaux, cependant aucun rassemblement ou colonies d'oiseaux n'ont été signalés à proximité des zones de baignade.

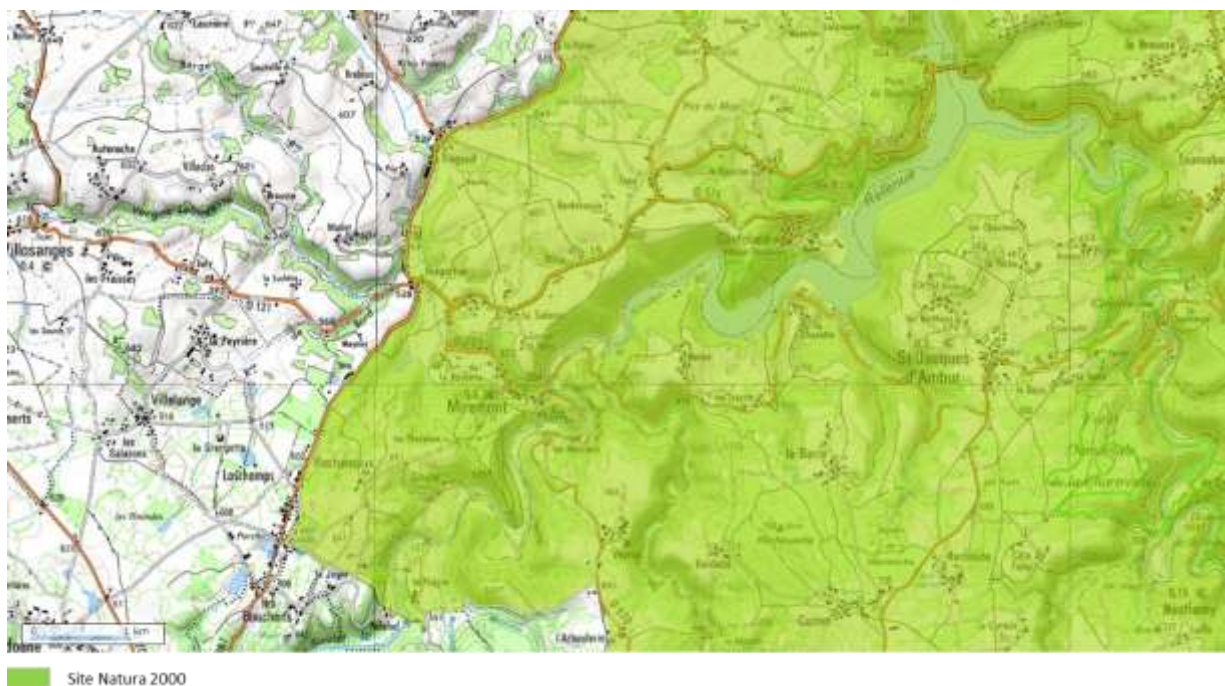


Figure 43 : Localisation de la zone Natura 2000 (sources : Géoportail, DIREN Auvergne)

L'avifaune représente non seulement une source potentielle de contamination fécale, mais aussi un risque de propagation de « dermatite du baigneur ».

10.1.2.1 L'avifaune aquatique et risque de « dermatite du baigneur »

Sources : ministère de la santé et des sports

La dermatite du baigneur est une affection cutanée causée par de petites larves presque invisibles à l'œil nu, les « **cercaires** ».

Cycle de développement

La Figure 44 suivante présente le cycle de développement des cercaires. La larve du ver présent dans le système digestif des oiseaux, appelé cercaire libère ses œufs par le biais des **fientes des oiseaux**. Ceci entraîne la **contamination des escargots** (hôte intermédiaire). À partir des escargots, des cercaires sont libérées dans l'eau et certains s'infiltrant normalement à travers la peau des canards pour s'y développer (hôte définitif), et aussi, certains contaminent **les baigneurs** (hôtes accidentels).

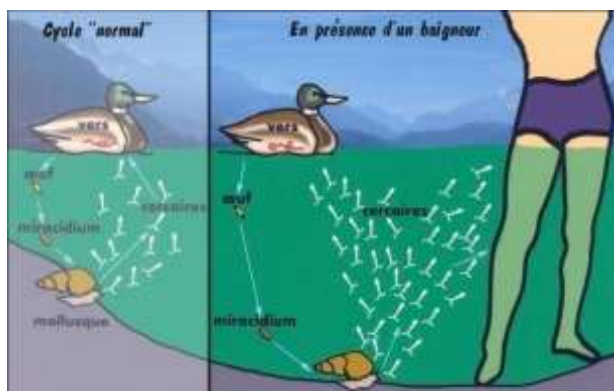


Figure 44 : Cycle de développement des cercaires, apparition de la dermatite du baigneur

Mode de contamination :

Lors de la baignade, **les cercaires se collent à la peau** jusqu'au moment où le baigneur sort de l'eau. Sous l'action du soleil, **la peau s'assèche et les cercaires pénètrent sous la peau**. Elles y meurent ensuite. Lorsque les cercaires pénètrent la peau, le cycle parasitaire est interrompu. Le sujet peut ressentir une **démangeaison et des irrptions cutanées apparaissent** qui sont le résultat d'une réaction immunitaire. **Ces larves émergent des escargots de la fin juin jusqu'à la fin août**. Une fois sorties de l'escargot, les cercaires se déplacent rapidement vers la surface de la colonne d'eau mais ne peuvent pas effectuer de déplacements latéraux sur de grandes distances. **Elles sont soumises aux courants et aux vents** et peuvent donc **s'accumuler sur les rives** ou dans une baie.

Les hôtes intermédiaires que constituent les escargots, comme l'escargot limnée, renferment un taux d'infestation par les cercaires suffisamment élevé pour provoquer la dermatite du baigneur, car un seul escargot peut libérer plusieurs dizaines de milliers de cercaires en une journée.

Conséquences pour le baigneur :

La dermatite se manifeste aussitôt après la baignade par des **picotements** aux points de pénétration des larves. Peu après, apparaissent sur la peau de petites **plaques rouges** et des vésicules qui persistent cinq à quinze jours sans laisser de traces, mais qui peuvent provoquer des démangeaisons importantes.

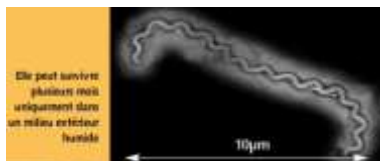
A l'occasion d'une **nouvelle exposition**, les lésions peuvent être accentuées par une **réaction d'hypersensibilité** (phénomène d'allergie).

10.1.2.2 Risque de leptospirose

Sources : ministère de la santé et des sports

Les **leptospiroses** parfois appelées « maladie du rat » sont des maladies infectieuses d'origine bactérienne.

Origine : De nombreuses espèces de leptospires, sont présentes dans l'environnement, mais toutes ne sont pas pathogènes. Les germes responsables de la maladie sont **des bactéries** (leptospires) portées par certains animaux infectés qui les rejettent dans leurs urines (photo).



Beaucoup de mammifères sauvages ou domestiques, **principalement les rongeurs**, (rats, bétail, chiens, ...) peuvent être infectés et constituent les **principaux disséminateurs de leptospires**. La leptospirose se transmet essentiellement par voie indirecte, lors de baignades en eau douce. Les leptospires pénètrent dans l'organisme **par l'intermédiaire de plaies**, de lésions cutanées ou par les muqueuses. La contamination par voie digestive (absorption d'aliments souillés par les urines d'animaux malades) est exceptionnelle.



Conséquences sur la santé : En France métropolitaine, on dénombre environ 300 à 500 cas de leptospirose par an. Les cas de leptospirose sont principalement recensés du mois de juillet au mois de septembre-octobre dans le Sud-ouest, le centre Ouest et l'Est de la France.

A l'origine, la leptospirose était surtout connue comme la maladie professionnelle des égoutiers. Elle touche aussi les professions en contact avec les animaux infectés (éleveurs, agriculteurs, vétérinaires, personnels des abattoirs). Du fait des mesures d'hygiène prises dans la plupart des professions exposées et de la vaccination contre l'une de ses formes, **la leptospirose devient de plus en plus une maladie liée aux loisirs aquatiques en eau douce** : 60 % des cas concernent des personnes non exposées professionnellement.

Les symptômes apparaissent 1 à 2 semaines en moyenne **après la contamination**. Il s'agit d'une **fièvre élevée** (en général $>39^{\circ}$), de l'apparition brutale de **douleurs musculaires, articulaires, abdominales et de forts maux de tête**. La maladie peut s'aggraver 4 à 5 jours après les premiers signes et s'étendre aux méninges, au foie, aux reins, aux poumons...

10.2 Pêche et population piscicole

*L'impact halieutique n'affecte pas la qualité bactériologique de l'eau de baignade (hormis en cas de mortalité importante de poissons sur la zone de baignade). La pollution occasionnée concernera indirectement le volet **cyanobactéries**, par **l'apport de nutriment** via les amorces, et en raison de **l'activité alimentaire des poissons**.*

10.2.1 Pollution d'origine halieutique

Certaines pratiques halieutiques peuvent contribuer à la détérioration de la qualité de l'eau de baignade, notamment par l'intermédiaire des apports en amorces.

Les amorces sont des appâts sous formes de farines plus ou moins denses, destinées à attirer et à fixer le poisson dans un périmètre restreint. Mouillée puis façonnée en boulettes de tailles variables, l'amorce est jetée dans l'eau de manière à créer un halo parfumé. Leur composition est très variable, et inclue des farines végétales, animales et minérales. Leur utilisation est réservée principalement pour la pêche de la friture (pêche au coup).

L'avènement de la pêche à la carpe moderne, a instauré l'utilisation de quantité parfois très importante d'appâts en tous genres, destinées à acclimater, attirer, et fixer le poisson sur une période plus ou moins longue. La démocratisation de cette pêche a été accélérée par l'utilisation d'appât (bouillettes) bon marché, de mauvaise qualité et souvent utilisé avec oultrance par les novices. Dans de telles circonstances l'impact peut se faire ressentir sur le milieu récepteur. L'impact est d'autant plus important que la concentration en pêcheur est importante. C'est le cas lors des « enduros », qui consistent à organiser pendant quelques jours un concours entre plusieurs équipes.

10.2.2 Gestion piscicole et qualité de l'eau

D'après l'Etat des lieux du SAGE Sioule, le peuplement piscicole de la retenue comprend 12 espèces dont plusieurs sont des espèces introduites. Le gardon et le sandre dominent le peuplement de la retenue et sont accompagnés de la **brème** et de la **perche** qui sont des espèces fouisseuses. Cela signifie qu'elles brassent le sédiment pour trouver leur nourriture. De ce fait elles contribuent à **remettre en suspension** des particules qui, en fonction des conditions, peuvent conduire à une augmentation de la turbidité de l'eau, un réchauffement de l'eau et la mise à disposition de **nutriments** adsorbés sur les particules sédimentaires, **favorables à la prolifération des cyanobactéries**.

La présence de certaines espèces piscicoles est donc un facteur aggravant pour les proliférations de cyanobactéries. La gestion piscicole du plan d'eau tient donc sa part d'importance dans le maintien d'une qualité sanitaire favorable.

10.3 Baignade

La baignade en elle-même peut-être source de pollution bactériologique. Une **sur-fréquentation combinée à un taux de renouvellement très faible peut entraîner des concentrations importantes en germes pathogènes dans l'eau**. La transmission de germes infectieux est à prendre en considération.

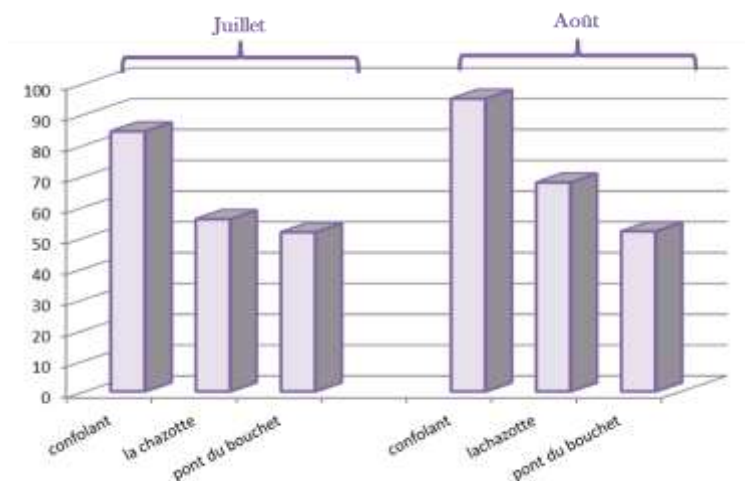


Figure 45: Moyenne de la fréquentation des trois plages de la retenue des Fades Besserve pour les mois de juillet et août de 2008 à 2010 (source : SIRB)

Dans l'ensemble, la fréquentation des plages est plus importante en août qu'en juillet. La plage la plus fréquentée est celle de Confolant, le maximum de fréquentation ayant atteint 900 personnes le 22 août 2010.

10.3.1 Macro-déchets

La présence de macro-déchets constitue un risque indirect, favorisant la présence d'oiseaux, de rats, et autres animaux, eux même vecteurs de pollution (cf. paragraphes précédents).

Des poubelles sont disposées à proximité des zones de baignade et au niveau des zones de loisirs.

11 SYNTHÈSE DES SOURCES DE POLLUTION POUR LES BAINADES DE CONFOLANT ET PONT DU BOUCHET

Deux types de pollution peuvent affecter la baignade. Les pollutions bactériologiques, et les pollutions indirectes liées aux cyanobactéries (principalement occasionnées par l'apport excessif de phosphore). Les aléas engendrant ces deux types de pollutions ont souvent une origine commune (les apports de germes témoins de contamination fécales sont presque systématiquement accompagnés d'apports en nutriments).

Les sources de pollution inventoriées sont les suivantes :

Les écoulements superficiels :

- Ils ne sont pas la source de pollution à proprement parler, ils sont le **vecteur des polluants occasionnés par les activités anthropiques**. La vulnérabilité de la zone d'influence, par son absence d'obstacle au ruissellement, favorise les apports polluants par les cours d'eau.

L'assainissement :

- **Des installations d'assainissement non collectif (ANC)** sont potentiellement sources de pollution et représentent un risque d'apport continu de polluant d'origine domestique.
- **Les postes de relèvement des eaux usées situés** sur la zone de loisirs présentent un risque de contamination des zones de baignade en cas de panne EDF.
- **La station d'épuration de Confolant**, dont le rejet a lieu directement dans la retenue, représente un risque de pollution en cas de mauvais traitement des effluents.

Les eaux pluviales :

- Une buse pluviale est située sur la zone de baignade de Confolant. Il en résulte des contaminations par des eaux usées (mauvais raccordements potentiels, défauts d'étanchéités,...), par les **polluants lessivés sur les surfaces imperméabilisés** (métaux lourds, hydrocarbures, germes bactériens, nutriments,...), ou encore des mauvaises pratiques de la part des usagers.

Les activités agricoles :

- L'activité agricole est la principale activité du secteur. Il s'agit exclusivement de **l'élevage extensif**. Les charges polluantes transitant sur la zone d'influence restent donc modestes. Mais **les pratiques agricoles vont conditionner la fraction de**

pollution pouvant atteindre le plan d'eau. Le degré d'impact des pratiques agricoles sur le bassin versant sera évalué dans la Phase 2.

Les activités de loisirs et manifestations exceptionnelles :

- **La baignade en elle-même peut être source de pollution**, par l'apport de germes infectieux par les baigneurs, et/ou par la surfréquentation corrélée à un faible renouvellement de la masse d'eau. La prévention concernant les risques de contamination inter baigneur est donc recommandée.
- **La pêche**, principale activité du plan d'eau avec la baignade, **n'entraîne pas un risque de pollution bactériologique, mais physico chimique.** L'apport de **nutriment via les amorces**, bien qu'il reste très modéré par rapport aux autres sources de pollution, est à prendre en considération. L'activité des poissons présents dans le plan d'eau peut favoriser la prolifération des cyanobactéries, par mise à disposition de nutriments (remise en suspension des sédiments).
- **L'augmentation de la pression sur la zone de baignade et sur le village de Confolant et Pont du Bouchet**, en raison d'une augmentation de la fréquentation en saison estivale, implique **des risques de pollution bactériologique**, liés à une surfréquentation de la baignade, ou des contaminations par une mauvaise gestion des sanitaires.

La faune sauvage :

- Même si aucun cas n'a été déclaré, **la leptospirose (principalement véhiculée par l'urine des rongeurs) peut représenter un réel risque pour les baigneurs.** Une prévention efficace des risques et des symptômes occasionnés est recommandée.
- **La dermatite**, véhiculée par les canards (et les limnées) peut entraîner des complications pour les baigneurs. Même si aucun cas n'a été signalé, une prévention efficace permettra de prévenir les complications pouvant en résulter. Veiller à la non-prolifération des macroalgues permettra de pallier l'implantation de limnées vers la zone de baignade.

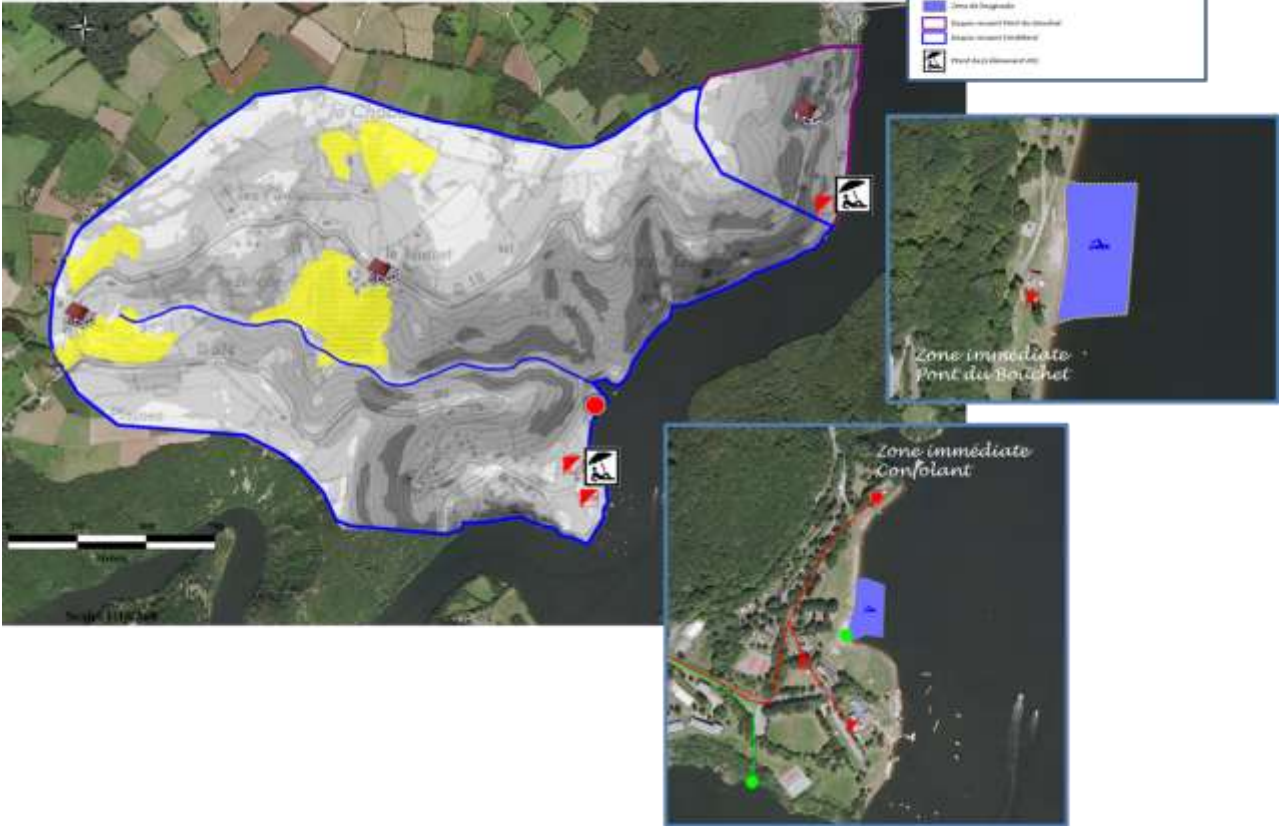


Figure 46 : Localisation des sources de pollution sur les zones d'influences des baignades de Confolant et Pont du Bouchet (source : Scan 25)

Phase 2 : Diagnostic

La phase de diagnostic consiste à caractériser et hiérarchiser les flux en provenance de chaque source potentielle de pollution, en vue d'évaluer de manière globale le risque pour la zone de baignade.

La définition d'indicateurs de pollution, en vue de la mise en place d'une gestion active sera abordée dans ce chapitre.

12 CARACTERISATION DES SOURCES DE POLLUTION BACTERIOLOGIQUES

12.1 Estimation des flux bactériologiques

Dans ce chapitre, notre attention porte particulièrement sur *E.Coli* qui constitue un véritable indicateur de pollution.

12.1.1 *Cours d'eau*

12.1.1.1 *Cours d'eau de la zone d'influence immédiate des baignades*

Des analyses ponctuelles ont été réalisées dans le cadre de l'élaboration du profil baignade sur le ruisseau de Confolant en temps sec et en temps pluvieux afin de se placer dans des conditions défavorables. Seule la campagne temps sec a pu être réalisée pendant la saison balnéaire le 9 août 2011, la campagne en temps pluvieux a été réalisée hors saison le 21 décembre 2011.

Le débit du ruisseau de Confolant a été mesuré en temps sec et en temps pluvieux. Les prélèvements bactériologiques ont été transmis au laboratoire Louise Blanquet dans les 4h suivants le prélèvement en conditions stériles.

Aucun cours d'eau ne débouche à proximité immédiate de Pont du Bouchet.

Tableau 27 : Résultats des analyses bactériologiques réalisées en temps sec et temps pluvieux

	Temps sec		Temps pluvieux	
	E.Coli UFC/100 ml	E.I/100 ml	E.Coli UFC/100 ml	E.I/100 ml
Ruisseau de Confolant amont	270	419	539	125
Ruisseau de Confolant - intermédiaire			718	45
Ruisseau de Confolant - confluence	77	77	606	1382

D'après le Tableau 27, en temps sec on note des concentrations en *E.Coli* et Entérocoques Intestinaux moins importants à l'aval qu'à l'amont, phénomène expliqué par l'abattement bactériologique par les UV et la prédation dans le cours d'eau. Cette observation ne peut être faite en temps pluvieux où l'apport bactériologique par le lessivage est constant et la survie des bactéries est favorisée par l'absence de soleil.

Tableau 28 : Estimation des flux bactériologiques d'après les mesures réalisées en temps sec et en temps pluvieux

Conditions	Tributaires	<i>E.Coli</i> /100 ml	E.I./100 ml	Débit (l/s)	Flux (<i>E.Coli</i> /h)	Flux (E.I./h)
temps sec	ruisseau de Confolant	77	77	10	2,77E+07	2,77E+07
temps pluvieux	ruisseau de Confolant	606	1382	160	3,49E+09	7,96E+09

- * Le flux moyen horaire apporté par le ruisseau de Confolant en temps sec est de $2,77.10^7$ *E.Coli*/h, soit $6,6.10^8$ *E.Coli*/j.
- * Le flux moyen horaire en temps pluvieux est de $3,49.10^9$ *E.Coli*/h apportées par le ruisseau de Confolant, soit $8,4.10^{10}$ *E.Coli*/j.

12.1.1.2 A l'échelle de la retenue

Lors des campagnes terrain du 29 juillet et du 16 septembre 2011 (temps sec) et le 21 décembre 2011 (temps pluvieux) des analyses bactériologiques ont été réalisées sur la Sioule et le Sioulet en amont de la retenue, au niveau de la D61 pour la Sioule et au niveau de l'entrée de Miremont pour le Sioulet.

Tableau 29 : Résultats des analyses bactériologiques réalisées sur la Sioule et le Sioulet par temps sec et par temps pluvieux

	29/07/2011		16/09/2011		21/12/2011	
	<i>E.Coli</i> /100m	E.I./100 ml	<i>E.Coli</i> /100m	E.I./100 ml	<i>E.Coli</i> /100m	E.I./100 ml
Sioulet - Miremont	750	195	647	109	3806	2444
Sioule - Pont de la D61	2536	457	1183	77	7101	6581

Les concentrations en *E.Coli* en temps pluvieux sont 3 à 5 fois supérieures à celles retrouvées en temps sec, concernant le paramètre Entérocoques Intestinaux, les concentrations sont plus de dix fois supérieures aux concentrations déterminées en temps sec. Ces résultats sont révélateurs de l'impact du lessivage des sols (agriculture et assainissement) lors d'épisodes pluvieux.

Les concentrations en *E.Coli* et Entérocoques Intestinaux de la Sioule et du Sioulet sont élevées en temps pluvieux, cependant, les zones de baignade ne seraient pas impactées par les apports de la Sioule et du Sioulet, en raison des temps de transfert très long dans la retenue.

12.1.2 Assainissement

12.1.2.1 Assainissement collectif

La station d'épuration

La station d'épuration traitant les eaux usées du hameau de Confolant est munie d'un traitement des effluents intensifs par boues activées. Le rejet des effluents a lieu directement dans la retenue des Fades-Besserve.

Lors du rapport de bilan 24h réalisé par le SATESE le 2 août 2010, le jour de l'intervention, la population équivalente raccordée a été estimée à 537 EH. D'après les annexes du guide AESN, un équivalent habitant équivaut à l'émission de $2,14.10^9$ *E.Coli*/jour (IFREMER Labo Env-Concameau) et l'abattement bactériologique des stations à boues activées est de 2 Log. Le flux d'*E.Coli* directement rejeté dans la retenue est donc de **$2,14.10^7$ *E.Coli*/jour**.

Les postes de relèvement des eaux usées

Deux postes de relèvement des eaux usées sont situés à proximité de la baignade de Confolant et un au niveau de la baignade de Pont du Bouchet.

Une note technique a été définie d'après la grille de détermination proposée en 2008 par IRH-SAUR et Mare Clean, figurant dans les annexes du guide de l'AESN. Cette note prend en compte un certain nombre de paramètres comprenant l'aspect technique, la surveillance, la présence d'eaux parasites et le risque d'inondation permettant l'obtention d'une note équipement. Celle-ci est multipliée par un coefficient dépendant du type de transfert et de la distance au milieu récepteur. La note technique ainsi obtenue permettant d'évaluer le risque pour les trois postes de relèvement concernés est présentée dans le tableau de la Figure 47. La note la plus élevée est obtenue pour le poste de relèvement de Pont du Bouchet car il est muni d'une surverse directe dans la retenue. Les tableaux de détermination des notes de criticité technique et environnementale pour chacun des postes de relèvement figurent en annexe 2.

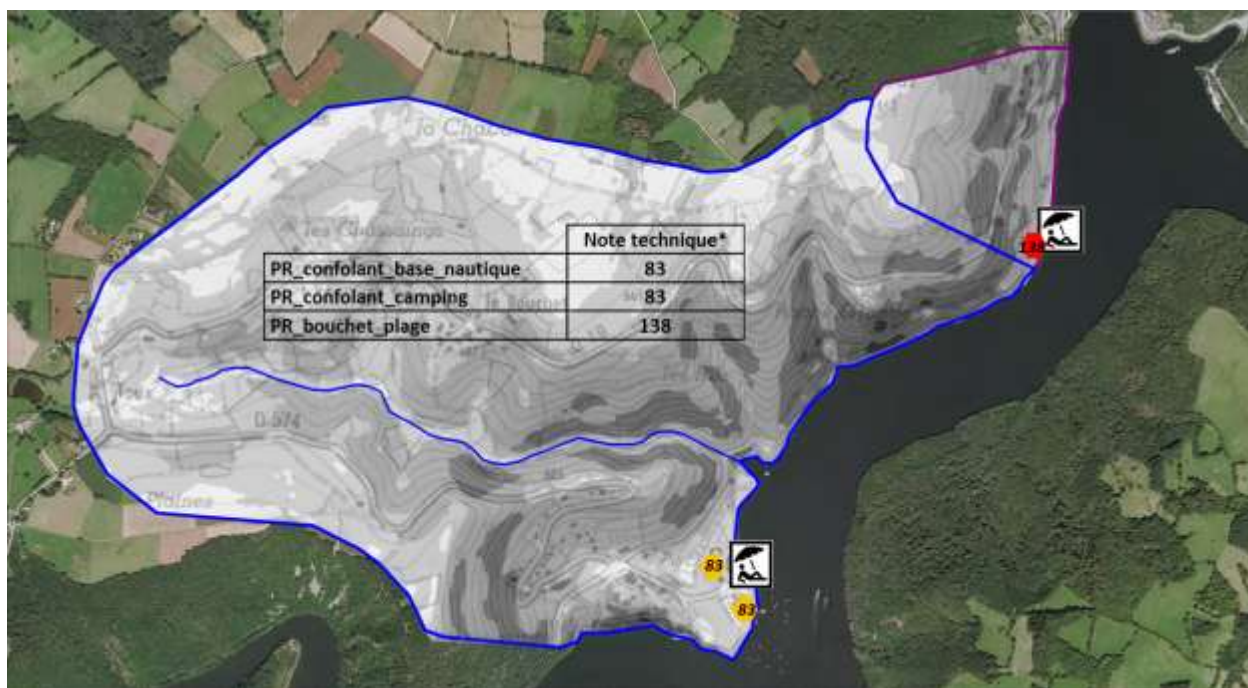


Figure 47: Calcul de la note technique des postes de relèvement situés à proximité des baignades de Confolant et Pont du Bouchet (sources : IRH-SAUR, MareClean)

*Celle-ci est comprise entre 6 pour les postes de relèvement représentant le moins de risques et 326 pour les postes de relèvement présentant un risque maximal

Le flux moyen journalier apporté par la station d'épuration de Confolant a été estimé à 2,14.107 E.Coli/jour.

Les notes de criticité obtenues pour les trois postes de relèvement sont relativement élevées. D'après le guide de l'AESN des travaux sont à prévoir sur les postes de relèvement avec une note supérieure à 100.

12.1.2.2 Assainissement non collectif

A l'échelle des zones d'influence des baignades de Confolant et Pont du Bouchet, trois hameaux sont concernés par l'assainissement non collectif. Il s'agit du hameau de Toux et Le Bouchet situé à 2 et 1 km au Nord-Ouest de la baignade de Confolant, les pentes y sont faibles à moyennes. Sur la zone d'influence de Pont du Bouchet, certaines habitations sont concernées par l'assainissement individuel et sont situées à 500 mètres au nord de la zone de baignade, sur des terrains très pentus.

Les enquêtes réalisées dans le cadre du SPANC par la SAUR ont révélées qu'une partie des habitations n'étaient pas équipées d'installations conformes, un avis défavorable a été émis et l'impact sur le milieu a dans certains cas été jugé élevé.

Tableau 30 : Récapitulatif des habitations ayant obtenues un avis défavorable à l'issu de l'enquête du SPANC (source : SAUR)

Hameaux	Nombre d'habitations ayant obtenus un avis défavorable
Toux	4
Pont du Bouchet	2
Le Bouchet	5

Il faut noter que ces ANC ne constituent un risque pour les baignades que lors des précipitations, puisque les rejets ont lieu directement sur le sol ou dans un fossé.

Les eaux usées domestiques contiennent des matières organiques, azotées et phosphorées, des matières en suspension et des microorganismes pathogènes. Le Tableau 31 présente une estimation des flux journaliers bactériologiques ayant pour origine l'assainissement non collectif des habitations des trois hameaux concernés.

Tableau 31 : Estimation des flux journaliers ayant pour origine l'assainissement individuel

Hameaux	Nombre d'habitants	Valeurs caractéristiques (Guide AESN) E.Coli/jour/hab	E.Coli/jour potentiellement émis dans le milieu superficiel
Toux	11	2,14E+09	5,99E+10
Pont du Bouchet	6		
Le Bouchet	11		

Si l'on considère que 1% des particules présentes sur les surfaces des bassins versants sont susceptibles d'être lessivées lors des précipitations, le flux en provenance des habitations dont l'ANC est non conforme est donc de $5,99.10^8$ E.Coli/jour.

12.1.2.3 Assainissement pluvial

Une buse pluviale arrive directement dans la baignade de Confolant, lors de la saison estivale, le bas niveau d'eau dans la retenue a permis la mesure d'un débit de 0,5 l/s.

Aucune mesure n'a pu être réalisée en temps pluvieux, le niveau d'eau dans la retenue étant plus haut, la buse n'était plus accessible.

Tableau 32 : Estimation du flux bactériologique de la buse pluviale de la baignade de Confolant d'après les mesures réalisées le 9 août 2011

Conditions	Tributaires	E.Coli/100 ml	E.I./100 ml	Débit (l/s)	Flux (E.Coli/h)	Flux (E.I./h)
temps sec	buse	109	15	0,43	1,69E+06	2,32E+05

Un pluviail arrive également au niveau de la base nautique et fera l'objet d'une modélisation afin de déterminer l'impact de ce rejet sur la qualité de l'eau de baignade. Le débit de celui-ci a été estimé selon la technique de la méthode rationnelle qui fait intervenir l'intensité pluvieuse. Les flux bactériologiques de la buse pluviale de la baignade de Confolant en temps pluvieux ont également été estimés avec cette méthode.

Tableau 33 : Estimation du flux bactériologique de la buse pluviale de la base nautique

Intensité pluvieuse (mm/h)	Débit calculé (l/s)	Valeurs caractéristiques du guide AESN (E.Coli/100 ml) - fourchette basse	Flux (E.Coli/h)
20	51,36	1,00E+04	1,85E+10

Tableau 34 : Estimation du flux bactériologique de la buse pluviale de la baignade de Confolant

Intensité pluvieuse (mm/h)	Débit calculé (l/s)	Valeurs caractéristiques du guide AESN (E.Coli/100 ml) - fourchette basse	Flux (E.Coli/h)
20	1,85	1,00E+04	6,66E+08

- * Le flux moyen horaire apporté par la buse pluviale à proximité de la baignade en temps sec est de $1,69.10^6$ E.Coli/h en temps sec, et en temps pluvieux de $6,66.10^8$ E.Coli/h.
- * Lors d'un épisode pluvieux, le flux moyen horaire apporté par le réseau d'assainissement pluvial desservant le village de Confolant et dont l'exutoire se situe au niveau de la base nautique a été estimé à $1,04.10^8$ E.Coli/h.

12.1.3 Agriculture

La mortalité bactérienne sur les pâtures est faible. Elle est principalement due à l'action bactéricide des UV, aux phénomènes de compétition avec les microorganismes du sol et aux conditions du milieu. Ainsi, la survie des bactéries est plus importante lorsque le sol est humide, en conditions froides et lorsque la végétation est haute. En zone de montagne humide, les organismes fécaux présentent des capacités de survie plus fortes que dans les zones collinéennes ou d'avant pays, moins arrosées et plus chaudes (TREVISAN, 2002).

Les prairies représentent **24 ha** sur la zone d'étude. D'après les résultats du recensement agricole 2010 (DRAAF Auvergne), la charge estimée sur la commune de Miremont est de **1 UGB/ha**.

D'après la littérature, un bovin émet l'équivalent de $1,07 \times 10^{10}$ E.Coli/jour. La difficulté réside ensuite dans la détermination des flux bactériens susceptibles de rejoindre la plage. Les transferts sont régulés par différents facteurs contrôlant le fonctionnement hydrique des sols (texture, structure) et les propriétés de rétention – adsorption des bactéries sur la matrice

organominérale du sol. On fera l'hypothèse que 1% des déjections accumulées sur les pâtures est susceptible d'être lessivée lors des précipitations.

Il faut noter que les prairies pâturées ne constituent un risque pour la qualité des eaux de baignade que lors des épisodes pluvieux. Ce flux est susceptible de varier fortement en fonction de la durée et de l'intensité des épisodes pluvieux.

Tableau 35 : Estimation des flux bactériologiques d'origine agricole sur les surfaces pâturées des zones d'influence des baignades de Confolant et Pont du Bouchet

Surface des pâtures (ha)	UGB/ha	Valeurs caractéristiques guide AESN E.Coli/jour/Bovins	Flux estimé E.Coli/jour
24	1	1,07E+10	2,57E+11

Si l'on considère que 1% des déjections accumulées sur les pâtures sont susceptibles d'être lessivées lors des précipitations, le flux total estimé est de $2,57.10^9$ E.Coli/jour.

12.2 Sources potentielles de pollutions ponctuelles ou accidentelles

12.2.1 La baignade

On distinguera deux types de risque :

- Le risque de pollution bactériologique au regard des indicateurs classiques de surveillance sanitaire.
- Le risque de contamination interhumaine défini par l'AFSSET, qui traduit le risque de transmission de germes interhumains.

➔ Risque de pollution bactériologique

D'après les données fournies par le SIRB, la fréquentation moyenne des mois de juillet et août des saisons balnéaires de 2008 à 2010 est de 90 baigneurs/jour sur la plage de Confolant et 50 sur la plage de Pont du Bouchet.

Les concentrations moyennes en pollution bactériologique apportées par la baignade sont présentées dans le Tableau 36. En fréquentation normale, le risque n'est pas avéré. **Il faudrait dépasser 550 baigneurs sur une journée pour risquer une dégradation significative de l'eau de baignade. Or des fréquentations de cet ordre de grandeur ont déjà été observées sur la plage de Confolant.**

En ce qui concerne la zone de baignade de **Pont du Bouchet**, en fréquentation normale le risque n'est pas avéré. Si le volume de la zone de baignade diminue, le nombre de baigneurs à

ne pas dépasser pour risquer une dégradation significative de la qualité de l'eau de baignade serait de **600**.

Tableau 36 : Estimation de la concentration bactériologique en cas de forte affluence sur les zones de baignade de Confolant et Pont du Bouchet

		CONFOLANT		PONT DU BOUCHET	
		<i>E. coli</i>	Entérocoques intestinaux	<i>E. coli</i>	Entérocoques intestinaux
1	Limite inférieure du seuil de qualité « Excellente » selon la directive 2006/7/CE (UFC/100 ml)	500	200	500	200
2	Apports moyens par visiteurs (guide AESN 2009)	2,00E+07	1,00E+07	2,00E+07	1,00E+07
3	Nombre moyen de baigneur	90		50	
4	Pollution apportée par les baigneurs	1,80E+09	9,00E+08	1,00E+09	5,00E+08
5	Concentration bactériologique liée à la fréquentation mentionnée dans la ligne 3 (UFC/100 ml)	65	33	14 - 21	7 - 10
6	Nombre de baigneurs max pour ne pas dépasser les seuils de qualité excellente	690	552	1800 - 600	1440 - 480

Les chiffres en rouges ont été calculés à partir d'un volume réduit de la zone de baignade de Pont du Bouchet (impact du marnage)

➔ Risque de contamination interhumaine

Outre le risque de contamination bactériologique au regard des germes témoins de contamination fécale, utilisés dans le classement des eaux de baignade, une surfréquentation de la baignade peut entraîner des risques de transfert de pathologies contagieuses, qu'il convient d'estimer. Le risque de contamination interhumaine est évalué à partir de la Figure 48, d'après le cahier des charges pour l'élaboration de « profils » adaptés aux eaux intérieures (AELB/SAFEGE).

En l'absence de cas avérés signalés en mairie, l'appréciation du risque se fait sur la base du volume d'eau disponible par baigneur, et des recommandations de l'AFSSET. Des seuils ont été définis afin de statuer sur le risque de contamination interhumaine lors de la baignade :

- 20 m³ / baigneur si la surface de baignade est > 5 000 m²
- 15 m³ / baigneur si la surface de baignade est comprise entre 1 500 et 5 000 m²
- 10 m³ / baigneur si la surface de baignade est < 1 500m²

Pour les fréquentations moyennes estimées, la densité reste en dessous des seuils à risques de contamination interhumaine fixée par l'AFSSET. **Le risque intervient au-delà de 180 baigneurs pour les deux plages.**

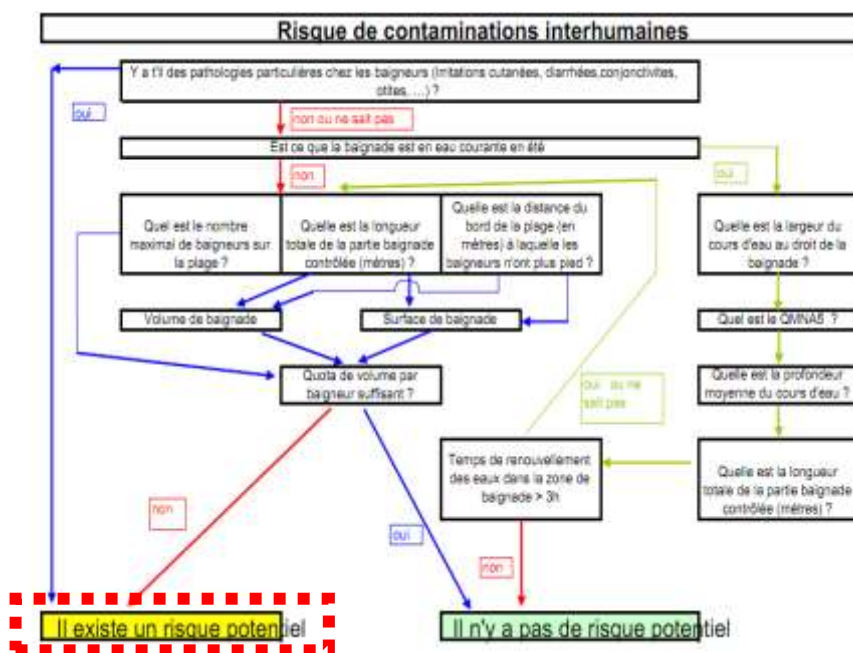


Figure 48 : Diagramme décisionnel visant à identifier le risque de contamination interhumaine lors de la baignade (source AELB/SAFEGE)

Le risque de contamination bactériologique de la zone de baignade ne semble donc pas avéré en conditions normales de fréquentation. Le risque de dégradation bactériologique semble intervenir à partir de 550 baigneurs sur la plage de Confolant, (situation déjà observée) et 500 sur la plage de Pont du Bouchet. En revanche le risque de contamination interhumaine défini par l'AFSSET existe à partir de 180 baigneurs pour Confolant et 480 pour Pont du Bouchet. L'influence du marnage peut avoir un impact sur le volume des zones de baignade qui contribuerait à augmenter le risque de contamination interhumaine.

12.2.2 Risques de contamination par les animaux

En 2010, l'agence de l'eau Loire Bretagne a été maître d'ouvrage d'une étude confiée au bureau d'étude SAFEGE, permettant d'élaborer des cahiers des charges pour l'élaboration de « profils » adaptés au contexte très diversifié des eaux intérieures.

Dans ce contexte, **un outil permettant d'évaluer l'existence ou non d'un risque lié aux contaminations par les animaux** a été développé (Figure 49).

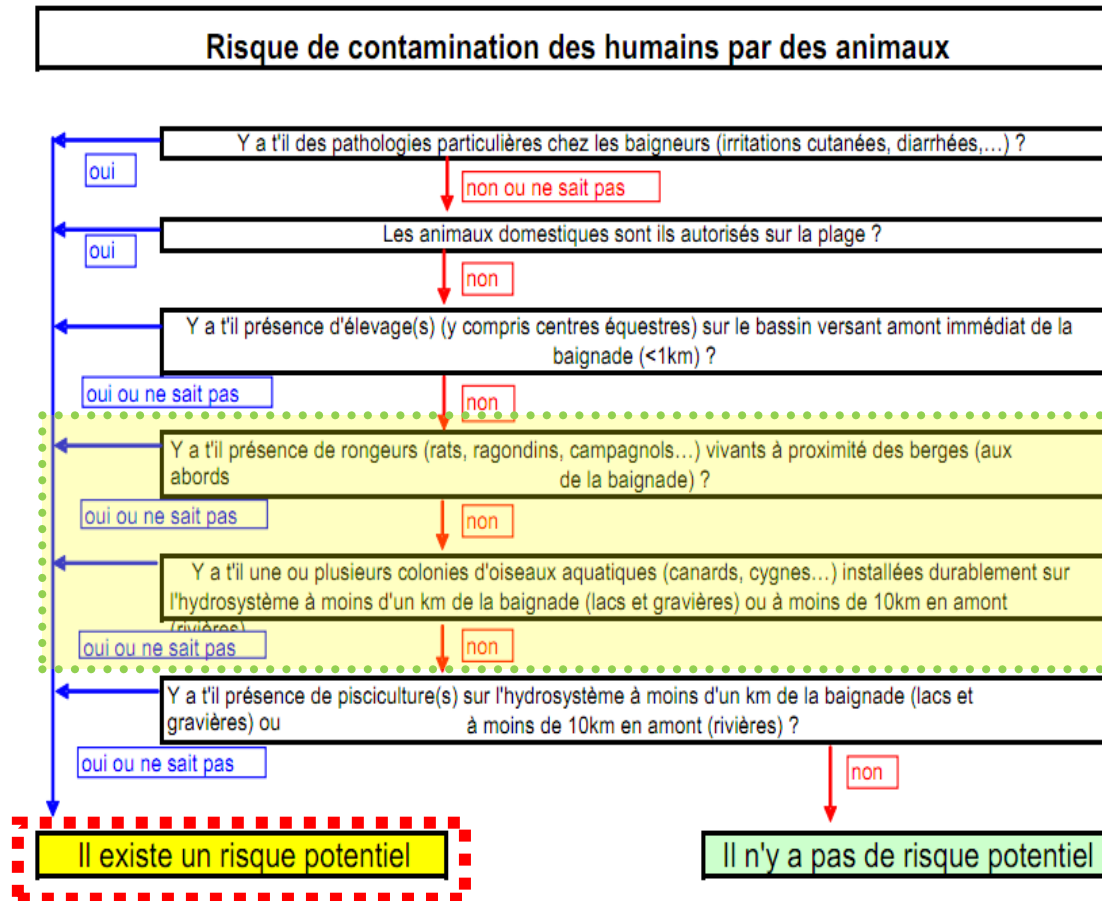


Figure 49 : Diagramme décisionnel visant à identifier le risque lié aux animaux pour la baignade (source AELB/SAFEGE)

Bien qu'aucune pathologie particulière n'ait été signalée suite à la baignade, la présence éventuelle de rongeurs et d'oiseaux sur le plan d'eau représente un risque potentiel de contamination par les animaux.

13 NIVEAU D'IMPACT DES POLLUTIONS SUR LA Baignade

Pour étudier l'impact des sources de pollution potentielles sur la zone de baignade, **l'évaluation de la dilution de la charge bactériologique calculée ou mesurée est nécessaire**. La méthode utilisée consiste à assimiler les volumes d'eau situés autour du rejet à une succession de réacteurs continus concentriques à mélange intégral (B. Saunier, 1993). Il s'agit d'une méthode d'évaluation simple, qui ne prend pas en compte les facteurs climatiques (vent).

Un bilan de masse sur les concentrations de germes pour chaque réacteur est alors réalisé, et nous permet de visualiser la concentration théorique susceptible d'affecter la zone de baignade. La concentration en germes pour chaque réacteur s'écrit :

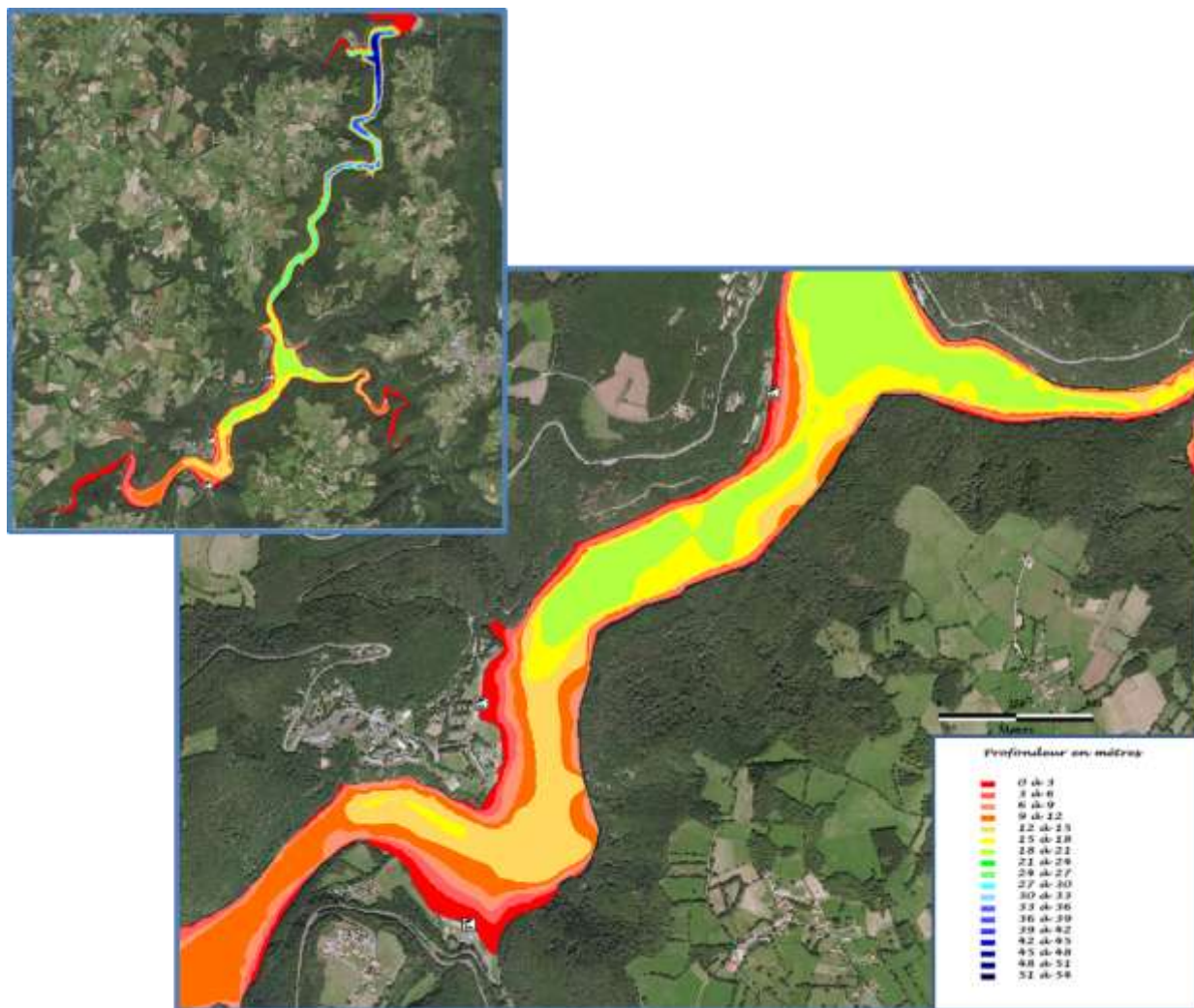
$$C = C_0 * \frac{1}{1 + \frac{2.3 * V}{T_{90} * Q}}$$

Avec

- ✓ C_0 : concentration initiale en germes dans l'eau usée rejetée ;
- ✓ V : volume du réacteur (m³);
- ✓ T_{90} : temps au bout duquel 90% des germes ont disparu (en h);
- ✓ Q : débit du rejet (m³/h).

Cette méthode permet une visualisation rapide de l'impact de chaque rejet. Nous avons modélisé l'impact de plusieurs apports bactériologiques pour les baignades de Confolant et Pont du Bouchet.

Le volume de chaque réacteur a été calculé à partir d'un modèle numérique 3D du plan d'eau, modélisé sur la base de la bathymétrie réalisée par le bureau d'études Aquascop en 2006 dans le cadre du réseau de contrôle et de surveillance de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne.



Rq : la bathymétrie des bras de la Sioule et du Sioulet ainsi qu'à l'aplomb du barrage n'étant pas disponible, ces zones apparaissent en rouge (catégories 0-3 mètres de profondeur)

Figure 50 : Bathymétrie de la retenue des Fades Besserve (source : Aquascop, BD_Ortho®)

13.1 A l'échelle de la retenue

Cette modélisation vise à confirmer la délimitation des zones d'influence établie dans la phase 1, à savoir, vérifier que les apports bactériologiques drainés par la Sioule et le Sioulet n'atteignent pas de façon systématique et préjudiciable, les baignades de la retenue.

13.1.1 *Modélisation des flux*

Pour évaluer l'impact des apports bactériologiques de la Sioule et du Sioulet sur les baignades de Pont du Bouchet et Confolant, plusieurs hypothèses ont été testées :

- Impact des apports bactériologiques par temps sec
- Impact des apports bactériologiques par temps pluvieux

Les modélisations sont basées sur les analyses bactériologiques réalisées sur la Sioule et le Sioulet en temps sec (29/07/2011) et temps pluvieux (21/12/2011). Les débits utilisés pour le calcul des flux sont issus des stations de mesure de la DREAL, il s'agit des débits du jour du prélèvement (pour le prélèvement réalisé en temps sec) et débits maximaux moyens rencontrés en saison estivale. En effet pour ce dernier point, en l'absence de conditions pluvieuses durant la saison 2011, la campagne de prélèvement a été conduite en décembre. Or les débits enregistrés à cette période sont nettement supérieurs aux débits maximaux rencontrés en saison estivale.

Pour la Sioule, ces débits ont été calculés à partir de données issues de la station de mesure de Pontgibaud, extrapolés à la surface du bassin versant correspondant.

Remarque : Pour réaliser cette modélisation, plusieurs hypothèses simplificatrices ont dû être formulées :

- *le point de confluence avec le lac a été placé au début de la zone couverte par la bathymétrie. Or la bathymétrie n'a pas été réalisée sur les parties amont de la retenue. Le volume de dilution séparant la confluence et les baignades est donc diminué par rapport à la réalité. Le risque sera donc sur-évalué.*
- *les débits à l'entrée de la retenue de la Sioule et du Sioulet ont été calculés à partir de stations de référence.*
- *le T90 choisi est de 10h (moyenne généralement admise en eau douce)*

Les résultats de modélisation de dilution des concentrations bactériologiques apportés sont présentés dans la Figure 51.

D'après la Figure 51, le flux bactériologique par temps sec et par temps pluvieux de la Sioule atteint la zone de baignade de Pont du Bouchet mais dans des concentrations inférieures à 100 *E.Coli*/100 ml.

Le flux bactériologique du Sioulet impacte les zones de baignade de la Chazotte et Confolant uniquement en temps pluvieux, les concentrations en *E.Coli* restant inférieurs à 100 UFC/100 ml.

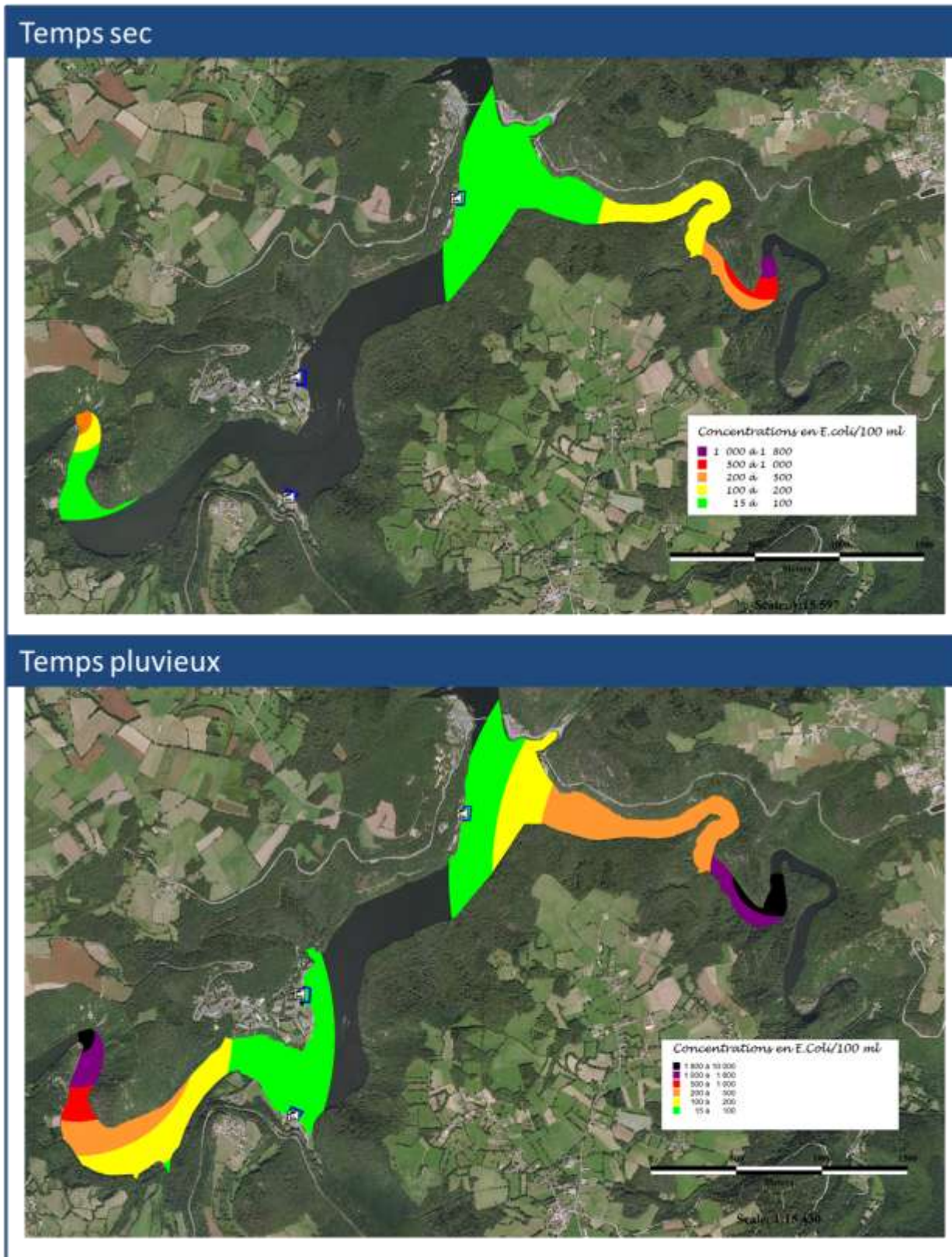


Figure 51 : Modélisation des flux bactériologiques de la Sioule et du Sioulet en temps sec et en temps pluvieux

13.1.2 Validation des modélisations par des campagnes de mesures

Plusieurs campagnes de mesures ont été réalisées sur la retenue des Fades Besserve (comptes rendus en annexe 3).

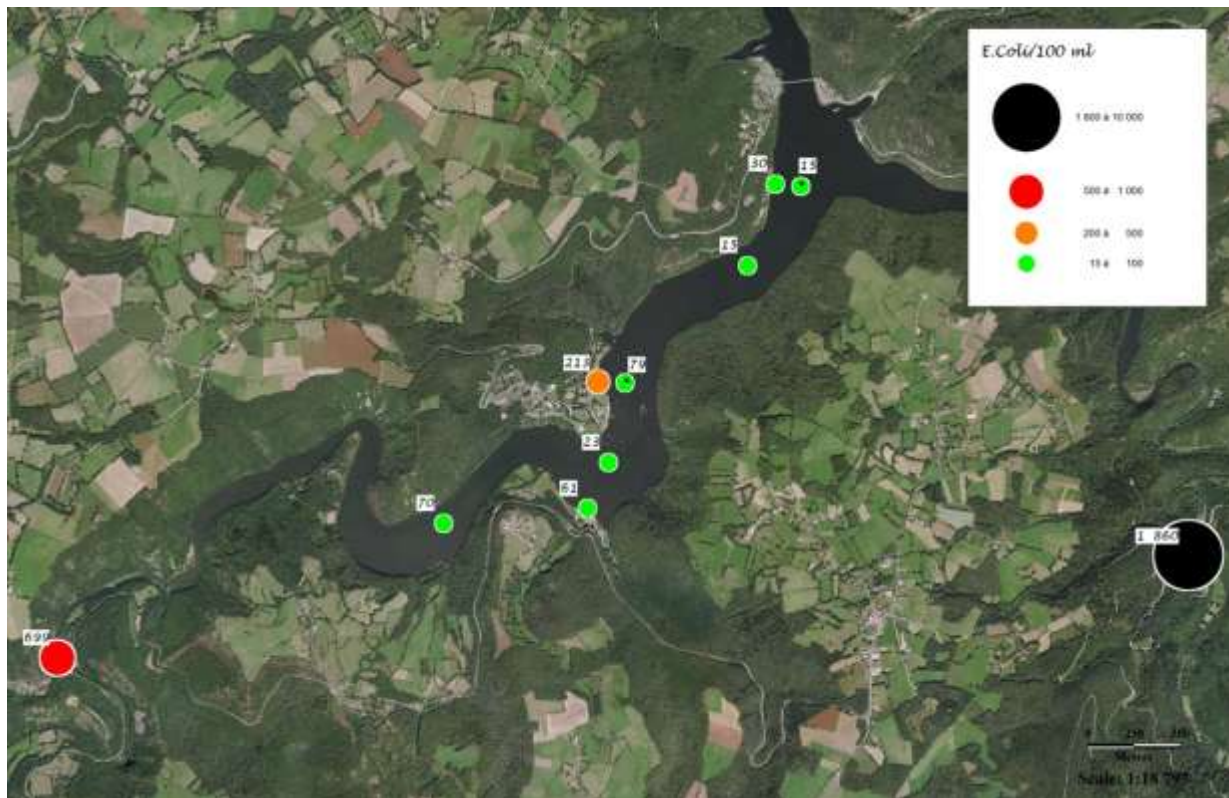


Figure 52 : Concentrations en *E.Coli*/100 ml sur les différents points d'analyses de la retenue (source : BD_Ortho, ATHOS Environnement)

Les analyses bactériologiques réalisées à l'échelle de la retenue révèlent des concentrations importantes en *E.Coli* sur la Sioule en amont de la retenue, au niveau du pont de la D61, et pour le Sioulet à l'entrée de Miremont. Ces deux points sont fortement influencés par les activités anthropiques proches (assainissement, lessivage des sols...).

Dans la retenue, tous les points prélevés au droit des baignades présentent des concentrations plus faibles que celles relevées au niveau des zones de baignade (213 *E.Coli*/100 ml pour Confolant) **suggérant des contaminations plutôt locales, en provenance des zones immédiates**. Les valeurs restent tout de même inférieures au seuil de qualité excellente de la directive 2006/7/CE.

Ces analyses semblent indiquer une bonne autoépuration de la Sioule et du Sioulet qui n'auraient qu'un impact négligeable sur la qualité bactériologique des trois baignades, en effet, la retenue est un milieu stagnant ouvert permettant une dilution suffisante et dans laquelle les bactéries sont exposées aux UV et à la prédation pélagique par les protozoaires, favorisant la mortalité bactérienne.

Les baignades subissent des contaminations véhiculées par les rejets situés à proximité des zones de baignade (ruisseaux, rejets pluviaux des zones immédiates). L'impact de ces rejets a été modélisé dans le paragraphe suivant.

Les modélisations réalisées au chapitre précédent semblent donc surestimer le risque d'exposition des baignades aux flux bactériologiques de la Sioule et du Sioulet puisque les concentrations mesurées sont inférieures à celles modélisées. Notons également que cette modélisation tend à surestimer l'impact des pollutions puisque la stratification thermique du lac n'a pas été prise en compte. Or il est fort probable que les flux apportés par les cours d'eau plongent préférentiellement dans les couches profondes de la retenue, plus froide, limitant d'autant plus l'impact sur les baignades.

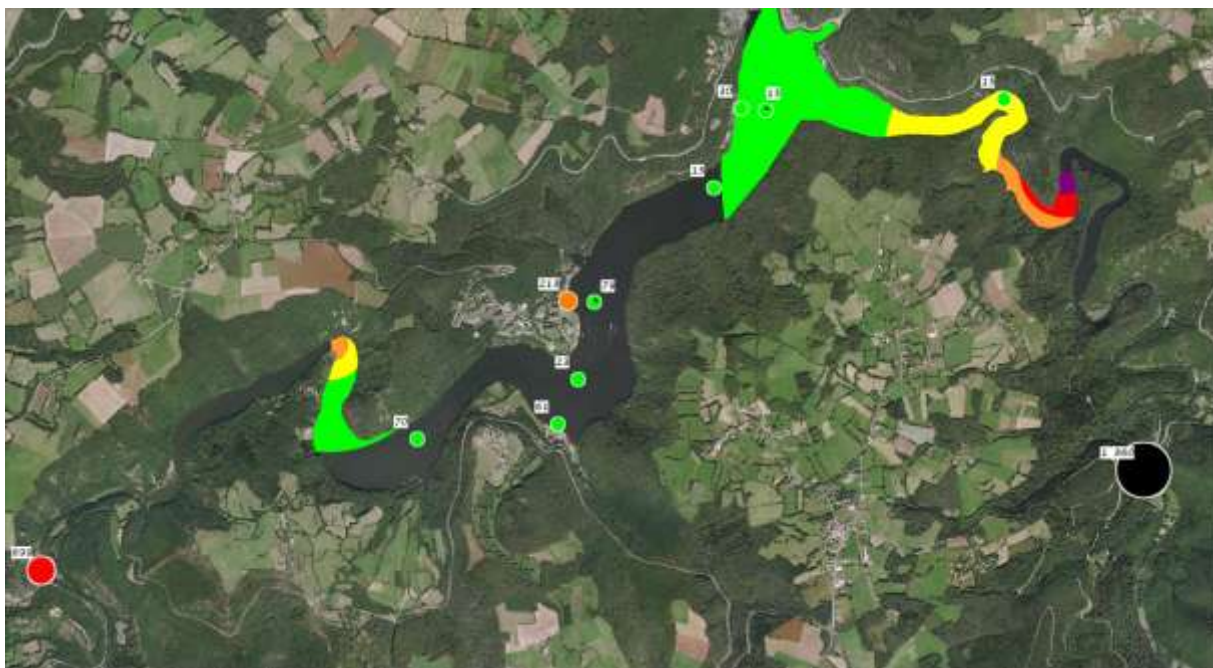


Figure 53 : Comparaison des flux bactériologiques de la Sioule et du Sioulet en temps sec et des résultats obtenus lors des campagnes de mesure

Au regard de ces informations, il semble donc peu probable que les pollutions apportées par la Sioule et le Sioulet aient un impact sur les zones de baignade, dont la qualité bactériologique est principalement influencée par les aléas locaux des zones d'influence immédiates.

13.2 A l'échelle des zones d'influence

Les modélisations ont été réalisées sur **le ruisseau de Confolant** et **deux buses pluviales** (à proximité de la zone de baignade et à l'ouest de la base nautique). *Des modélisations faisant intervenir les postes de relèvement des eaux usées et les rejets de la station d'épuration n'ont pu être réalisées par manque d'information.*

Huit scénarios (Annexe 4) ont été établis, faisant intervenir :

- les conditions météorologiques (temps sec ou temps pluvieux)
- l'abattement bactériologique : deux durées d'abattement bactériologique (T90) ont été utilisées, 10 h et 20h. (Sachant qu'en cas de temps couvert ou de nuit, l'exposition aux UV est moindre et l'abattement bactériologique plus long.)
- la stratification de la colonne d'eau : contrairement aux apports de la Sioule et du Sioulet, nous avons considéré (pour se placer en condition extrêmes de niveau de risque), que les rejets de faibles débits, vont préférentiellement se diluer dans les zones superficielles, au-dessus de la barrière physique (thermocline) régulièrement rencontrée à 4 m de profondeur.

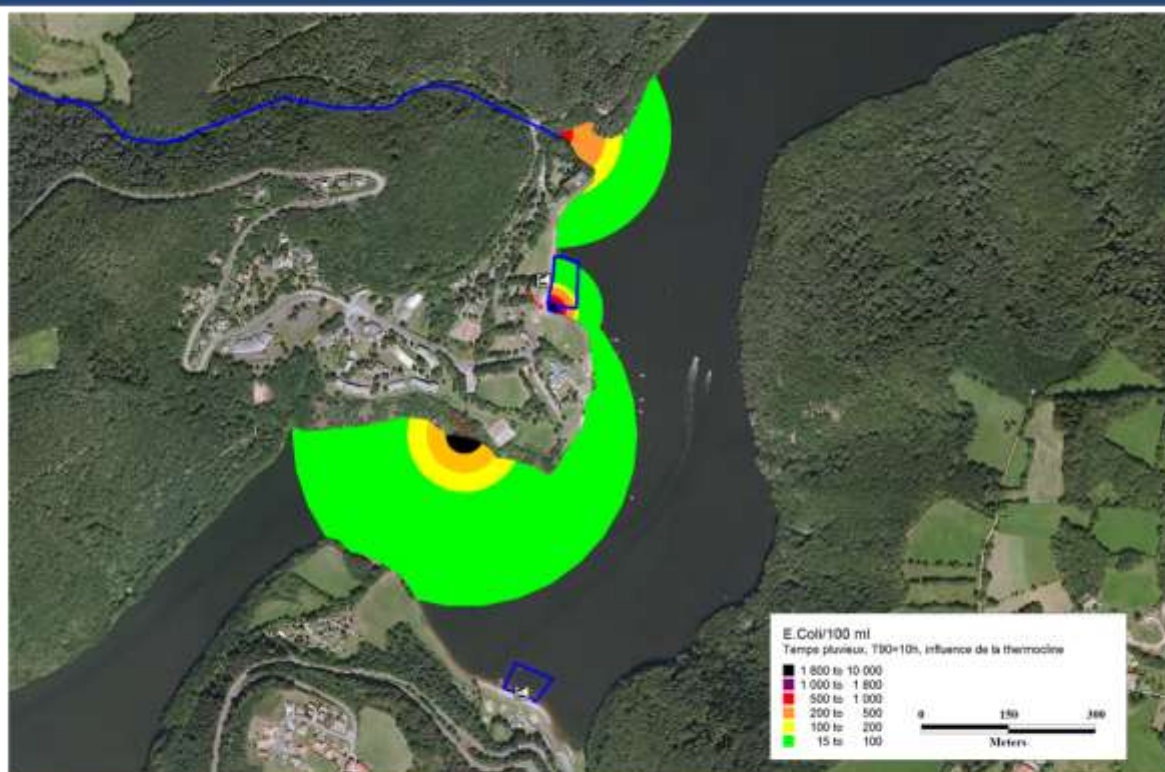
Les concentrations en *E.Coli* et les débits sont issus des mesures réalisées lors des différentes campagnes terrains ou ont été estimées d'après la littérature.

Les deux scénarios les plus défavorables sont présentés dans la Figure 54. Il s'agit des scénarios en temps pluvieux, c'est-à-dire lorsque les débits et les concentrations en *E.coli* sont les plus importants. L'influence de la thermocline et de la durée d'abattement bactériologique ont également été pris en compte.

Remarque : La bathymétrie à partir de laquelle les modélisations ont été calculées a été réalisée en novembre 2006 à la côte normale de la retenue, hors le marnage peut être important pendant la saison estivale. L'impact de celui-ci (diminution du volume de dilution) n'a pu être pris en compte dans les modélisations.

Les modélisations réalisées à l'échelle de la zone d'influence montrent qu'un risque de contamination bactériologique existe en cas de temps pluvieux. Ce risque est amplifié lors de la saison estivale lorsque la colonne d'eau est stratifiée, et la cote du lac abaissée.

T90=10h



T90=20h

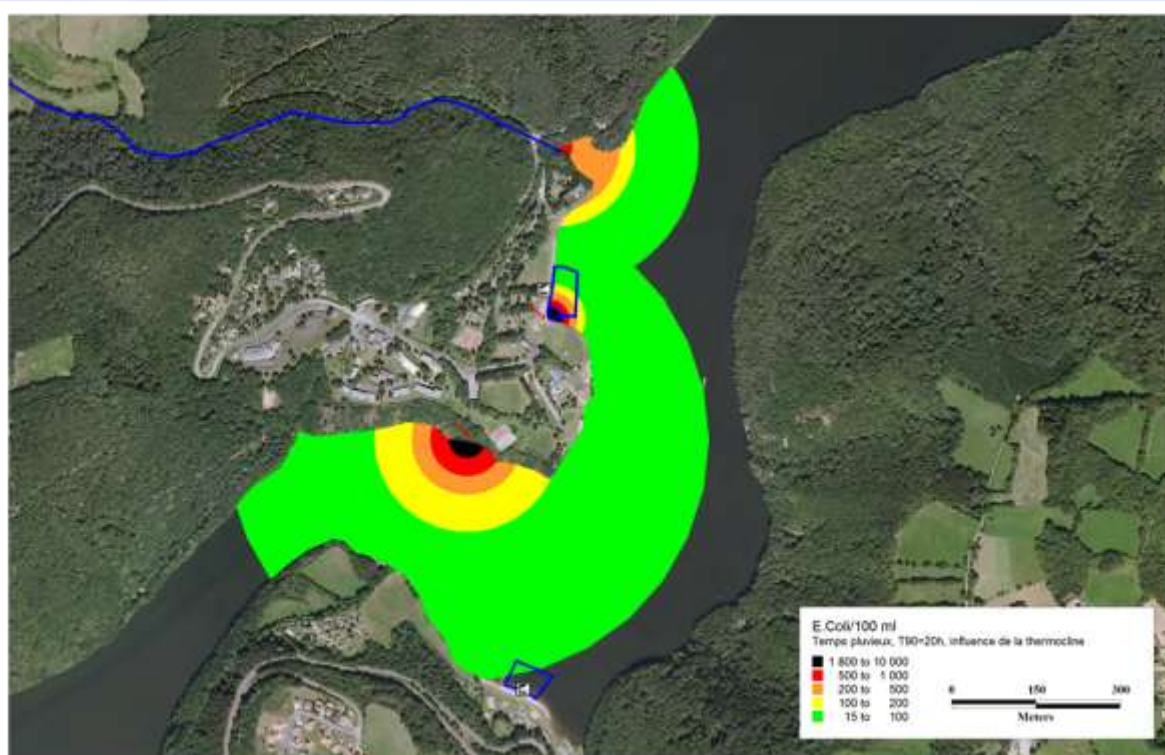


Figure 54 : Modélisation des flux bactériologiques du ruisseau de Confolant et de deux buses pluviales

14 INTERPRETATION RETROSPECTIVE DES DONNEES HISTORIQUES

Il s'agit ici d'étudier les épisodes de contamination passés afin de mettre en évidence les sources de pollutions identifiées comme étant à risque et l'historique des analyses bactériologiques de l'ARS sur les baignades.

14.1 Notion de pollution à court terme

Une pollution à court terme, définit à l'article D.1332-15 du code de la santé publique comme une contamination microbiologique affectant la qualité des eaux de baignade pendant moins de 72 heures et dont les causes sont aisément identifiables, peut être identifiée par un dépassement de l'une des valeurs seuils proposées par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) sur les indicateurs *Escherichia coli* et Entérocoques intestinaux. En eau douce, ces seuils sont les suivants : **660 UFC/100 ml** (entérocoques intestinaux) et **1 800 UFC/100 ml** (*Escherichia coli*) (Circulaire DGS/EA4/2010/259 du 9 juillet 2010).

Il suffit que le résultat de dénombrement sur un des indicateurs dépasse la valeur seuil retenue pour que l'échantillon soit considéré comme « recalé » et qu'une procédure de gestion soit déclenchée (plus de détails dans la phase 3 du présent profil).

La définition d'une pollution à court terme sur les zones de baignade de Confolant et Pont du Bouchet tient compte des données microbiologiques de l'ARS pour les saisons 1995 à 2011 (Figure 22). Chaque analyse a été comparée aux seuils AFSSET.

Un dépassement des seuils AFSSET a été observé le 20 août 1997 avec 2900 E.I/100 ml sur la baignade de Confolant. Il s'agit de la seule analyse ayant dépassée les seuils AFSSET depuis 1995.

Aucun dépassement des seuils AFSSET ne s'est produit sur la baignade de Pont du Bouchet depuis le début de la mise en place du contrôle sanitaire en 1995.

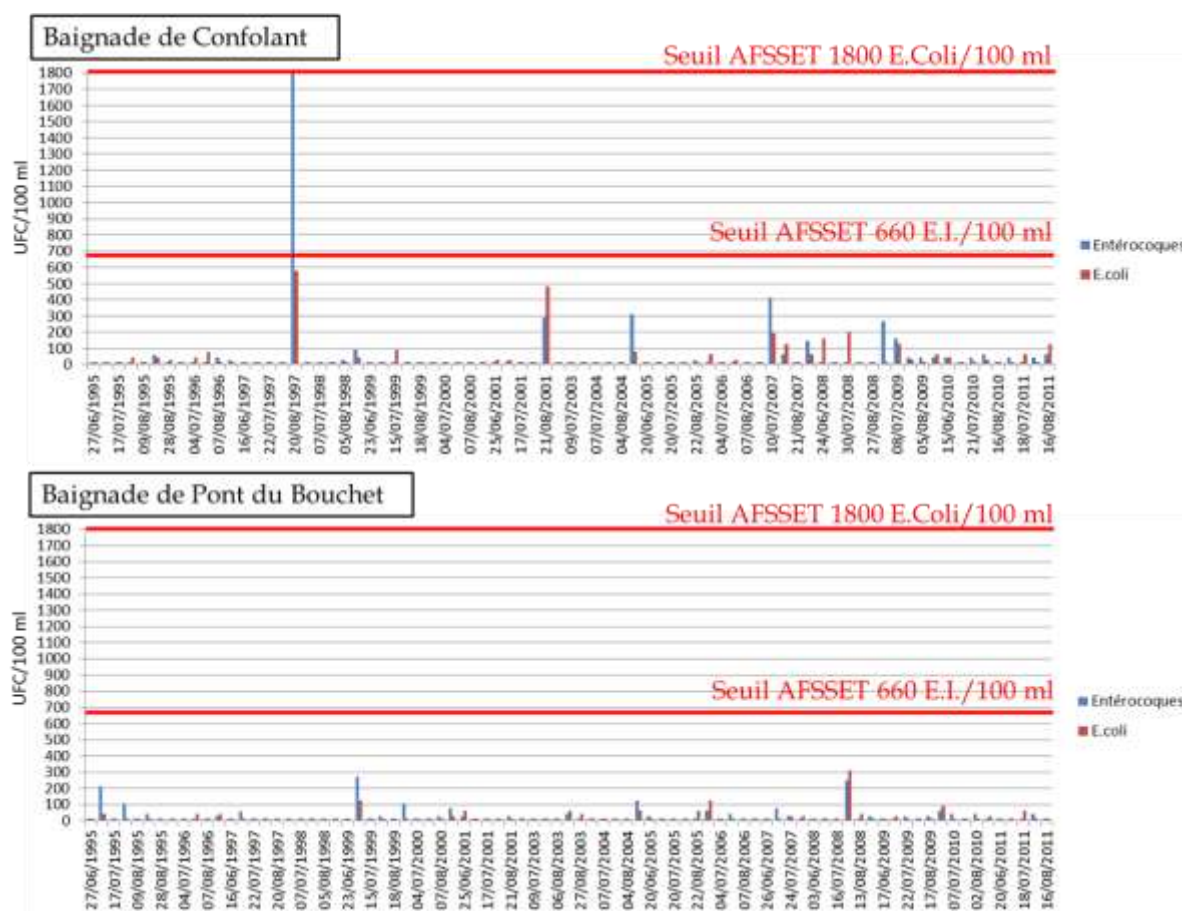


Figure 55 : Répartition des analyses bactériologiques au regard des seuils fixés par l'AFSSET sur les plages de Confolant et de Pont du Bouchet (sources : ARS 63, AFSSET)

Les personnes responsables des eaux de baignade devront définir des mesures de gestion en cas de pollution, et mettre en place, dans le cadre de son programme de surveillance, **le suivi d'indicateurs**. Le choix de ces indicateurs et de leurs seuils d'alerte est déterminant puisque c'est sur la base de leurs dépassements que seront déclenchées les mesures de gestion du risque sanitaire (interdiction de baignade par exemple) (Directive 2006/7/CE).

14.2 Définition d'indicateurs de contamination

Nous avons vu précédemment que la pluie, un accident au niveau des postes de relèvement des eaux usées ou de la station d'épuration de Confolant ou encore une surfréquentation de la baignade pouvaient être des facteurs potentiels dans l'apparition des pollutions sur les baignades de Confolant et Pont du Bouchet.

14.2.1 Dysfonctionnement du réseau d'assainissement

- **Poste de relèvement des eaux usées**

Les informations obtenues auprès de la SAUR ne permettent pas de définir précisément quel est le risque pour la baignade de Confolant et de Pont du Bouchet. Les postes de relèvement de Confolant sont équipés d'une seule pompe (pas de pompe de secours). Une panne nécessite donc l'intervention d'un technicien.

Le poste de relèvement des eaux usées de la plage de Pont du Bouchet est équipé de deux pompes à permutation automatique.

Les postes sont équipés d'alarme. Si celles-ci se déclenchent lors de la saison estivale, des mesures de gestions doivent être prises par le gestionnaire de la baignade.

- **Station d'épuration de Confolant**

Pendant la saison estivale, l'augmentation de la population sur le site peut entraîner une mise en charge du réseau et le rejet d'importantes quantités d'effluents dans la retenue. Si l'exploitant constate des dysfonctionnements lors de la saison estivale, le gestionnaire de la baignade devra en être tenu informé et prendre les mesures nécessaires pour garantir la sécurité sanitaire des baigneurs.

- **Casse du réseau d'assainissement**

Si une casse du réseau d'assainissement de Confolant ou Pont du Bouchet se produit lors de la saison estivale, le gestionnaire de la baignade devra en être informé.

- **Les buses pluviales**

Deux buses pluviales sont situées à proximité de la zone de baignade de Confolant. Par temps pluvieux, celles-ci représentent donc un risque de contamination de la baignade (promiscuité). Des mesures de gestions pourront être appliquées en cas de forts évènements pluvieux.

14.2.2 Pluviométrie

La pluviométrie enregistrée sur la station météo France de Saint-Jacques Banlaud, nous permet à l'heure actuelle de réaliser une analyse rétrospective des données bactériologiques.

Dans un premier temps une analyse visuelle de la répartition des analyses *vis-à-vis* de la pluviométrie 24h et 48h avant les prélèvements permet de dégager des tendances, et caractériser la réponse bactériologique par rapport à la pluie (Figure 56).

Cette observation graphique permet de mettre en évidence une interaction entre la pluie la veille du prélèvement et les concentrations en Entérocoques Intestinaux et *E.Coli* pour la baignade de Confolant et entre Entérocoques Intestinaux et pluie de la veille pour la baignade de Pont du Bouchet.

Dans un second temps, une approche statistique basée sur le calcul du coefficient de corrélation entre les variables à expliquer (*E.Coli* et Entérocoques Intestinaux), et la variable explicative (pluviométrie) déclinée sur 2 périodes (la veille, et l'avant-veille) a été réalisée (Tableau 37).

Le coefficient de corrélation permet de décrire la force d'association entre deux variables.

Concernant la baignade de Confolant, au regard des matrices de corrélation, il existe une légère force d'association entre le facteur *E.Coli* et la pluie de la veille (J-1) ($r=0,33$) et une force d'association plus forte ($r=0,51$) entre le paramètre Entérocoques Intestinaux et la pluie de la veille. **Environ 33% de la variabilité du paramètre *E.Coli* et 51% de la variabilité du paramètre Entérocoques peuvent être liées à la pluviométrie 24h avant le prélèvement.**

Concernant la baignade de Pont du Bouchet, on retrouve également une légère force d'association entre le paramètre Entérocoques et la pluie de la veille, **environ 29% de la variabilité de ce paramètre peut être liée à la pluviométrie 24h avant le prélèvement.**

Une légère corrélation est également observée pour le paramètre *E.Coli* et la pluie de l'avant-veille expliquant 26% de la variabilité du paramètre.

Tableau 37 : Analyse de corrélation entre les paramètres microbiologiques et la pluviométrie la veille, et l'avant-veille des prélèvements de l'ARS pour les baignades de Confolant et Pont du Bouchet

	CONFOLANT				
	pluie JJ	pluie J-1	pluie J-2	Ecoli	Entér.
pluie JJ	1,00	0,07	-0,06	-0,04	-0,02
pluie J-1	0,07	1,00	-0,06	0,33	0,51
pluie J-2	0,13	-0,06	1,00	0,02	-0,02
Ecoli	-0,04	0,33	0,02	1,00	0,76
Entér.	-0,02	0,51	-0,02	0,76	1,00

	PONT DU BOUCHET				
	pluie JJ	pluie J-1	pluie J-2	Ecoli	Entér.
pluie JJ	1,00	0,10	-0,05	0,09	0,12
pluie J-1	0,10	1,00	-0,05	0,10	0,29
pluie J-2	0,16	-0,07	1,00	0,26	0,04
Ecoli	0,09	0,10	0,26	1,00	0,76
Entér.	0,12	0,29	0,04	0,76	1,00

14.2.3 Définition d'un seuil d'alerte pluviométrique

La définition d'indicateurs de pollution et de valeurs seuils correspondantes permet au gestionnaire des baignades de prévoir l'occurrence d'une pollution, et de mettre en place l'ensemble des mesures de gestion requises en amont. Dans le cas présent, seule la pluviométrie peut être définie comme indicateur.

Nous avons donc cherché à étudier l'influence de la pluviométrie plus en détail afin de déterminer un seuil à partir duquel une pollution peut être prévue par le gestionnaire, dans le but de prendre toutes les mesures adéquates en amont (fermeture de la plage, déclenchement d'un prélèvement,...).

Les figures 24 et 25 sont issues d'une analyse croisée entre les paramètres bactériologiques et les pluies du jour même, de la veille et de l'avant-veille du prélèvement ARS.

Les classes ont été définies selon les seuils de la directive 2006/7/CE, le code couleur utilisé est le suivant :

Escherichia Coli

- **Vert** : dénombrements < 200 NPP/ 100 ml
- **Jaune** : 200 NPP/ 100 ml < dénombrements > 500 NPP/ 100 ml
- **Rouge** : 500 NPP / 100 ml < dénombrements > 1000 NPP/100 ml

Entérocoques Intestinaux

- **Vert** : dénombrements < 200 NPP/ 100 ml
- **Orange** : 200 NPP/ 100 ml < dénombrements > 400 NPP/ 100 ml
- **Rouge** : 400 NPP / 100 ml < dénombrements > 1000 NPP/100 ml
- **Violet** : dénombrements > 1000 NPP/100 ml

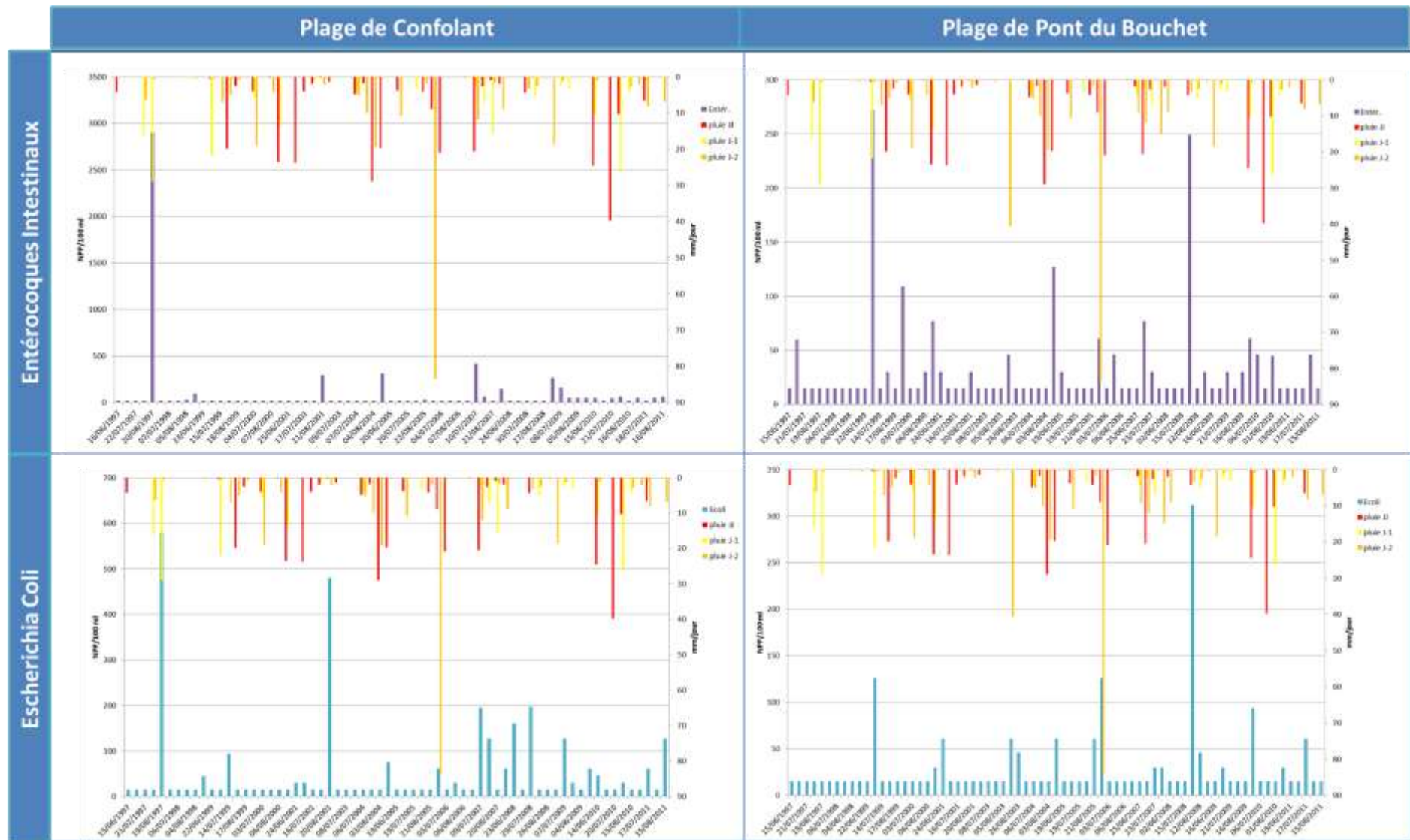


Figure 56 : Pluie du jour même, de la veille et de l'avant-veille du prélèvement ARS confrontées aux analyses *E.Coli*/100 ml et *E.I*/100 ml (sources : Météo France ARS 63)

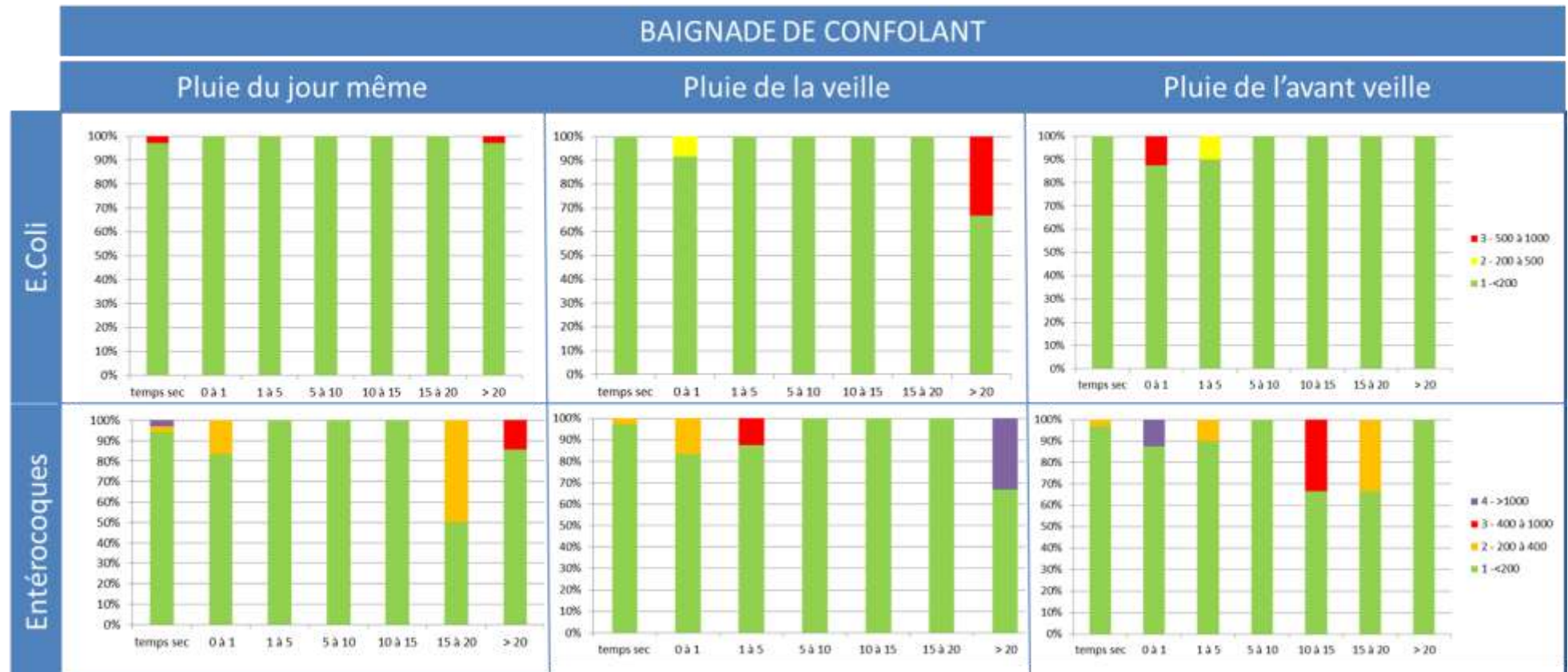


Figure 57 : Pourcentage d'occurrence des analyses bactériologiques par classes de pluie, pour la pluie du jour du prélèvement de la veille et de l'avant-veille du prélèvement réalisé par l'ARS sur la baignade de Confolant

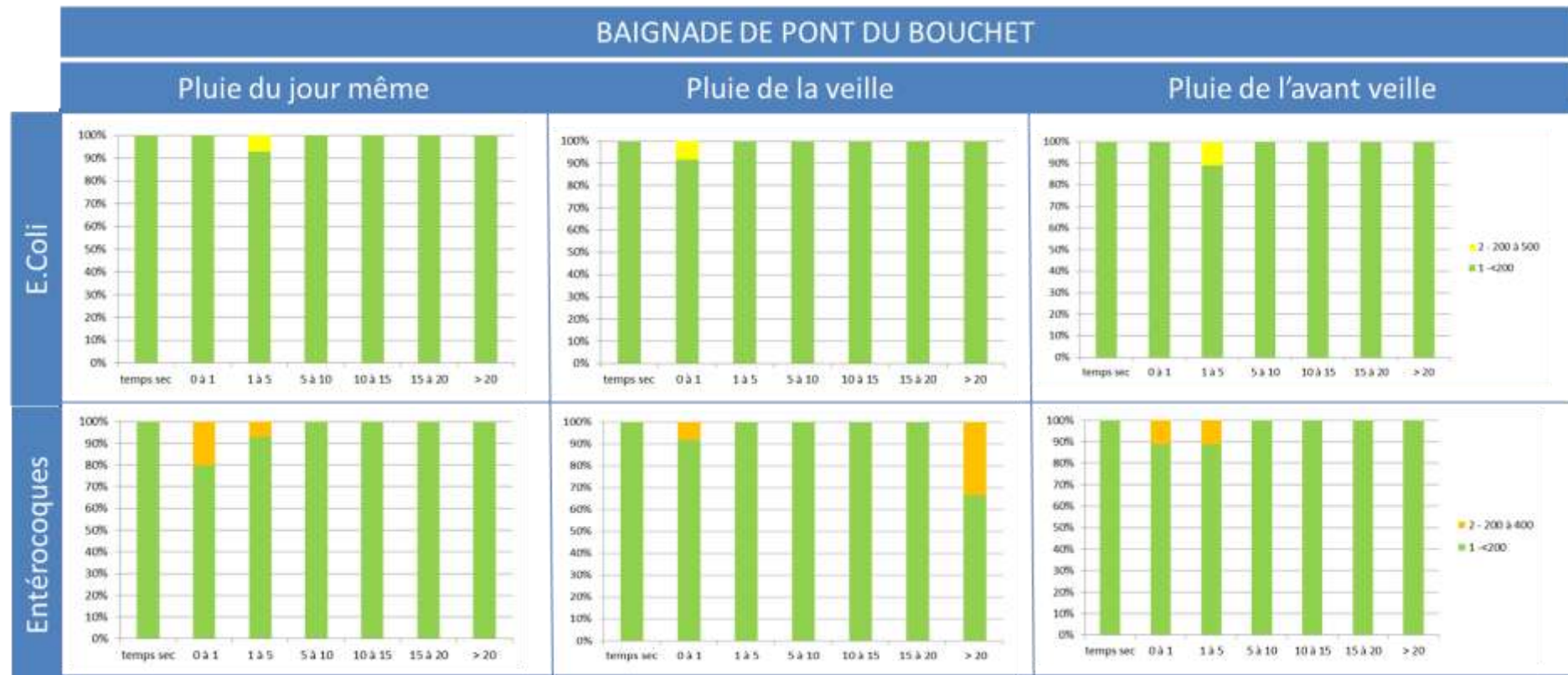


Figure 58 : Pourcentage d'occurrence des analyses bactériologiques par classes de pluie, pour la pluie du jour du prélèvement de la veille et de l'avant-veille du prélèvement réalisé par l'ARS sur la baignade de Pont du Bouchet

Baignade de Confolant

L'analyse des résultats obtenus pour les différents seuils de pluie du jour même, de la veille et l'avant-veille apporte différentes informations :

E.Coli

- La veille du prélèvement, pour des pluies supérieures à 20 mm, 30% des analyses sont supérieures à 500 E.Coli./100 ml
- Concernant la pluie de l'avant-veille, 12,5% des analyses sont supérieures aux seuils des 500 E.Coli/100 ml pour des faibles pluies (0 à 1 mm).

Entérocoques Intestinaux

- Le jour même du prélèvement, pour des pluies supérieures à 20 mm, 15% des analyses sont supérieures au seuil des 400 E.I./100 ml.
- La veille du prélèvement, pour des pluies faibles, 12,5% des analyses sont supérieures au seuil des 400 E.I./100 ml et pour des pluies de 20 mm, 30% des analyses sont supérieures à 1000 E.I./100 ml.
- Concernant la pluie de l'avant-veille, 30% des analyses sont supérieures aux seuils des 400 E.Coli/100 ml pour des faibles pluies comprises entre 10 et 15 mm.

Baignade de Pont du Bouchet

Sur ce site, les seuils de la directive 2006/7/CE pour les paramètres Entérocoques Intestinaux et *E.Coli* n'ont jamais été dépassés, cependant, selon les résultats obtenus il apparaît que 12% des analyses sont supérieures à 200 E.Coli/100 ml pour des pluies comprises entre 1 et 5 mm l'avant-veille du prélèvement et 30% des analyses sont comprises entre 200 et 400 E.I./100 ml pour une forte pluie de la veille supérieure à 20 mm.

La part de prélèvement compris entre les deux seuils fixés par la Directive 2006/7/CE (entre 200 et 400 EI/100ml) est plus importante que pour le paramètre *E.Coli*. **Cela implique une plus grande sensibilité du classement de la baignade au regard du paramètre Entérocoques Intestinaux.**

La pluviométrie est le seul indicateur disponible à l'heure actuelle. L'analyse statistique précédente, a permis de mettre en évidence une relation entre la pluviométrie et l'occurrence des pollutions sur les baignades de Confolant et Pont du Bouchet. Cependant celle-ci n'est pas très marquée, en particulier pour la baignade de Pont du Bouchet.

Pour des pluies de 20 mm le jour même et surtout la veille du prélèvement ARS, des dégradations sont observées, dépassant les seuils de la directive 2006/7/CE pour le paramètre Entérocoques Intestinaux.

Les rejets polluants dans le milieu superficiel (fossés, drains) du bassin versant, sont continus (rejet d'assainissement non collectif). Ces rejets s'accumulent dans les fossés ou cours d'eau lorsque ceux-ci sont à sec, ou lorsque la vitesse d'écoulement est nulle (étiage). En cas de pluie, les cours d'eau et fossés sont alimentés en eau, et acheminent les pollutions jusqu'à la

retenue. Plus la pluie est importante, plus la vitesse de transfert est élevée, au profit de la survie des bactéries, entraînant ainsi des concentrations importantes dans l'eau.

En raison d'un risque potentiel de dégradation de la qualité de l'eau de baignade suite à un fort événement pluvieux, et par principe de précaution suite à un manque de données, il est préconisé de déclencher des mesures de gestion (détaillées dans la phase 3 du présent profil) suite à un événement pluvieux et notamment si les seuils sont supérieurs à 15 mm/j pour Pont du Bouchet et 20 mm/j à Confolant, conduisant à la fermeture préventive des baignades.

15 HIERARCHISATION DES SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES

Au regard du diagnostic précédemment établi, une hiérarchisation des sources de pollution potentielle peut être réalisée.

La hiérarchisation est basée sur les paramètres suivants :

Type de rejet : les rejets diffus sont difficiles à quantifier. Leur impact est moins marqué que lors de rejets canalisés, et reste aléatoire.

Fréquence : en moyenne 13 jours pluvieux par mois durant la saison estivale, la fréquence de contamination liée à la pluie est donc d'environ 1 jour sur 2.

Durée probable de la pollution : définie en fonction du T90⁵ estimé à environ 10h (source : Guide national pour l'élaboration des profils baignade - AESN 2009).

Niveau de risque : il est déterminé sur la base de l'ensemble des conditions de rejets, de la charge totale estimée (traduisant l'impact en cas de pollution avérée), ainsi que sa fréquence d'apparition.

⁵ T90 : Temps nécessaire à l'abattement de 90% de la charge bactériologique initiale dans le cours d'eau. Dépend de l'ensoleillement, de la turbidité de l'eau, la température de l'eau, la prédation dans la colonne d'eau...

Tableau 38 : Hiérarchisation des sources de pollutions pour la baignade de Confolant

Zone d'influence	REJETS A RISQUES				EVALUATION DU RISQUE					
	Rejets	Type	Fréquence	Localisation du rejet	Situation à risque	Charge bactériologique		Durée probable de la contamination*	Impact théorique sur la baignade (modélisation)	Niveau de risque
zone immédiate	Rejets d'eaux pluviales - base dans la baignade de Confolant	Canalisé	1 jour sur 2	Zone de baignade	en cas de pluie	10E+4 à 10E+6	E.Coli/100 ml	10h après la fin de l'évènement pluvieux	> 1000 E.Coli / 100 ml	Fort
	Baignade (plus de 690 baigneurs)	Occasionnel	Exceptionnelle	Zone de baignade	en cas de forte affluence	1,38E+10	E.Coli	10h après la fin de la journée de baignade	> 500 E.Coli / 100 ml	Moyen
	Pâturage	Diffus	1 jour sur 2	Lessivage des parcelles	en cas de pluie	2,57E+09	E.Coli/jour	10h après la fin de l'évènement pluvieux		Moyen
	ANC	Diffus	1 jour sur 2	Fossé, terrain	en cas de pluie	5,80E+08	E.Coli/jour	10h après la fin de l'évènement pluvieux		Moyen
	Station d'épuration de Confolant	Canalisé	Indéterminée	Retenue	en cas de forte affluence	2,14E+07	E.Coli/jour	10h après le rejet		Moyen
	Rejets d'eaux pluviales - base de loisirs nautiques Confolant	Canalisé	1 jour sur 2	Retenue	en cas de pluie	10E+4 à 10E+6	E.Coli/100 ml	10h après la fin de l'évènement pluvieux	> 15 E.Coli / 100 ml	Faible
	Postes de relèvement : PR_base_nautique PR_camping	Accidentel	Exceptionnelle	Zone de loisirs	en cas de coupure d'électricité ou dysfonctionnement des pompes	10E+4 à 10E+8	E.Coli/100 ml	10h après la fin de l'évènement pluvieux		Faible

* Pour une contamination ayant lieu de nuit ou en fin de journée ou par temps couvert, la durée sera doublée à 20h

Tableau 39 : Hiérarchisation des sources de pollutions pour la baignade de Pont du Bouchet

Zone d'influence	REJETS A RISQUES				EVALUATION DU RISQUE					
	Rejets	Type	Fréquence	Localisation du rejet	Situation à risque	Charge bactériologique		Durée probable de la contamination*	Impact théorique sur la baignade (modélisation)	Niveau de risque
Zone immédiate	Baignade (plus de 600 baigneurs)	Occasionnel	Exceptionnelle	Zone de baignade	en cas de forte affluence	1,20E+10	E.Coli	10h après la fin de la journée de baignade	> 500 E.Coli / 100 ml	Moyen
	ANC	Diffus	1 jour sur 2	Fossé, terrain	en cas de pluie	1,30E+08	E.Coli/jour	10h après la fin de l'évènement pluvieux		Moyen
	Poste de relèvement : PR_plage_Pont_du_Bouchet	Accidentel	Exceptionnelle	Zone de loisirs	en cas de coupure d'électricité ou dysfonctionnement des pompes	10E+4 à 10E+8	E.Coli/100 ml	10h après la fin de l'évènement pluvieux		Faible

* Pour une contamination ayant lieu de nuit ou en fin de journée ou par temps couvert, la durée sera doublée à 20h

16 IDENTIFICATION DES CAUSES PROBABLES DE DEVELOPPEMENT DES CYANOBACTERIES

Les causes de prolifération de cyanobactéries peuvent être très variées. Leur identification et leur compréhension nous permettront de proposer des plans d’actions destinés à limiter la prolifération des cyanobactéries dans la phase 3 du présent profil.

Au regard des sources de pollution potentielles inventoriées, les causes probables de prolifération semblent principalement liées à des apports excessifs en nutriments phosphatés (charge externe), et une accumulation de ces apports dans le sédiment du plan d’eau (charge interne) - Figure 59. Les conditions de gestion de la retenue contribuent à favoriser la participation de la charge interne (accumulation de sédiments).

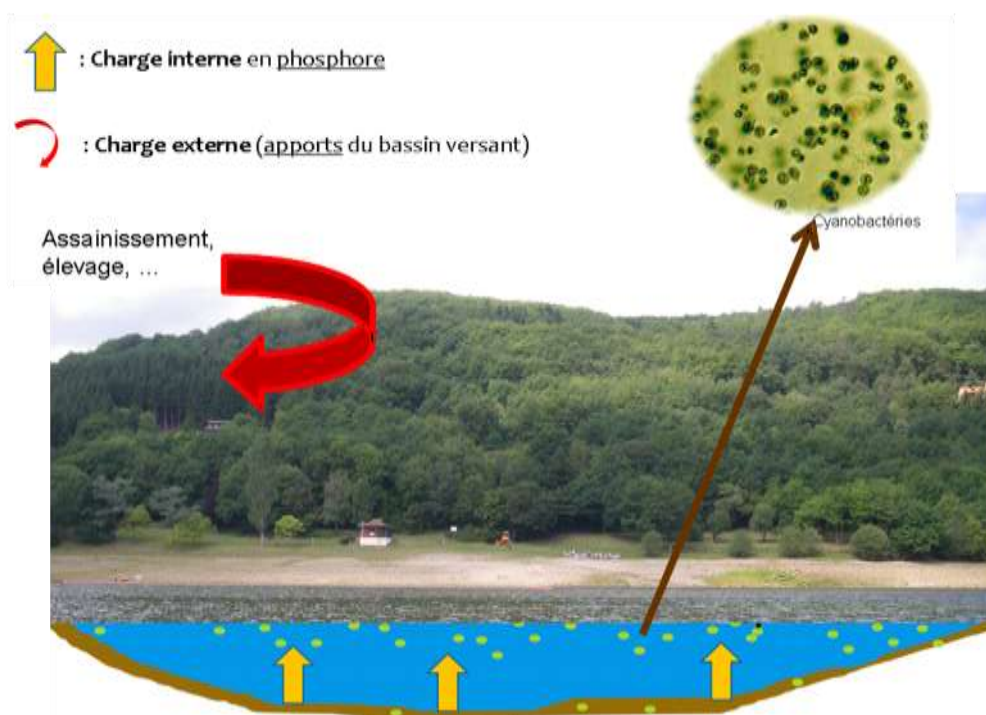


Figure 59 : Charge interne et charge externe en phosphore, mécanismes favorisant la prolifération des cyanobactéries (source : ATHOS Environnement)

Les principales causes favorisant la prolifération des cyanobactéries sur la retenue sont liées à :

- 1) **La charge externe en nutriments : accélération de l'eutrophisation**
 - a. Apports liés au contexte de l'assainissement à l'échelle du bassin versant
 - b. Apports liés au contexte agricole (épandages et pâturages)
- 2) **La charge interne en nutriments « mémoire de la retenue », et à une réserve de cyanobactéries**
 - a. Stockage des nutriments dans le sédiment de la retenue, et remise à disposition des nutriments dans certaines conditions (en cas de désoxygénation du fond)

- b. Accumulation de « souches » de cyanobactéries dans le sédiment en hiver, et colonisation de la colonne d'eau dès que les conditions sont favorables

3) A la gestion de la retenue

- a. Population de poissons fouisseurs (remise en suspension des nutriments contenus dans le sédiment et diminution de la transparence de l'eau)
- b. Pêche à la carpe

Cet aspect reste tout de même très limité étant donné l'étendu de la retenue.

16.1 La charge externe en nutriments : accélération de l'eutrophisation

La charge externe en nutriment correspond aux apports vers la retenue. Cette charge contribue à accélérer le phénomène naturel d'eutrophisation.

L'eutrophisation est caractérisée par un enrichissement en nutriments (nitrates et phosphates), modifiant l'équilibre écologique du milieu concerné. Dans les milieux aquatiques, l'eutrophisation provoque :

- l'accroissement de la biomasse phytoplanctonique et des algues épiphytes,
- des changements de composition des espèces phytoplanctoniques (blooms), certaines pouvant être toxiques,
- la réduction de la transparence de l'eau,
- la création d'un milieu anoxique (diminution de la teneur en oxygène du milieu) provoquant la mort d'espèces végétales et animales ...

La plupart de ces conséquences ne sont observables que lorsque l'écosystème est déjà perturbé. Cependant, l'étude des organismes photosynthétiques, considérés comme indicateurs des modifications du milieu, permet d'avoir une expression rapide des changements du milieu.

16.1.1 L'assainissement

La retenue des Fades-Besserve est une retenue de moyenne montagne, les communes présentes sur son bassin versant sont en général équipées de stations d'épuration de moins de 600 kg de DBO5/j (soit 10 000 EH), or celles-ci ne sont pas contraintes de traiter le phosphore (arrêté du 22/06/2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations) qui à terme va pouvoir s'accumuler dans les sédiments de la retenue.

16.1.2 Les activités agricoles

D'après l'état des lieux du SAGE Sioule, l'agriculture sur le bassin versant est de manière générale plutôt extensive et orientée vers l'élevage. Le nombre d'équivalent UGB a été évalué

à 91000. La surface des prairies est également importante et représente 46% de la surface du bassin versant.

La retenue des Fades Besserve a fait l'objet d'une étude spécifique réalisée en 2006 par le bureau d'étude Aquascop dans le cadre de la caractérisation et du suivi des masses d'eau et des plans d'eau. D'après les indicateurs physico-chimiques et biologiques, il apparaît que le statut de la retenue est de type eutrophe favorisant le développement des cyanobactéries.

*Remarque : Les **sédiments** de la retenue des Fades Besserve présente d'importantes concentrations en **cadmium, nickel et plomb**. Ces métaux appartiennent aux substances prioritaires et dangereuses de l'annexe IX de la DCE.*

16.2 La charge interne en nutriments, « mémoire du plan d'eau »

Les apports en phosphore du bassin versant s'accumulent dans la retenue. Le phosphore est utilisé par les organismes (phytoplancton, bactéries, cyanobactéries), qui font partie de chaînes alimentaires. En hiver, une grande partie de ce phosphore se retrouve dans les sédiments (mort, sédimentation et décomposition des individus), et constitue la « charge interne ». Ce phosphore est de nouveau disponible pour les organismes dans certaines conditions (en particulier : désoxygénation du fond).

Les différentes formes de phosphore ont été analysées par G.Leroux (ATHOS Environnement) en 2008, en vue d'évaluer la participation de la charge interne dans les phénomènes de prolifération de cyanobactéries. Le prélèvement a été réalisé au niveau de Pont du Bouchet. La Figure 60 présente les résultats obtenus.

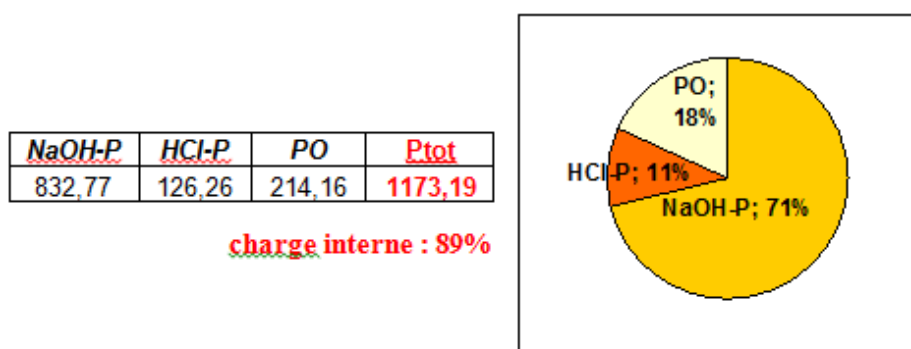


Figure 60 : Répartition des différentes formes de phosphore dans le sédiment de la retenue des Fades Besserve au niveau de Pont du Bouchet exprimées en mg de P par kg de sédiment

La proportion de phosphore inorganique non lié à l'apatite (NaOH-P) représente 71%, sous cette forme, le phosphore est bio-disponible sous certaines conditions. Son origine est anthropique et provient des effluents anthropiques. Le phosphore organique PO est également biodisponible, la charge interne en phosphore représente donc 89% du phosphore total. A titre

de comparaison, ces valeurs sont proches de celles observées sur la retenue de Bort-les-Orgues.

16.3 Etudes des profils verticaux

Des profils verticaux oxygène-température ont été réalisés sur la retenue des Fades Besserve lors des trois campagnes de mesures au niveau des points localisés sur la Figure 61.



Figure 61 : Localisation des points de réalisation des profils verticaux (source : BD_Ortho®)

Le 29 juillet, les mesures de concentration en oxygène permettent d'observer une stratification prononcée, hormis pour le point 1 (Sioulet – amont baignade).

Pour tous les points, la saturation en oxygène est très élevée en surface (supérieure à 140 %) et traduit des pics de production photosynthétique et donc des pics de croissance phytoplanctonique.

On observe une diminution brutale de l'oxygène entre 2 et 5 m, ce phénomène est dû à la distribution du phytoplancton dans la colonne d'eau. La majorité du phytoplancton se trouvant en surface, dans les deux premiers mètres, son absence dans les mètres suivants, malgré la pénétration de la lumière, provoque une chute marquée de la concentration en oxygène.

Dans la zone aphotique (zone où la lumière ne pénètre plus), l'oxygène se stabilise et on observe un gradient d'amont en aval sur la retenue. Au niveau du point Sioulet-amont, la concentration en oxygène est de 80%, 60% au niveau du point La Chazotte, 50% au niveau de Confolant et 30% au niveau du point intermédiaire. Le fond n'est donc pas désoxygéné

laissant supposer l'influence des eaux du Sioulet qui arrivent dans la retenue en profondeur (température plus basse) et qui oxygènent la zone aphotique.

La même observation peut être faite au niveau de Pont du Bouchet qui se trouve à proximité de la confluence avec la Sioule.

Ces concentrations en oxygène dissous de la zone aphotique peuvent également être expliquées par la sédimentation de phytoplancton (diatomées).

Les profils réalisés en septembre montrent que la colonne d'eau est stratifiée pour les deux dates. Cette stratification est encore plus prononcée à la mi-septembre où l'on observe une désoxygénation du fond pour tous les points, hormis les bras de la Sioule et du Sioulet sous influence lotique.

Début septembre, le pourcentage de saturation est très élevé en surface (compris entre 170 et 185% de saturation en oxygène) et traduit des pics de production photosynthétique très importants et donc des pics de croissance phytoplanctonique.

Tableau 40 : Profondeur de disparition du disque de Secchi et profondeur de la zone euphotique lors des trois campagnes de mesures

	Secchi (m)			Zone euphotique (m)		
	29-juil	02-sept	16-sept	29-juil	02-sept	16-sept
Bras Sioulet - amont baignade	1,25	1,55	0,9	3,125	3,88	2,25
La Chazotte - pleine eau	1,35	0,85	1,5	3,375	2,13	3,75
Confolant - pleine eau	1,65	0,75	1,5	4,125	1,88	3,75
Point intermédiaire	2	0,95	1,35	5	2,38	3,38
Pont du Bouchet - pleine eau	1,15	1,05	1,8	2,875	2,63	4,50
Bras Sioule - amont confluence	1,2	0,95	1,5	3	2,38	3,75

La profondeur de la zone euphotique la plus faible a été observée le 2 septembre 2011 pour tous les points de suivi hormis pour le bras du Sioulet. Au regard des faibles transparences relevées, la retenue apparaît comme étant **eutrophe** (OCDE 1982), soulignant un milieu favorable au développement algale.

Les profils températures (annexe 6) ne permettent pas de mettre en évidence une thermocline prononcée. Les différences de température sont cependant plus marquées entre les couches superficielles et plus profondes en date du 2 septembre. L'absence de stratification thermique permet au flux benthique de remonter dans la zone euphotique et de rendre disponible des nutriments favorisant le développement des cyanobactéries.

Les profils verticaux du bras de la Sioule et de Pont du Bouchet suggèrent l'influence des eaux de la Sioule, plus froides et oxygénées en profondeur provoquant la réoxygénation du fond de la colonne d'eau au droit de la baignade de Pont du Bouchet.

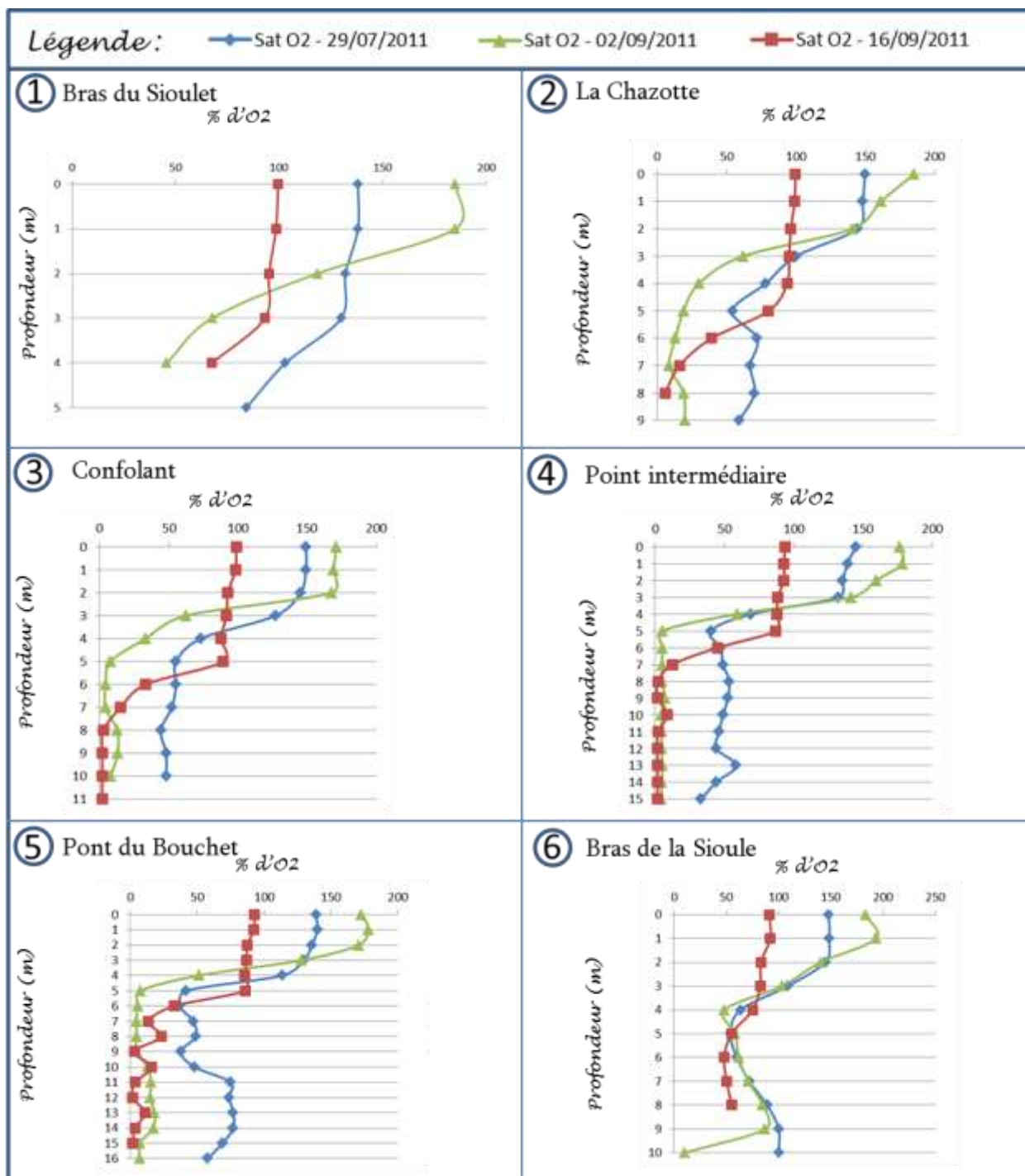
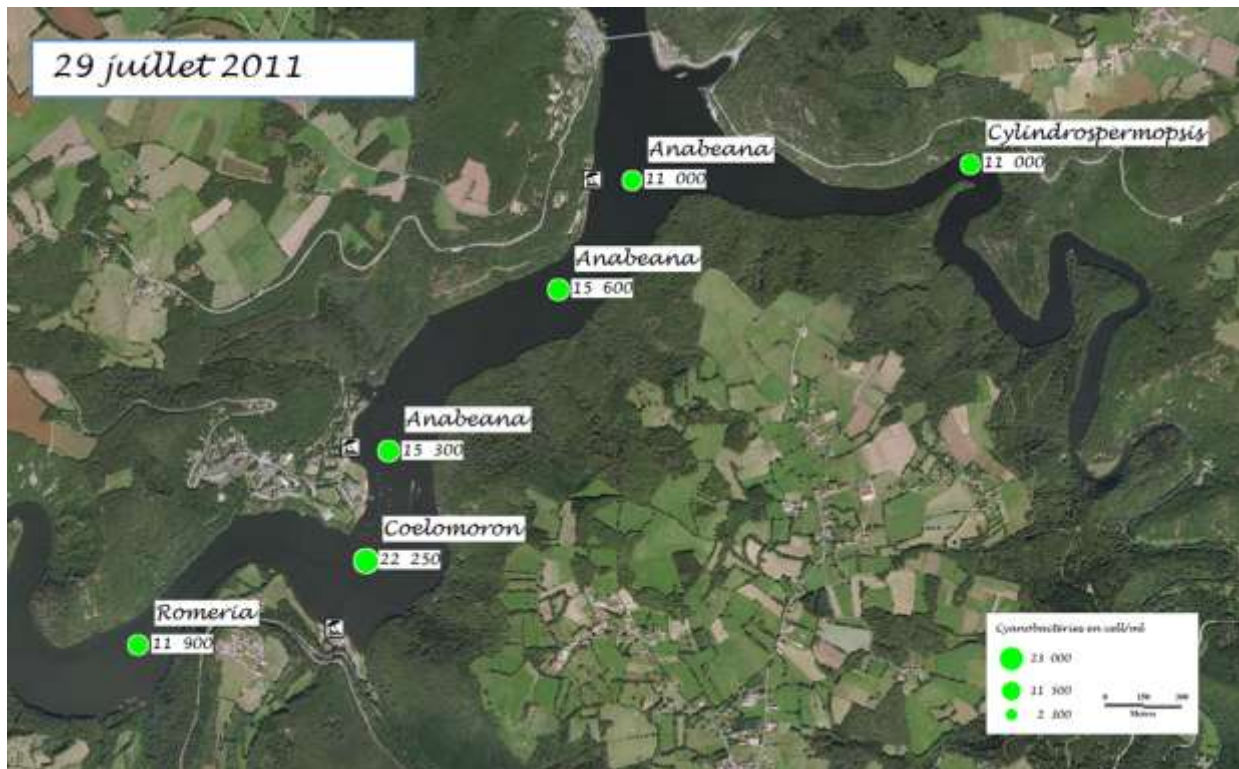


Figure 62 : Profil vertical de l'oxygène (saturation en oxygène) au niveau des six points d'étude et pour les trois campagnes de mesures

L'établissement des profils verticaux oxygène révèlent une stratification de la colonne d'eau, en particulier lors de la campagne du 2 septembre 2011. En juillet et début septembre, le pourcentage de saturation est très élevé dans les couches superficielles. A partir de 120% d'oxygène, on considère qu'une forte prolifération de cyanobactéries peut en être la cause. A la mi-septembre, le pourcentage de saturation de la couche superficielle redescend en dessous de 100%.

16.4 Etudes des peuplements de cyanobactéries

Des dénombrements de cyanobactéries ont été réalisés lors des trois campagnes de suivi sur la retenue. Les points de prélèvements sont les mêmes que ceux précédemment décrits dans la Figure 54. Les résultats sont présentés dans la Figure 63 et le détail des dénombrements figurent en annexe 5.



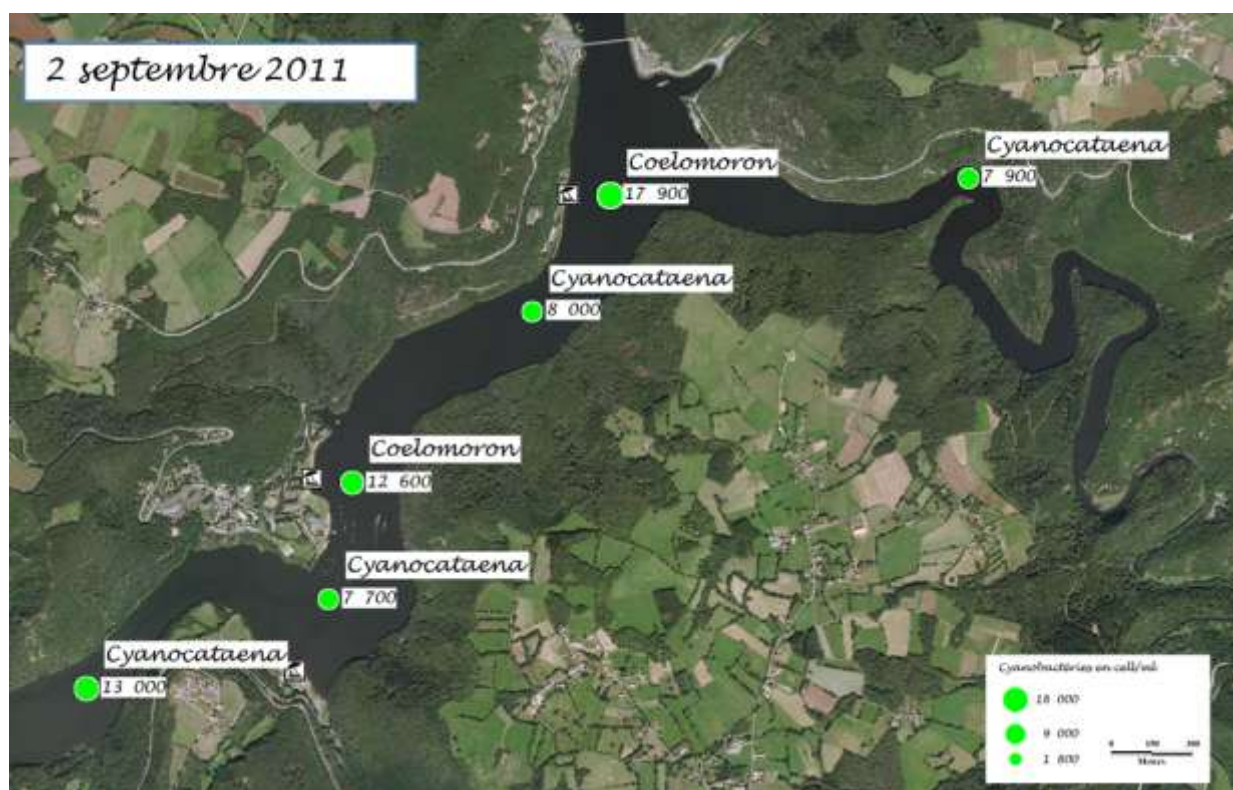


Figure 63: Résultats des dénombrements de cyanobactéries

- Les dénombrements de cyanobactéries du 29 juillet 2011 révèlent des **concentrations inférieures à 20 000 cell/ml** pour tous les échantillons, hormis pour le point réalisé en pleine eau, au niveau de la Chazotte où la concentration est légèrement supérieure.

Anabaena est retrouvée au niveau de tous les points de prélèvements hormis pour celui de la Sioule – amont confluence, elle devient majoritaire au niveau de Confolant, du point intermédiaire et de Pont du Bouchet. La composition du peuplement est légèrement différente pour le Sioulet et de manière plus prononcée pour la Sioule.

Anabaena est une cyanobactérie potentiellement productrice de toxines (hépatotoxines et neurotoxines, non recherchées dans le cadre de la surveillance de l'ARS Auvergne). *Cylindrospermopsis*, genre retrouvé sur le bras de la Sioule en amont de la confluence, est également producteur d'hépatotoxine.

- ➔ Les dénombrements de cyanobactéries réalisés le 2 septembre 2011 révèlent des concentrations **inférieures à 20 000 cell/ml pour tous les échantillons.**

Le genre qui domine le peuplement est *Cyanocataena* pour tous les points de prélèvements, hormis pour Confolant et Pont du Bouchet où le genre *Coelomorion* prédomine, *Cyanocataena* reste tout de même présente. **La composition est sensiblement la même d'amont en aval de la retenue.** *Anabaena* est retrouvée au niveau de deux points de prélèvements (bras du Sioulet et Confolant).

Les dénombrements de cyanobactéries réalisés le 16 septembre ne révèlent pas des concentrations supérieures à **20 000 cell/ml**. Les genres qui dominent le peuplement sont *Synechococcus* et *Synechocystis*. Au niveau du bras de la Sioule, ces deux genres sont présents dans le peuplement mais celui-ci est dominé par *Cyanocataena*.

Cyanocataena est un genre exotique, bien adapté à la faible lumière et au mélange constant. Ce genre a pu être transporté par des oiseaux, l'Auvergne étant une zone de passage des migrateurs et les gorges de la Sioule un site de fort intérêt écologique (Natura 2000, ZNIEFF, ZICO).

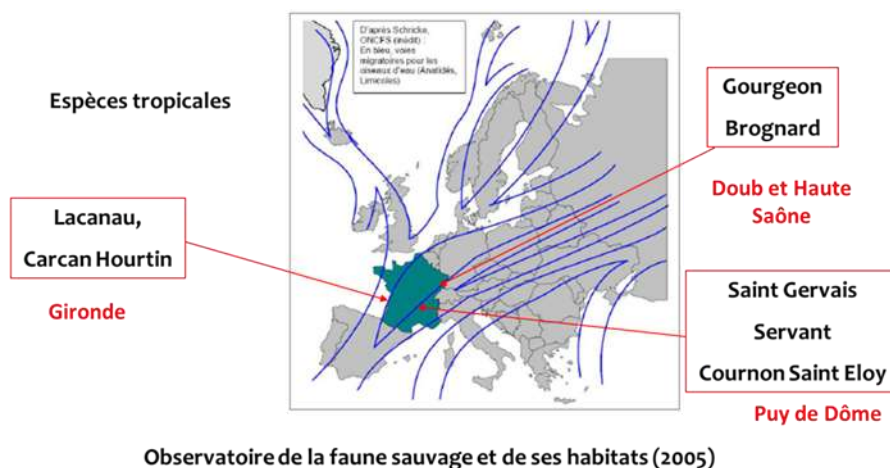


Figure 64 : Schéma des flux migratoires et localisation des dénombrements comprenant des espèces tropicales (source : ATHOS)

La composition du peuplement est sensiblement la même d'amont en aval de la retenue. Quelques différences peuvent être observées pour les bras de la Sioule et du Sioulet. Les concentrations sont restées inférieures au seuil des 20 000 cell/ml. D'après la circulaire DGS/SD 7 du 4 juin 2003 (*relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignade et de loisirs nautiques*), le niveau de risque est Ia lorsque la concentration en cyanobactéries est inférieure à 20 000 cell/ml. Les concentrations relevées les années précédentes étaient fréquemment supérieures au seuil des 100 000 cell/ml. Les conditions hydrologiques sévères de 2011, et en particulier une faible pluviométrie au printemps, peuvent expliquer les différences observées et font que cette année 2011 n'est pas représentative pour les cyanobactéries. Des espèces productrices de toxines sont régulièrement présentes dans le peuplement.

Les prélèvements d'eau en vue de réaliser un dénombrement de cyanobactéries ne permettent pas d'apprécier la répartition verticale des espèces phytoplanctoniques. Pour ce faire, nous avons utilisé une sonde spécifique permettant de visualiser les concentrations en µg équivalent de chlorophylle a par litre de classes d'algues (chlorophycées, cyanobactéries, diatomées et cryptophycées) en continu le long de la colonne d'eau. Le but de cette mesure est triple :

- Compléter les prélèvements manuels
- Visualiser la répartition verticale des groupes phytoplanctoniques
- Visualiser la répartition horizontale des groupes phytoplanctoniques en multipliant les points de mesure sur la retenue

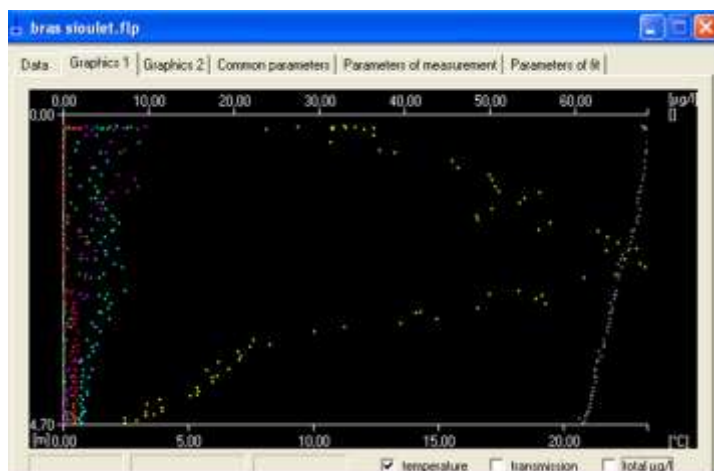
D'après les graphiques obtenus avec la sonde BBE, au début du mois de septembre, les **diatomées** dominent le peuplement phytoplanctonique dans des proportions très importantes. Le pic de production est à chaque fois observé entre 2 et 3 mètres de profondeur.

Cette prolifération explique la sursaturation en oxygène de la couche superficielle ainsi que des profondeurs de Secchi assez faible lors de la campagne du 2 septembre.

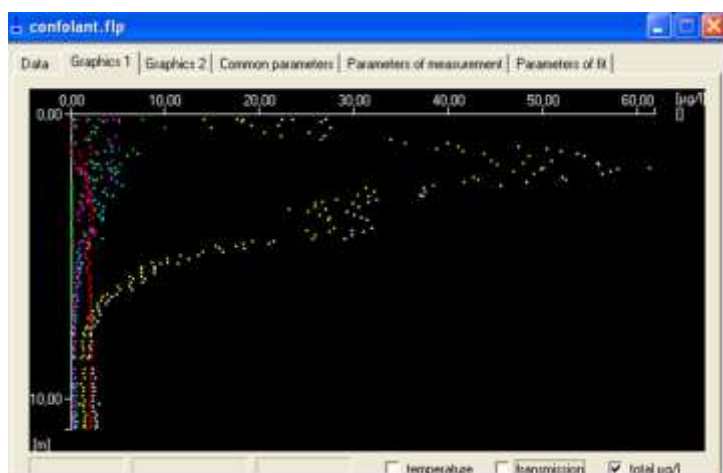
Les cyanobactéries sont également présentes dans la colonne d'eau mais à des concentrations plus faibles. Leur répartition le long de la colonne d'eau est semblable à celle des diatomées.

La répartition verticale du phytoplancton est la même pour tous les points étudiés sur la retenue avec présence de diatomées et cyanobactéries en surface. Un pic de diatomées est observé entre deux et trois mètres de profondeur.

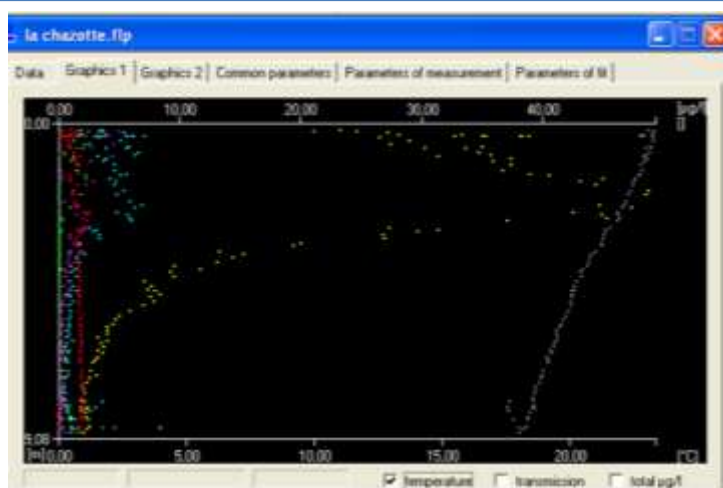
Légende : jaune = diatomées, bleu = cyanobactéries, rouges = cryptophycées, vert = chlorophycées



En surface, présence de Diatomées et cyanobactéries. Les diatomées dominent le peuplement, pic entre 2 et 2,5 m de profondeur.



Les diatomées dominent le peuplement, le pic est situé à 2 m de profondeur. On observe également un pic pour les cyanobactéries mais dans des concentrations 7 fois inférieures.



De la surface jusqu'à 3 m de profondeur présence de cyanobactérie de manière homogène. Domination des diatomées, pic observé à 2,5 m de profondeur.

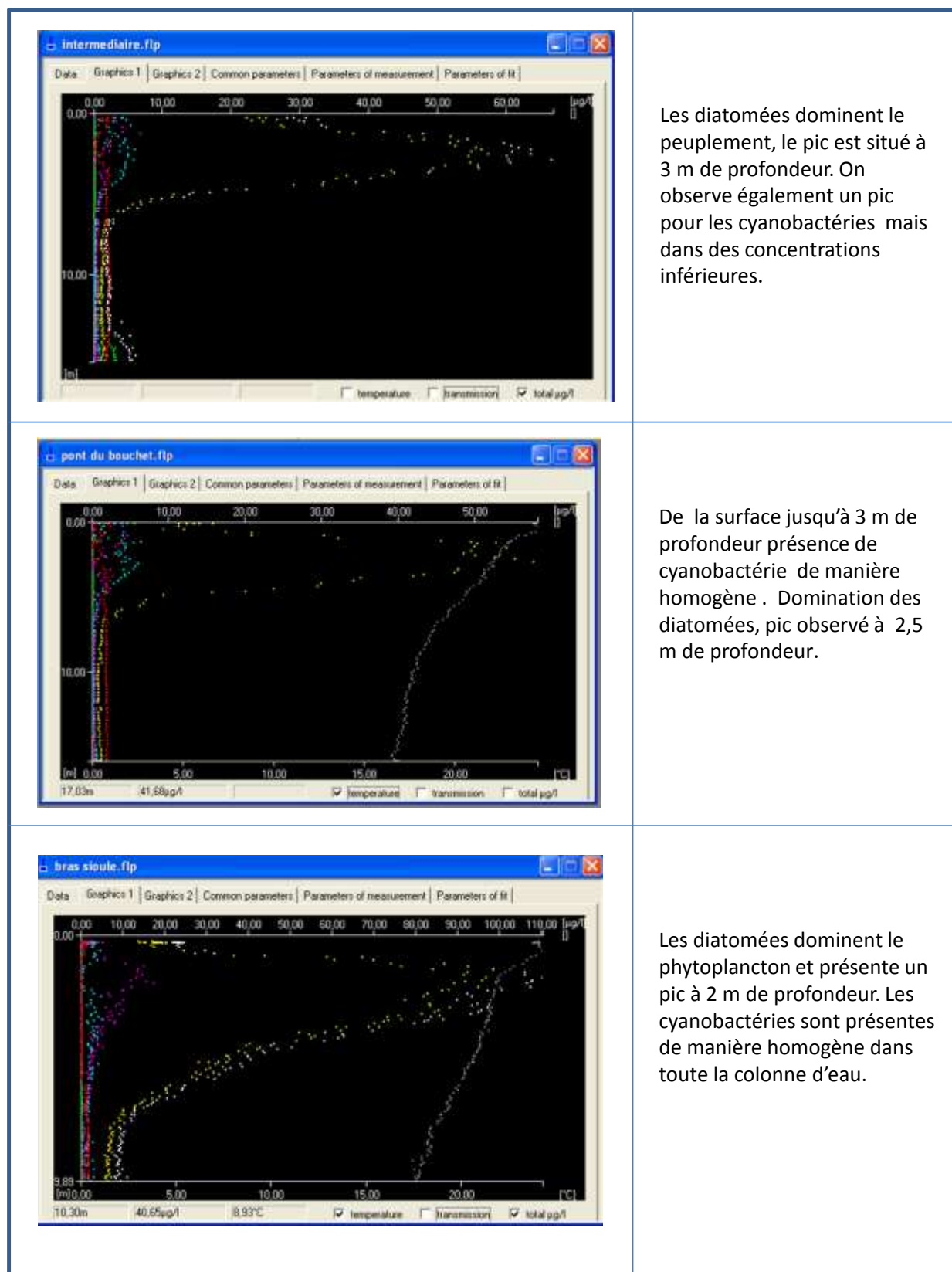


Figure 65 : Résultats obtenus avec la sonde BBE le 02/09/2011

17 DEMARCHÉ DE LABELLISATION

En réponse à l'appel à projet de la Région Auvergne, la commune de Miremont souhaite s'engager dans une démarche de labellisation pavillon bleu pour la baignade en 2012. Cette labellisation a pour but de promouvoir le site de baignade ainsi que la commune dans une démarche environnementale et touristique. Les critères exigeants du label Pavillon bleu, conduisent à maintenir une eau de baignade d'excellente qualité, ainsi qu'une démarche environnementale solide à l'échelle communale.



Cette démarche est donc favorable au maintien de bonnes conditions de baignade sur les plages de Confolant et Pont du Bouchet.

Phase 3 : Mesures de gestion et plans d'action

La phase 3 consiste à proposer des plans d'action visant à endiguer ou limiter les sources de pollution préalablement identifiées.

Des mesures de gestion destinées à prévenir l'exposition des baigneurs en cas de pollution, et optimiser la gestion au quotidien et sur le long terme de la zone de baignade seront proposées en parallèle dans ce chapitre.

18 PROPOSITION DE PLANS D’ACTION

Les actions visant à endiguer les contaminations bactériologiques sont souvent concomitantes avec la réduction des apports en nutriments responsables des proliférations de cyanobactéries.

18.1 Propositions d’actions de réduction des pollutions bactériologiques

18.1.1 *Amélioration de la connaissance du réseau d’assainissement*

En cas d’accident sur le réseau ou les différents ouvrages (STEP, PR) la qualité de la baignade pourrait être dégradée significativement.

Il apparaît que la connaissance du réseau d’assainissement sur les sites de Confolant, La Chazotte et Pont du Bouchet est incomplète ou repose sur des documents anciens qui n’ont pas été remis à jour.

La bonne connaissance du réseau d’assainissement permettrait de pouvoir anticiper ou éviter une situation à risque.

Pour cela, il est primordial de connaître la population desservie par le réseau d’assainissement collectif et de veiller à l’absence d’eaux parasites, révélateur de raccordements illicites. Dans ce cas de figure, le maire peut exercer sa fonction de police de l’eau. Certains éléments (buse pluviale) n’apparaissent sur aucun document, les plans du réseau devront donc être remis à jour.

18.1.1.1 *La station d’épuration de Confolant*

Le **réseau de Confolant** est qualifié par le SATESE de « **pseudo-séparatif** », en cas d’à **coups hydrauliques ou de panne**, il n’y a aucun risque de déverse d’effluents bruts dans la retenue en revanche les effluents **peuvent ne pas subir de prétraitement**. Dans ce cas, il est **impératif que le gestionnaire de la baignade soit tenu informé**.

En cas de dysfonctionnements majeurs, il est impératif que l’exploitant prévienne le gestionnaire de la baignade qui prend la décision de fermer la baignade et de déclencher une analyse ou non en concertation avec l’ARS en fonction de l’impact de la panne.

18.1.1.2 *Compléter les données sur les postes de relèvement*

Au regard de la proximité des postes de relèvement avec les zones de baignade et des notes de criticité calculées en phase 2, il existe un risque de contamination de la baignade suite à une

panne ou un dysfonctionnement. **En cas de déclenchement des alarmes, le gestionnaire doit impérativement être prévenu.**

Nous avons constaté qu'en cas d'accident, cette source de pollution pourrait engendrer une contamination significative de l'eau de baignade.

Au regard de la promiscuité de plusieurs postes de relèvement avec les zones de baignade, les postes de relèvement devront faire l'objet d'un **diagnostic approfondi. Les plans du réseau d'assainissement devront également être mis à jour.**

Tableau 41 : Proposition d'action visant à prévenir une contamination par les eaux usées du poste de relèvement

Actions à mettre en œuvre	Coût approximatif H.T
Mise à jour du Schéma Directeur d'assainissement en intégrant le réseau de la zone de loisirs et les postes de relèvement en vue d'affiner le diagnostic	5 000 €

18.1.1.3 Assainissement pluvial

La bonne connaissance du réseau pluvial passe par la **mise à jour des documents liés à l'assainissement**. Concernant l'assainissement pluvial, il est important que les **surfaces drainées soient identifiées**.

La buse pluviale repérée en basses eaux débouche dans la zone de baignade et **présente** donc un risque de contamination de la baignade en cas de temps pluvieux. Pour garantir la sécurité sanitaire des usagers, il est préférable d'identifier cette buse précisément et de **déplacer le rejet**. Un nouveau réseau pluvial pourrait être mis en place comme proposé sur la Figure 66 permettant un écoulement gravitaire des eaux de pluies pour un coût estimé compris entre 3600 et 8000 euros H.T.



Figure 66 : Modélisation de l'impact de la buse pluviale drainant le camping si elle est déplacée de quelques centaines de mètres

L'accent doit également être mis sur la sensibilisation des habitants, dans le but de limiter les sources de contamination des eaux pluviales, et *in-fine*, de l'eau de baignade.

Mauvaises pratiques	Message à transmettre	Moyens
Rejet d'agents de nettoyage de surface dans le caniveau	Sensibiliser les usagers sur la notion de « réseau pluvial ». Les eaux collectées par les grilles pluviales ne sont pas traitées mais rejetées directement au plan d'eau. Il est donc interdit de rejeter des eaux de lavage dans le pluvial. Il faudra les jeter dans un évier.	Bulletin municipal, affichage en mairie, tract d'information
Lavage des véhicules sur la chaussée	Les eaux de lavages sont collectées par le réseau pluvial qui débouche vers le plan d'eau sans traitement préalable. Le plan d'eau est donc pollué par les résidus d'huiles et de métaux (freins), ainsi que par les produits détergents.	Bulletin municipal, affichage en mairie, installation d'un centre de lavage
Déjections animales sur la chaussée	Les déjections sont lessivées par la pluie et entraînées vers le plan d'eau et la zone de baignade. Il conviendra donc de ramasser les déjections canines éventuellement présentes sur la chaussée. Le lavage de la chaussée pourra être plus régulier en saison estivale.	Bulletin municipal, affichage en mairie, installation de distributeurs de sacs plastique + poubelles

18.1.2 Assainissement non collectif

10 installations en assainissement individuel situées sur le bassin versant des baignades de Confolant et Pont du Bouchet ont reçu un **avis défavorable** lors du diagnostic réalisé par le SPANC. Les habitations avec un rejet au fossé représentent un risque de pollution par lessivage des fossés lors des événements pluvieux.

Afin de limiter les risques de contamination de l'eau de baignade, la **mise en conformité** des installations d'ANC pourra être réalisée. Avec un coût unitaire moyen de l'ordre de 6000€ à 8000€ par installation, le tableau suivant présente le coût global de réhabilitation.

Nombre d'installations	Types d'installation probable	Coût €HT
10	Prétraitement + traitement par épandage (filtre à sable vertical drainé au regard du type de sol argileux dominant)	60 000 à 80 000
TOTAL (avec subvention à hauteur de 50%)		30 000 à 40 000

A noter :

L'Agence de l'eau Loire Bretagne peut financer à hauteur de 50% du montant total des travaux (dans la limite de 9 000 € TTC/installation) de réhabilitation des ANC dans le cadre d'une démarche groupée. Les collectivités devront toutefois avoir réalisés leurs zonages d'assainissement et mis en place un SPANC.

Cette éligibilité concerne les ANC présentant des dysfonctionnements pouvant avoir un impact environnemental ou sanitaire avéré identifié:

- sur la base de l'étude préalable réalisée par le SPANC ;*
- dans l'arrêté préfectoral déclarant d'intérêt général ou d'urgence le projet communal des travaux d'assainissement individuel en application de la réglementation.*
- et portant sur des habitations ayant plus de deux ans d'ancienneté.*

18.1.3 Action sur les activités agricoles

De manière générale, la principale cause de contamination de l'eau de baignade liée au pâturage, résulte d'une forte sensibilité au **lessivage des parcelles** vers les cours d'eau.

Pâtures

Afin de concilier le pâturage et la baignade, il faut limiter au maximum le **lessivage des déjections des pâtures vers les points bas** lors de pluie.

Pour lutter contre ce mode de contamination, la mise en place **de bandes enherbées sans pâturage en bordure de prés pâturés est recommandée**. Des haies sont déjà présentes sur le bassin versant. Plusieurs études ont montré que la présence de bandes enherbées permet la réduction d'environ 50% des charges totales en azote, phosphore, MES et *E.Coli* (Duchemin *et al*, 2004). Les bandes enherbées permettent en effet l'absorption de l'eau de ruissellement mais en contrepartie favorisent l'infiltration verticale des éléments dissous dans les nappes superficielles susceptibles de déboucher dans le plan d'eau.

Les moyens de diminution des contaminations du réseau hydrographique sont :

- **Limiter l'accès des animaux aux cours d'eau**, qui entraînent un piétinement, et une contamination inévitable du cours d'eau (déjections dans le cours d'eau, ou matières fécales véhiculées par les sabots des animaux)
- **Limiter le lessivage des déjections des pâtures vers les points bas** (cours d'eau) lors de pluie. La topographie marquée du secteur contribue à amplifier ce phénomène.

Pour lutter contre ces deux modes de contamination, **la mise en place d'une clôture et de bandes enherbées non pâturées en bordure des tronçons de cours d'eau traversant des pâtures est fortement recommandée**.

➔ **Pose de clôtures et réalisation de « zones tampon »**

La pose des clôtures doit se faire au minimum à 2 m de la rive du cours d'eau, afin de **garantir une zone « tampon »** sur laquelle aucune déjection ne sera déposée. Cette zone tampon, ou bande enherbée, permet de **piéger une grande partie des matières particulaires** et des éléments dissous, captés par les racines des végétaux (sédiments, floccs bactériens, composés azotés...). L'efficacité des bandes enherbées est de l'ordre de 50% à 90% selon la largeur choisie.

Pour une meilleure intégration paysagère, une **clôture discrète** (et amovible) de type clôture électrifiée semble être le meilleur compromis, par rapport à une clôture classique en fil de ronce avec des piquets de bois massif. Son installation est rapide (piquets rapides à installer), et les clôtures pourront être déplacées sur les parcelles concernées par le pâturage.

Remarque :

Pour les agriculteurs, les surfaces non exploitables (zones tampons) pourront être engagées dans le cadre de la prime herbagère agroenvironnementale (PHAE). Il s'agit d'un dispositif dont l'objectif est de favoriser la biodiversité sur les exploitations herbagères. Le montant unitaire est de 76 € par hectare engagé, chaque année, pendant une durée de 5 ans.

En ce qui concerne les bassins versant de Confolant et Pont du Bouchet, seules quelques zones sont concernées avec environ **450 mètres de clôtures** (coût estimé à 295 Euros), sachant que certaines sont déjà en place et ont pu être observées lors des visites de terrain.

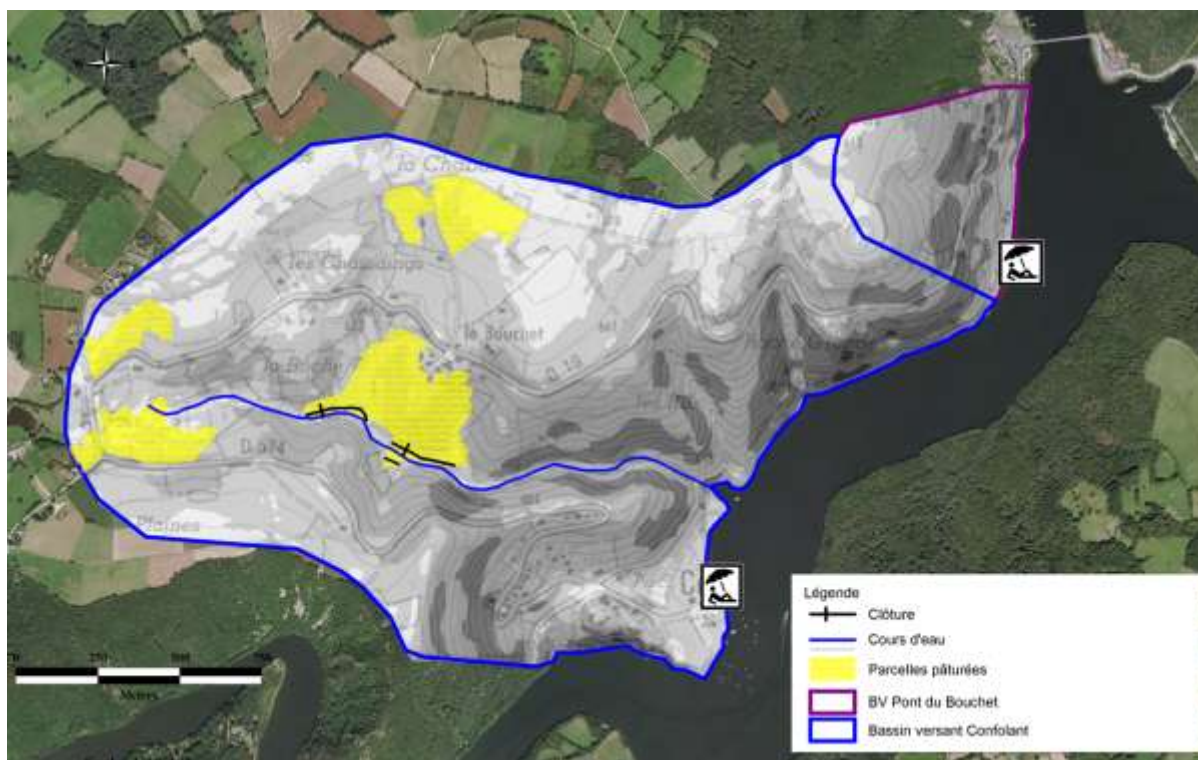


Figure 67 : Localisation des parcelles pâturées et cours d'eau, suggestion de pose de clôture (BD_Ortho®)

Epandages

Le **Règlement Sanitaire Départemental** du Puy de Dôme (RSD 63), fixe **les distances minimales à respecter** pour l'implantation des installations agricoles, l'épandage et le stockage d'effluents agricoles par rapport aux habitations, au cours d'eaux et aux zones de baignade.

- Epandages de *lisiers, purins, eau résiduaire de lavage des installations, lactosérum, matières de vidange issues d'ANC, eaux usées et boues de station d'épuration*, interdits :
 - A moins de **35 m des berges d'un cours d'eau**
 - A moins de **200 m d'une zone de baignade**
 - En l'absence de plan d'épandage, à moins de **200 m des berges d'un cours d'eau** (ou toute autre retenue d'eau) si la **pente du terrain est supérieure à 7%**.
 - A moins de **100 m des immeubles** habités ou temporairement habités et des zones susceptibles d'accueillir du public.

Ces distances ont pour but de concilier les pratiques agricoles avec le maintien de conditions sanitaires acceptables pour les milieux aquatiques et leurs usagers, ainsi que les riverains.

Sur les zones où l'épandage est autorisé, les conditions d'épandage ne devront pas entraîner de contamination potentielle du milieu superficiel et des nappes d'eau souterraines. Ainsi les épandages devront être réalisés par temps sec. Les exploitants devront se renseigner sur les

prévisions météorologiques afin de s'assurer qu'aucun événement pluvieux important ne risque de lessiver les parcelles dans les jours suivants l'épandage.

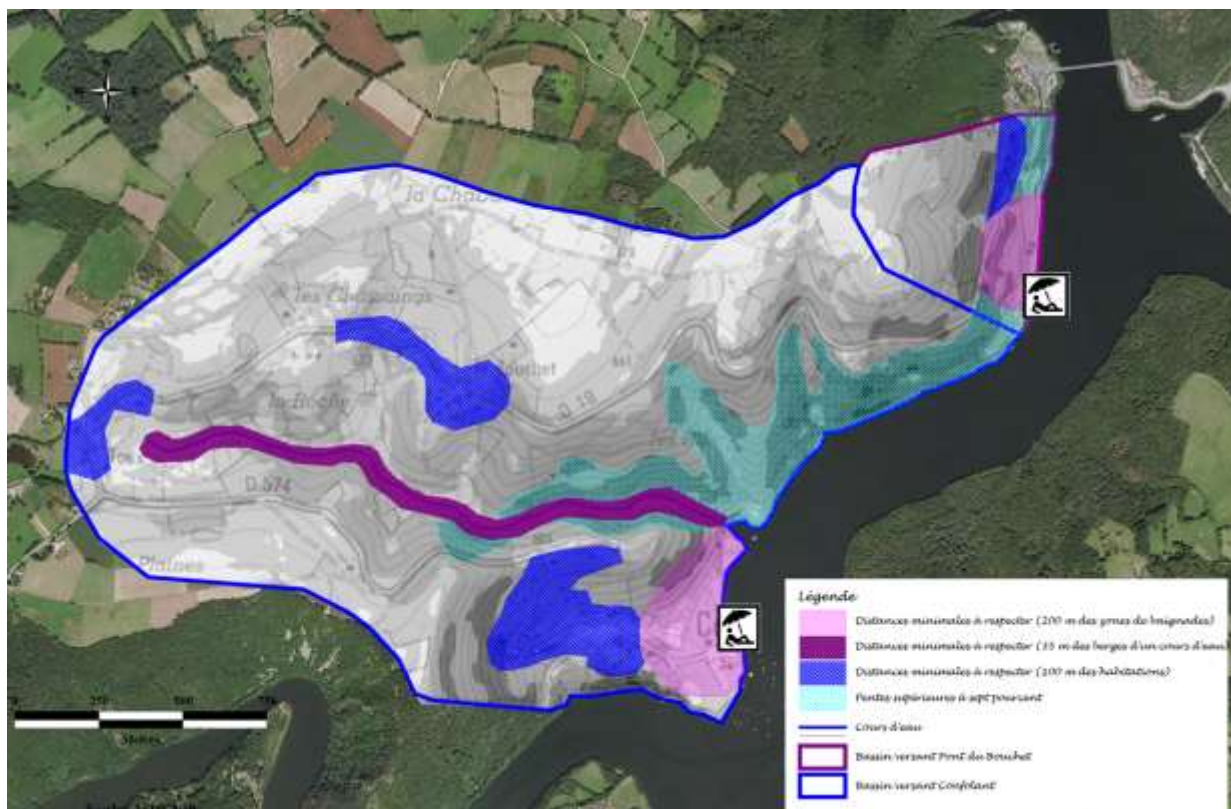


Figure 68 : Limites réglementaires à respecter pour les épandages au niveau du bassin versant des baignades de Confolant et Pont du Bouchet (BD_Ortho®)

Les actions proposées concernant les activités agricoles convergent avec celles du SAGE Sioule.

18.2 Action sur la prolifération des cyanobactéries

18.2.1 A une échelle globale

Thèmes	Enjeux	Objectifs associés
Gouvernance	Organiser l'entretien des milieux aquatiques	- Anticiper la mise en œuvre du SAGE et assurer la coordination des actions - Structurer la maîtrise d'ouvrage pour réaliser l'entretien et la restauration des milieux aquatiques - Réfléchir à la future politique de communication du SAGE
Gestion qualitative	- Maîtriser les pollutions dues aux substances dangereuses - Réduire la pollution organique (dont le phosphore) - Réduire la pollution par les nitrates et les pesticides	- Connaître pour maîtriser les pollutions dues aux substances dangereuses - Améliorer la connaissance des rejets en macropolluants (dont phosphore) - Réduire les rejets de l'assainissement collectif - Réduire les rejets de l'assainissement non collectif - Réduire les pollutions diffuses et ponctuelles liées à l'agriculture (Phosphore, MES) - Améliorer les connaissances et réduire les pollutions agricoles en nitrates et pesticides - Améliorer les connaissances et réduire les pollutions non agricoles en pesticides
Gestion des milieux aquatiques	- Rouvrir les rivières aux poissons migrateurs - Limiter les impacts des plans d'eau - Préserver les zones humides et la biodiversité - Restaurer la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau en préservant les têtes de bassin - Surveiller la prolifération des espèces envahissantes - Mieux gérer les activités aux abords des cours d'eau	- Préserver et/ou restaurer la continuité écologique - Réussir la concertation avec les microcentraliers - Limiter les impacts des plans d'eau - Améliorer la connaissance des zones humides - Assurer la gestion et la protection des zones humides et de la biodiversité - Optimiser le fonctionnement des cours d'eau et reconquérir leurs capacités d'accueil - Préserver les têtes de bassin - Surveiller et limiter la prolifération des espèces envahissantes - Organiser les activités aux abords des cours d'eau - Mieux gérer les activités forestières (valorisation) - Mieux gérer les activités utilisatrices des cours d'eau
Gestion quantitative	- Préserver les ressources en eau de la Chaîne des pays - Economiser l'eau	- Organiser la gestion des prélèvements par le SAGE - Réaliser des économies d'eau - Réduire la vulnérabilité aux inondations

Tableau 42 : Tableau récapitulatif des objectifs retenus par la CLE du SAGE Sioule (tiré de stratégie du Sage Sioule – septembre 2011)

Les actions préconisées correspondent aux enjeux et objectifs du SAGE Sioule (Tableau 42), il s'agit notamment de :

➤ Limiter l'apport de nutriment et en particulier du phosphore

Les sources de phosphore sont liées à la fertilisation des terres et la densité des cheptels à proximité des cours d'eau. Les effluents domestiques sont à prendre en compte avec notamment l'apport non négligeable des lessives et produits pour lave-vaisselle dans lesquels ce nutriment est encore largement représenté.

➤ Limiter l'érosion en favorisant des zones tampons

Sous l'expression « zones tampons » sont regroupés haies, simples talus, boisements de la berge, bandes enherbées, disposés en bordure de cours d'eau, le long d'un fossé ou au bas d'un champ. Ces dernières constituent des dispositifs efficaces pour la protection de l'eau. Par leur

action, elles atténuent les impacts environnementaux de nombreux polluants notamment ceux d'origine agricole (azote, phosphore, pesticides...).

- Améliorer le traitement des effluents domestiques en envisageant des méthodes telles que la déphosphatation biologique.

18.2.2 A l'échelle de la retenue

La charge externe phosphore provient de sources diffuses (agriculture, érosion) ou ponctuelles (effluents domestiques et industriels). Si la suppression de cette source de phosphore est indispensable, elle peut être insuffisante pour un retour à une bonne qualité d'eau. En effet il existe également du phosphore piégé dans les sédiments et potentiellement relargable, redevenant ainsi biodisponible pour les végétaux : c'est la charge interne, sorte de « mémoire » du plan d'eau.

Le sédiment peut ainsi fournir du phosphore en quantité comparable au phosphore d'origine externe. En situation d'anoxie, le fer ferrique se transforme en fer ferreux, beaucoup plus soluble. Le phosphore lié à ces particules est donc libéré et redevient biodisponible. Ce relargage peut amplifier le phénomène d'eutrophisation alors, qu'au contraire, le conditionnement du phosphore dans le sédiment peut aider la retenue à devenir plus oligotrophe.

Le tableau suivant présente à titre indicatif les différentes méthodes existantes à l'heure actuelle, ainsi que les avantages et inconvénients de chacune. Une description détaillée des méthodes figurent en annexe 7. Il s'agit d'une liste exhaustive de méthodes curatives dont certaines ont un impact avéré négatif sur l'environnement et ne sont donc pas préconisées.

Tableau 43 : Tableau récapitulatif des méthodes curatives, avantages et inconvénients

Méthodes	Avantages	Inconvénients	Chiffrage
Actions mécaniques			
<u>Extraction de sédiment</u>	- Redonne au milieu sa profondeur initiale	- Coût très élevé - Nuisances engendrées par les bulldozers et engins racloirs.	50 euros/m ³ + supplément lié au traitement des sédiments
<u>Recouvrement des sédiments</u>	- Séparation physique des sédiments et de l'eau	- Difficulté de mise en œuvre - Suppression de la faune et de la flore benthique, frayères... - Technique irréversible - Méthode coûteuse - Glissement des bâches ou décollement par les gaz de fermentations	
<u>Dragage des sédiments</u>	- Réduction de la quantité de sédiment et donc de la quantité d'éléments nutritifs	- Perturbation de l'écosystème par remise en suspension des sédiments lors du dragage - Coût élevé - Méthodes difficiles à mettre en œuvre - Applicables uniquement sur des portions de grands lacs	
Actions physiques			
<u>Destratification</u>	- Aération de la colonne d'eau par brassage - Amélioration de la transparence de l'eau - Augmentation de la teneur en oxygène dissous - Réduction des concentrations en ammoniacque, fer, manganèse et matières organiques	- Disparition des espèces inféodées aux eaux froides - Diminution de la transparence de l'eau par remise en suspension des limons	
<u>Aération hypolimnique</u>	- Aération du fond par dissolution d'air comprimé - Limitation du relargage d'éléments nutritifs à partir des sédiments	- Risque de mélange des eaux profondes froides avec les eaux superficielles plus chaudes si appareil mal dimensionné - Favorise la diffusion des nutriments vers le métalimnion et donc le développement des cyanobactéries - Possibilité de libération d'azote gazeux toxique pour les poissons	450 000 euros à l'installation + environ 25 000 euros par an de frais de fonctionnement
Traitements chimiques			
<u>Herbicides des milieux aquatiques</u>	- Limite le développement des cyanobactéries	- Toxique pour plusieurs compartiments du réseau trophique - Accumulation dans les sédiments et la chaîne trophique	
Actions biologiques			
<u>Biomanipulation</u>	- Limite le développement des cyanobactéries	- Perturbation de l'écosystème par introduction de nouvelles espèces non-indigènes - Techniques onéreuses	

18.2.2.1 Conclusion sur les actions de lutte contre la prolifération des cyanobactéries

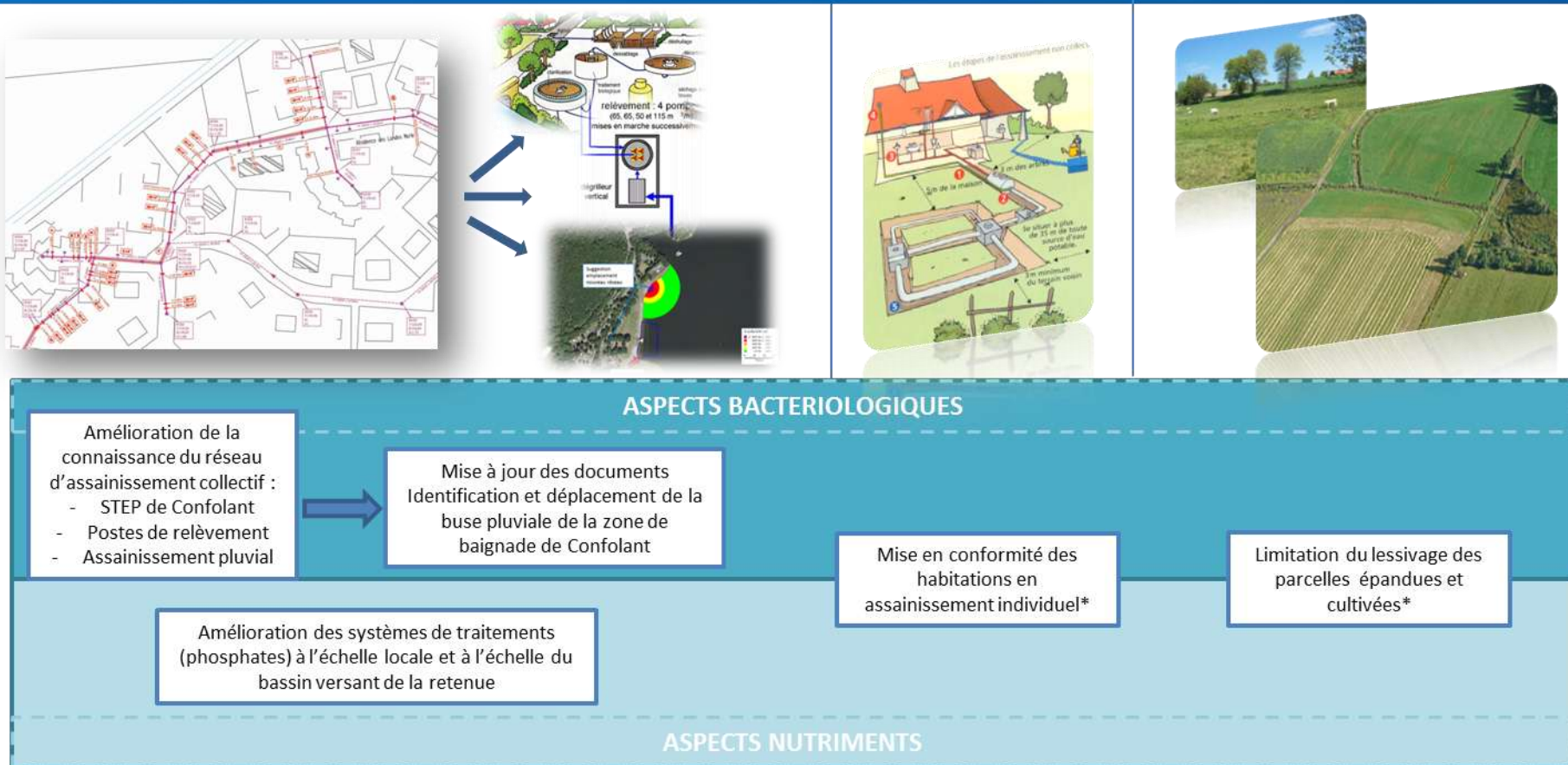
Tableau 44 : Récapitulatif des avantages et inconvénients de chaque méthode

Procédés	Avantages	Inconvénients
Réduction des apports en nutriments	Effet durable	Délais
 Seul compatible DCE		
Dragage des sédiments	Exportation de la charge interne	Perturbation
 Intéressant quand charge interne prépondérante		
Oxygénation aération en profondeur	oxydation sédiments homogénéisation	dispersion selection d'autres genres
 Très critiquée		
Déstratification par aération	perturbation de la stratification Oxygénation de la colonne d'eau	Difficulté de mise en œuvre Possibilité d'effets opposés
 Résultats controversés		
Biomanipulation	Régulation des populations	Pas de recul Santé animale et publique
 Effets complémentaires Evaluation des effets écologiques et sanitaires		

En conditions naturelles, le phosphore est un facteur limitant la prolifération de cyanobactéries. Les apports induits par les activités anthropiques mettent cet élément à disposition en quantité suffisante pour leur développement. De par son étendue, de nombreux procédés de restauration ne sont pas applicables à la retenue des Fades Besserve en raison des coûts démesurés qu'induirait une action sur la charge interne. Rappelons que le sédiment contient des métaux lourds, qui ne permettraient pas une valorisation agricole des sédiments et nécessiterait un traitement particulier. Les efforts doivent être concentrés à l'échelle du bassin versant de la retenue, et plus localement à l'échelle de la zone d'influence des baignades. Celles-ci passent notamment par l'amélioration du traitement des effluents domestiques.

18.3 Synthèse des actions à mener

Synthèse des actions de réduction des contaminations bactériologiques et des proliférations de cyanobactéries sur les baignades de Confolant et Pont du Bouchet



* Actions concomitantes avec le SAGE Sioule.

Figure 69 : Synthèse des actions à mener pour réduire le risque de contaminations bactériologiques et de cyanobactéries sur les baignades de Confolant et Pont du Bouchet

19 MESURES DE GESTION ACTIVE

Afin de prévenir l'exposition des usagers à une eau polluée, des mesures de gestion visant à anticiper l'apparition des pollutions sont proposées dans l'attente de l'endiguement des sources de rejets préconisé en plan d'action. **En vue d'optimiser la gestion de la baignade, nous recommandons vivement au gestionnaire de remplir chaque jour une fiche de surveillance type** (annexe 8). Si elle est correctement renseignée, elle servira de référence rétrospective dans la compréhension d'éventuelles pollutions non anticipées en permettant d'identifier les causes qui pourraient expliquer une mauvaise analyse. De même, elle permettra à la personne qui la remplira, de se rendre compte des situations à risque, et permettre ainsi le déclenchement des mesures de gestion en contactant le responsable de l'eau de baignade.

19.1 La gestion de la baignade

La retenue est soumise à un important marnage qui peut avoir un impact sur l'ouverture de la baignade. En effet, lorsque la côte du plan d'eau est trop basse, la baignade n'est pas possible à Confolant où la pente devient trop importante. De ce fait le volume de la zone de baignade peut être diminué et le risque de contamination interhumaine et de dégradation de la qualité de l'eau augmenté.

Lors de la saison estivale, la fréquentation peut être très importante (données SIRB).

La fréquentation de chacune des plages pourra être estimée par le maître-nageur à 16h (ou au pic de fréquentation), et renseignée sur la fiche de surveillance (annexe 8). **On veillera à dénombrer le nombre de baigneurs et le nombre de personnes sur la plage. En cas de forte affluence le maître-nageur contactera le responsable de l'eau de baignade en vue de déclencher la procédure de gestion qui consiste à réaliser une analyse en concertation avec l'ARS sans qu'elle soit prise en compte dans le classement.**

Cette analyse permettra de vérifier si l'indicateur « surfréquentation de la baignade » définis sur la base de données théorique reste pertinent.

19.2 Risque bactériologique

19.2.1 *Procédure de gestion d'une pollution à court terme anticipée*

Cette procédure est déclenchée pour :

- Des pluies supérieures à 15 mm/j pour Pont du Bouchet et 20 mm/j pour la plage de Confolant, en particulier pendant plusieurs jours consécutifs
- **Un accident lié à l'assainissement** collectif (casse réseau, débordement du poste de relèvement,...) ou suspicion de pollution.

Dès que l'un des indicateurs précédemment définis révèle un risque de contamination bactériologique de l'eau de baignade, le responsable de l'eau de baignade doit lancer une procédure de fermeture de la zone de baignade pour :

- garantir la sécurité sanitaire des usagers
- s'affranchir d'un déclassement de la baignade en cas d'analyse ARS

Pour ce dernier point, la Directive 2006/7/CE prévoit que des prélèvements peuvent être écartés sous les conditions concomitantes suivantes :

- Lors de pollutions à court terme anticipées, dont les causes sont identifiées,
- ET Lorsqu'il y a eu une interdiction de baignade pour éviter l'exposition des baigneurs à cette pollution.

L'écartement d'une analyse reste l'initiative de l'ARS, sachant qu'un minimum de 4 prélèvements par saison est nécessaire pour le classement de la baignade.

Dans le cas d'une pollution à court terme anticipée, sur la zone de baignade, un nouveau prélèvement (n'intervenant pas dans le classement) doit être effectué pour justifier la fin de la pollution moins de 72 heures après la détection de celle-ci. La baignade peut cependant être réouverte avant l'obtention des résultats d'analyses.

C'est seulement sous ces conditions que le prélèvement est écarté avec l'accord de l'ARS. Si le nombre de prélèvement sur la saison estivale est inférieur à quatre, il s'avèrera nécessaire de réaliser un prélèvement supplémentaire 7 jours après la fin de la pollution afin d'obtenir un nombre de prélèvements suffisant pour le classement (4/saison). Tous les prélèvements étant à la charge du Responsable de l'Eau de Baignade.

Une affiche type (sur laquelle sera joint l'arrêté municipal de fermeture), est proposée en annexe 9 afin d'informer le public sur la fermeture préventive de la baignade.

Afin de conserver une traçabilité uniforme de la gestion des pollutions à court terme, nous proposons l'ouverture d'une fiche de « gestion de pollution» (annexe 10). Cette fiche guidera le gestionnaire dans la mise en place des procédures de gestion afin de rester en conformité avec la réglementation.

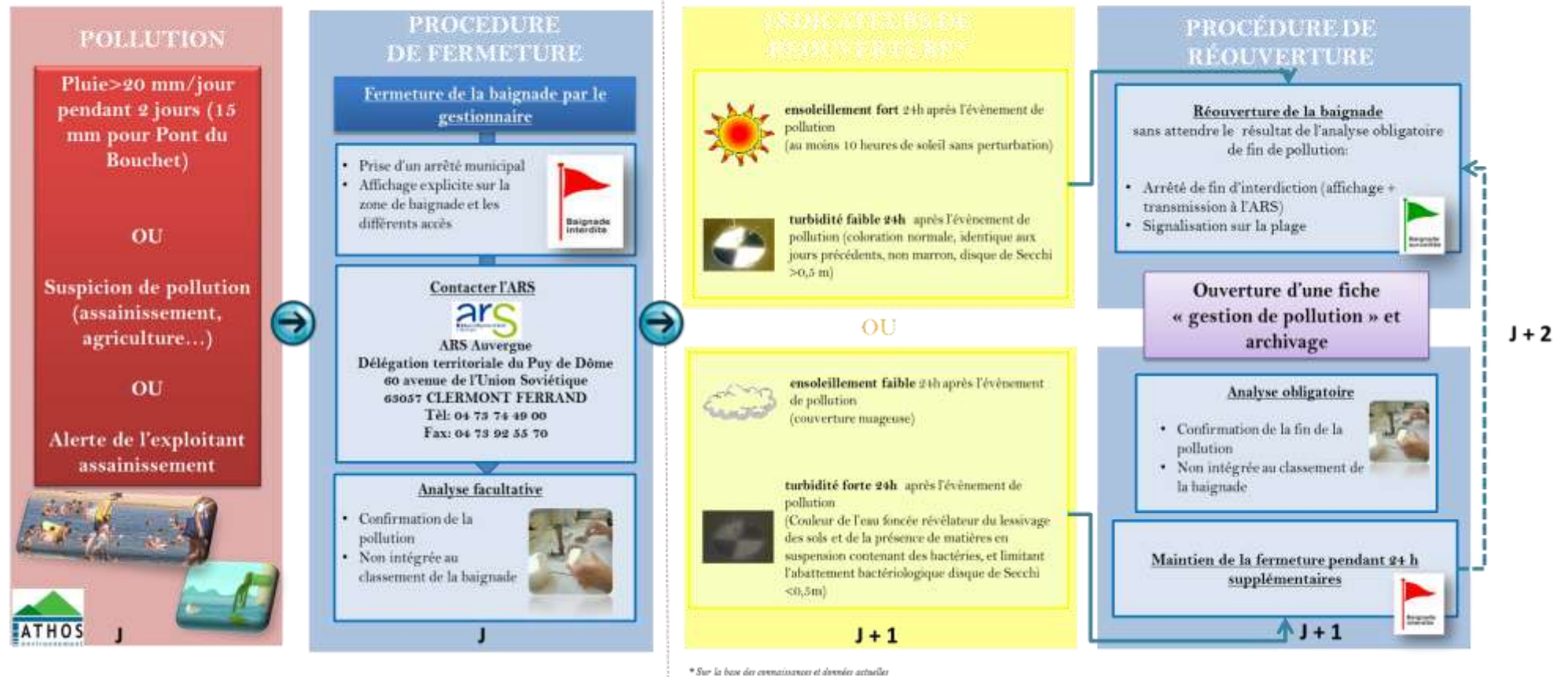


Figure 70: Procédure de gestion d'une pollution anticipée (ATHOS Environnement)



Figure 71: Procédure de gestion d'une pollution non anticipée (ATHOS Environnement)

19.2.2 Procédure de gestion d'une pollution à court terme non anticipée

Contrairement aux pollutions à court terme anticipées dont l'occurrence est prévisible suite à l'observation d'indicateurs simples, les pollutions non anticipées peuvent se produire indépendamment de ces indicateurs.

Par définition, ces pollutions n'auront pas pu être anticipées et seront traduites par une mauvaise analyse bactériologique. La Directive 2006/7/CE prévoit que ces analyses peuvent être ôtées du classement officiel si la baignade est immédiatement fermée, la source de pollution est clairement identifiée, et la durée de contamination est inférieure à 72h. La procédure de gestion des pollutions non anticipées est présentée dans la Figure 71.

19.3 Propositions d'actions pour la réduction des risques de contamination par les animaux

Ce risque est à relier à la fréquentation des zones de baignades par l'avifaune, la présence de chiens et rongeurs à proximité des plages.

19.3.1 Risque de dermatite du baigneur

Il est préconisé de **procéder à un arrachage des macrophytes pouvant proliférer à proximité de la zone de baignade**. La présence de roseaux et autres macrophytes en partie immergés à proximité de la zone de baignade n'est pas recommandée puisqu'ils sont susceptibles d'abriter des lymnées (porteur du parasite), et d'attirer l'avifaune. Lors des visites de terrains réalisées en 2011, peu d'oiseaux ont été observés à proximité de la zone de baignade de Confolant ou Pont du Bouchet, le risque est donc limité.

Sensibiliser les usagers aux risques et symptômes correspondants par un affichage ludique sur le poste de secours :

- ➔ se rincer après la baignade
- ➔ assécher la peau en frottant vigoureusement avec une serviette
- ➔ éviter de laisser la peau s'assécher au soleil ou à l'air libre
- ➔ ramasser régulièrement les poubelles
- ➔ ne pas attirer les canards et les cygnes (pas de nourrissage des oiseaux)
- ➔ contrôler les proliférations de macrophytes (pour pallier l'installation de lymnées)

19.3.2 Risque de leptospirose

Il est recommandé de procéder aux piégeages des rongeurs si leur présence est avérée (présence constatée sur site, épreintes, terrier, plaintes des usagers).

Pour un piège de catégorie 1 (piégeage par contention dans un espace clos destiné aux ragondins et rats musqués) aucun agrément de piègeurs ni homologation n'est nécessaire, ils doivent simplement être signalés en mairie. Ces pièges doivent cependant être installés de façon à ce qu'ils ne soient pas accessibles pour les usagers du site (pièces mécaniques amovibles). Pour des pièges fonctionnant sur un autre principe (maintien de l'animal par une partie de son corps), et de catégorie supérieure, un agrément est nécessaire.

Action	Coût
Pose d'un piège à rongeurs en cas de suspicion de présence	70 €



Figure 72 : Exemple de piège à ragondin

19.4 Risque Cyanobactéries

La surveillance actuelle réalisée par l'ARS Auvergne, délégation du Puy de Dôme, s'appuie sur la **réalisation d'un calendrier de surveillance estivale** basée sur les recommandations de la circulaire DGS/SD 7 A n° 2003-270.

Il est recommandé **d'instaurer une surveillance visuelle renforcée en parallèle de la surveillance officielle**, dans le but de garantir une sécurité optimale. En effet, les proliférations de cyanobactéries sont des événements ponctuels (tant spatialement que temporellement), qu'il convient d'identifier rapidement, dans le but de prévenir l'exposition des baigneurs.

Par exemple, dans le cas où les analyses de l'ARS ne seraient conduites que tous les 15 jours (suite à un premier prélèvement inférieur à 20 000 cell/ml), un bloom pourrait tout à fait passer au travers de ce suivi, et présenter un risque pour la santé des baigneurs.

19.4.1 *Surveillance sur la plage, formation des maîtres-nageurs*

En règle générale, il est important de considérer le fait que les efflorescences sont des phénomènes évolutifs et dynamiques parfois très rapides et qu'il importe d'adapter les

fréquences d'échantillonnage en fonction de leurs évolutions. C'est pourquoi, un protocole de surveillance visuelle sur site, doit être instauré, parallèlement à la surveillance réglementaire.

Du fait de la mise en évidence d'un risque avéré de prolifération de cyanobactéries, lié aux historiques de dénombrement, ainsi qu'aux caractéristiques du plan d'eau, **il est préconisé une formation à la détection des situations à risque pour la baignade**. Cette détection passe notamment par la reconnaissance des différentes conditions pouvant témoigner d'une prolifération de cyanobactéries, et permettra ainsi la mise en œuvre d'un protocole de définition du risque soupçonné.

Caractéristiques visuelles pouvant indiquer une prolifération de cyanobactéries :

- Apparition de mousses, écumes, fleurs d'eau, ou irisation en surface
- Formation de dépôts (amas de cyanobactéries potentiels)
- Coloration de l'eau anormale
- Faible transparence de l'eau (par rapport aux autres saisons, car l'eau est naturellement teintée en Auvergne)
- Mortalité piscicole

Dans la mesure où la retenue des Fades Besserve apparaît comme étant sensible à l'eutrophisation (apports importants en nutriments, et prolifération de micro-algues), la mise en place d'une **surveillance renforcée** est à privilégier. Elle passe par des mesures physico-chimiques simples, pouvant renseigner le gestionnaire sur l'activité photosynthétique, et indirectement, sur la prolifération potentielle de cyanobactéries. Toutefois cette surveillance, nécessite l'acquisition de matériel spécifique, ou la mise à disposition de ce matériel.

Caractéristiques physico-chimiques mesurées *in situ*, pouvant indiquer une prolifération de cyanobactéries :

- Forte variation de pH au cours de la journée (et entre le jour et la nuit). Un pH important (> 9), témoigne d'une forte activité photosynthétique
- Forte variation de la saturation en oxygène au cours de la journée ($> 120\%$), et entre le jour et la nuit (idem que pour le pH)
- Faible transparence de l'eau, inférieure à 1 m (mesure avec un disque de Secchi) – mesurer la transparence à midi solaire)
- Forte concentration en Chlorophylle a (niveau d'alerte préoccupant si la concentration est $> 50 \mu\text{g/l}$). Ce paramètre ne peut pas être considéré comme spécifiquement représentatif d'une prolifération de cyanobactérie.

Lors de cette surveillance, **tout changement des caractéristiques du milieu** (modification de la couleur, variations importantes de pH entre le jour et la nuit, diminution de l'indice de Secchi, apparition d'efflorescences, d'écumes, etc.), ne pouvant être expliqué par des causes locales simples qui ne présentent pas de caractère dangereux (augmentation de la turbidité suite à une pluie abondante...) **doit conduire le gestionnaire du site et les services sanitaires (ARS), à suivre la démarche présentée dans la**

Figure 73. Il s'agit d'un schéma décisionnel de surveillance, inspiré de la circulaire DGS/SD 7 A n° 2003-270.

ATHOS Environnement se tient à disposition du SIRB et de la commune de Miremont pour tous conseils ou appuis techniques concernant l'évaluation d'une situation supposée à risque, par une assistance téléphonique.

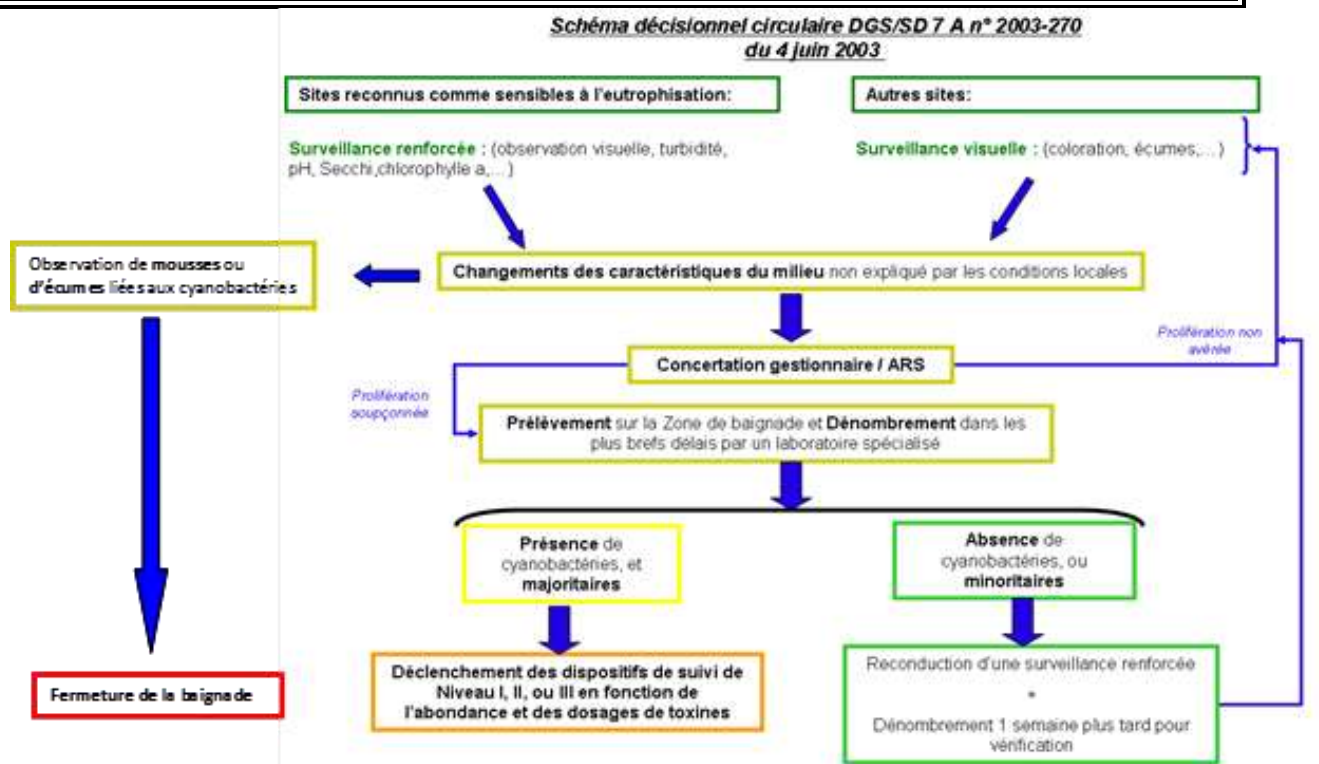


Figure 73 : Schéma décisionnel basé sur les recommandations de la DGS/SD 7 A n°2003-270 pour la gestion sanitaire du risque lié aux cyanobactéries

Si une situation jugée anormale, conduit à la réalisation d'un dénombrement, après concertation avec les services de l'ARS, le résultat de ce dénombrement orientera la gestion à mettre en place suivant les recommandations du tableau suivant :

Niveau	C/ml		Gestion	Dénombrement cyanos
Ia		Information	Activité normale	Bimensuel
Ib	20 000			Hebdomadaire
IIa [µcystine] < 25 µg/l	100 000		Limitation de la baignade*	Hebdomadaire + recherche de microcystines hebdomadaire
IIb [µcystine] > 25 µg/l			Interdiction de la baignade - Limitation des loisirs nautiques	Hebdomadaire + recherche de microcystines hebdomadaire
III Formation de mousse ou écume de cyanobactéries			Interdiction de la baignade et de tout autre loisir nautique - prévenir tout contact de personnes et animaux avec l'eau	Hebdomadaire + recherche de microcystines au moins bi-mensuelle

* Éviter la baignade dans les zones de proliférations de cyanobactéries

Dans le cadre d'une apparition d'écumes, amas, fleur d'eau, sur la plage, une fermeture préventive de la baignade est fortement recommandée (Figure 74). Si les cyanobactéries s'accumulent sur le bord de la plage, dans les zones de faible profondeur, principalement fréquentées par les enfants, elles représentent un risque de toxicité.

En concertation avec les services sanitaires, un **prélèvement d'écumes, ou d'amas** en vue d'une **observation microscopique** pour identifier la présence potentielle de genres toxiques est recommandé. La toxine intracellulaire est libérée lors de la mort des cellules. Lorsqu'elles sont emprisonnées dans les écumes, les cellules de cyanobactéries sont susceptibles de se déshydrater et libérer de la toxine.



Figure 74 : Exemple de fleur d'eau (source : Mairie d'Ambert – 63)

19.4.2 Communication, information du public

L'information du public sur un événement de pollution est obligatoire à partir de 2012. L'affichage d'**une fiche de synthèse du profil baignade en format A3 est rendu obligatoire d'ici 2012**. Cette fiche reprend les caractéristiques de la baignade, un schéma de la zone de baignade, un historique de la qualité de l'eau sur au moins 4 années avec la liste des épisodes de pollutions sur ces 4 années, une carte de la zone d'étude et l'inventaire des sources de pollution ainsi que les mesures de gestion qui ont été ou qui seront prises pour chaque source de pollution. **Celle-ci sera affichée à proximité des zones de baignade**, à côté des résultats du contrôle sanitaire de la qualité de l'eau.

19.4.2.1 Affichage des comptes rendus d'analyse :

A l'issue de chacune des analyses réalisées par l'ARS, la fiche de compte rendu devra être affichée sur la zone de baignade.

Résultats bactériologiques : Les comptes rendus d'analyse fournis par l'ARS doivent être affichés sur les panneaux d'affichage du poste de secours, près de la fiche synthèse du profil, ainsi que dans tout lieu approprié (mairie, office de tourisme,...).

Pour les cyanobactéries, une **fiche d'information du public** est réalisée par l'ARS du Puy de Dôme. Trois formats de fiches sont prédéfinis, en fonction du niveau d'alerte retenu (I, II ou III). Un code de couleur permet de visualiser le risque associé. Chaque fiche contient les renseignements suivants :

- Descriptif de la problématique cyanobactéries et de la gestion actuelle
- Détail des risques pour la santé
- Précautions à respecter (ce paragraphe est fonction du niveau d'alerte retenu)

Des panneaux d'informations ont été élaborés par l'ARS Auvergne (Figure 75), délégation du Puy de Dôme, en concertation avec l'Université Blaise Pascal (LMGE) et ATHOS Environnement. Ces panneaux sont destinés à accueillir les fiches alertes, tout en présentant aux usagers, une information générale sur les cyanobactéries.

Les cyanobactéries, qu'est-ce que c'est ?

Les cyanobactéries sont des micro-organismes :

- De petite taille
- De couleur et de formes variées
- Utilisent la lumière et les nutriments, notamment les **phosphates**, présents dans l'eau pour se développer...



Une cyanobactérie est un être vivant, le plus d'entre eux, se présente sous forme de colonies filamenteuses. On les trouve partout où il y a de l'eau et des nutriments.

Attention : cependant toutes les algues ne sont pas des cyanobactéries. L'identification des cyanobactéries nécessite des analyses au microscope.

Cyanobactéries, enjeux environnementaux

Actuellement, le développement de certaines cyanobactéries est lié à une augmentation de la pollution de l'eau.

Elles ont plusieurs impacts :

- de nuisance visuelle et oléactive
- de déficit d'oxygène engendrant des mortalités de poissons et d'invertébrés
- de gêner le développement biologique en perturbant la chaîne alimentaire

En période de prolifération, les cyanobactéries peuvent produire des toxines qui sont dangereuses pour la santé humaine et animale.



Cyanobactéries, enjeux sanitaires

Quels sont les effets des cyanobactéries sur la santé ?

Les cyanobactéries peuvent provoquer des effets sur la santé suite à l'ingestion d'eau contaminée par les toxines, mais aussi suite au contact direct avec l'eau contaminée, notamment lors de la baignade ou de la pratique de loisirs nautiques.

Quels sont les principaux symptômes ?

En cas d'ingestion : maux de ventre, vomissements, diarrhée, nausée, fièvre, toux, en cas de contact direct : irritation de la peau, irritation des yeux, toux, gorge.

Les personnes présentant des symptômes doivent consulter un médecin, mais il ne faut jamais manger l'eau contaminée.

Que faire en cas de symptômes ?

Si vous ou un membre de votre entourage présentez un des symptômes après une baignade en eau à risque (niveau II ou III), consultez un médecin.

Surveillance sanitaire des eaux de baignade

La gestion de la baignade se charge de réaliser une surveillance régulière de la qualité des eaux de baignade afin de prévenir la pollution et la contamination des eaux de baignade.

Les analyses microbiologiques de la qualité des eaux de baignade sont réalisées par les services de surveillance de la qualité de l'eau de la commune de Miremont.

Les résultats des analyses sont communiqués aux baigneurs par le biais de panneaux d'information et de signalisation.

Pour limiter les proliférations, chacun peut agir à son niveau

Au niveau de la collectivité :

Eviter les rejets de produits chimiques (pesticides, engrais, produits vétérinaires, produits ménagers) dans les eaux de baignade.

Eviter les rejets de déchets (plastiques, papiers, etc.) dans les eaux de baignade.

Eviter l'utilisation des herbicides et autres produits chimiques.

Au niveau des particuliers :

Pour prévenir les problèmes sanitaires, suivre les recommandations. Pour limiter les impacts sur l'environnement, privilégier les produits et équipements écologiques, éviter les produits non biodégradables. Eviter également les produits d'entretien, de jardinage, de traitement des végétaux, de traitement des eaux, etc.



Figure 75 : Fiche d'information du public sur les cyanobactéries

20 MISE A JOUR DU PROFIL BAIGNADE DES PLAGES DE CONFOLANT ET DE PONT DU BOUCHET

La Directive 2006/7/CE prévoit une révision de tous les éléments du profil dans les conditions suivantes :

Qualité de l'eau de baignade	Révision
Excellente	Uniquement si le classement se dégrade
Bonne	Tous les 4 ans
Suffisante	Tous les 3 ans
Insuffisante	Tous les 2 ans

La qualité de l'eau des baignades de Confolant et Pont du Bouchet serait classée en « qualité Excellente » au regard de la directive 2006/7/CE pour l'année 2011. Le profil devra donc être révisé en cas de dégradation de la qualité de l'eau de baignade.

De plus, le profil devra être révisé si des travaux de construction importants ou de changements importants dans les infrastructures effectués sur la zone de baignade ou à proximité ont eu lieu.

21 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARTHE, C., J. Perron et J.M.R. Perron (1998) *Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable*. Document de travail (version préliminaire), ministère de l'Environnement du Québec, 155 p. + annexes.

Berahou, M. (2009). *Elaboration d'une méthodologie pour la réalisation des profils baignade*. Thèse, SAFEGE, Agence de l'Eau Loire Bretagne.

BLANCHETON et al., J.-P. (2004). Minimisation des rejets biologiques issus d'élevages de poissons. *Les Dossiers de l'environnement de l'INRA* n°26 , 110.

CORRE S, Jacq E, Moullec B, 1999. Quantification and survival rates of bacteria in the waters. IFREMER actes de colloques.

EDBERG, SC, EW Rice, RJ Karlin et MJ Allen (2000) *Escherichia coli : the best biological drinking water indicator for public health protection*. *Journal of Applied Microbiology*, 88 : 106S-116S.

KAUSHIK, S.-J. (2005). Besoins et apport en phosphore chez les poissons. *INRA production Animale* , 5.

TREVISAN, D. (2002). *Activité agricole et contaminations microbiologiques diffuses des captages d'eau en montagne*. INRA Thonon les bains: Groupement d'Intérêt Scientifique des Alpes du Nord.

Textes réglementaires

Arrête du 15 mai 2007, fixant les modalités de réalisation du premier recensement des eaux de baignade par les communes.

Arrêté du 22 septembre 2008, relatif à la fréquence d'échantillonnage et aux modalités d'évaluation de la qualité et de classement des eaux de baignade.

Arrêté du 23 septembre 2008, relatif aux règles de traitement des échantillons et aux méthodes de référence pour les analyses d'eau dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux de baignade.

Arrêté du 29 février 2008 fixant des prescriptions relatives à la sécurité des ouvrages hydrauliques.

Arrêté du 27 août 1999 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux opérations de vidange de plans d'eau soumises à déclaration en application des articles L.214-1 à L.214-3 du Code de l'environnement et relevant des rubriques 3.2.4.0 (2°) de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du Code de l'environnement

Circulaire DGS/SD 7 A n° 2003-270 du 4 juin 2003 relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignade et de loisirs nautiques

Directive du Conseil des Communautés Européennes du 8 décembre 1975 (76/160/CEE), relative à la qualité des eaux de baignade.

Décret n°81-324 du 7 avril 1981, fixant les normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines et aux baignades aménagées.

Décret n°2008-990 du 18 septembre 2008, relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignade.

Directive du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 (2000/60/CE), établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

L.431-1 à L.431-5 et R431-7 du code de l'environnement et la directive du 29 janvier 2008,

Décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007, entré en vigueur le 1^{er} janvier 2008.

22 LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1: Localisation des plages de Confolant et Pont du Bouchet de la commune de Miremont (Source : Géoportail)</i>	9
<i>Figure 2 : Photographie du poste de secours, mât et panneau d'information sur le site de Pont du Bouchet</i>	15
<i>Figure 3 : Photographies du village vacance de Confolant (sources : VVF, www.villages-camping.com)</i>	18
<i>Figure 4 : Localisation de la commune (Source : Géoportail)</i>	19
<i>Figure 5 : Périmètre du SAGE Sioule et localisation de la retenue des Fades Besserve (source : www.cobrailles.com)</i>	20
<i>Figure 6 : Connexion de la retenue des Fades Besserve au réseau hydrographique de surface (source : BD_CARTHAGE®)</i>	21
<i>Figure 7 : Délimitation des zones d'études locales (sources : Scan 25®, ATHOS Environnement)</i>	23
<i>Figure 8 : Bassins versants des plages de Pont du Bouchet et Confolant, contours communaux de Miremont (source : BD_Ortho®)</i>	24
<i>Figure 9 : Géologie des deux zones d'influence (sources : Google Earth®, InfoTerre®)</i>	26
<i>Figure 10 : Topographie des zones d'influence des plages de Confolant et Pont du Bouchet (Scan 25®, MNT Sage Sioule)</i>	28
<i>Figure 11 : Classes de pentes des zones d'influence des baignades de Confolant et Pont du Bouchet (Sources : Scan 25®, MNT Sage Sioule)</i>	28
<i>Figure 12 : Occupation des sols à l'échelle de la commune de Miremont (BD_Ortho®, Corine Land Cover 2006)</i>	29
<i>Figure 13 : Occupation du sol au niveau des zones d'influences des plages de Confolant et Pont du Bouchet (BD_Ortho®, RPG 2009)</i>	30
<i>Figure 14 : Localisation des stations météo utilisées pour l'obtention des données (source : Géoportail)</i>	31
<i>Figure 15 : Analyses statistiques de la pluviométrie de la saison estivale depuis 1997 à partir des données de la station Météo-France de Saint Jacques Banlaud</i>	33
<i>Figure 16 : Secteur des vents dominants des mois de juin, juillet et août de 1995 à 2011 (d'après les données Météo-France de la station de Saint-Gervais d'Auvergne)</i>	34

Figure 17 : Localisation des différentes zones de navigation de la retenue des Fades Besserve	38
Figure 18 : Evolution de la population de la commune de Miremont de 1968 à 2007 (source : www.cartesfrance.com)	40
Figure 19 : Nombre et type d'habitation ainsi que population sur les hameaux des zones d'influence des baignades de Confolant et Pont du Bouchet (cartes : cartographie des Combrailles http://simap.sirap.com/smad)	41
Figure 20 : Statistiques des logements sur la commune de Miremont en 2008 (source : INSEE)	42
Figure 21 : Evolution du nombre de logements sur la commune de Miremont (source : www.cartesfrance.com)	43
Figure 22 : Résultats des analyses bactériologiques des saisons balnéaires classées en qualité « B » pour la baignade de Confolant	52
Figure 23 : Résultats des analyses bactériologiques des saisons balnéaires classées en qualité « B » pour la baignade de Pont du Bouchet	53
Figure 24 : Evolution des 95 ^e percentiles pour le paramètre Escherichia coli sur les sites de Confolant et Pont du Bouchet	55
Figure 25: Evolution des 95 ^e percentiles pour le paramètre Entérocoques intestinaux sur les baignades de Confolant et Pont du Bouchet	56
Figure 26 : Evolution des paramètres bactériologiques de 1995 à 2011 selon une moyenne géométrique et une moyenne mobile d'ordre 3 pour la baignade de Confolant	57
Figure 27 : Evolution des paramètres bactériologiques de 1995 à 2011 selon une moyenne géométrique pour la baignade de pont du Bouchet	58
Figure 28 : Classement des mesures de transparence depuis 1997	61
Figure 29 : Photographies de cyanobactéries, au microscope inversé (Source : www-cyanosite.bio.purdue.edu/) – de gauche à droite : Mycosystis sp.; Anabaena sp. (x400) ; Microcystis aerogenosa (x 1000) ; Aphanizomenon flos-aquae(x100)	63
Figure 30 : Exemple d'efflorescences de cyanobactérie sur des lacs de barrage (source : ATHOS Environnement)	66
Figure 31 : Diagramme d'évaluation du risque de prolifération de cyanobactéries (Source : AELB)	67
Figure 32 : Profils verticaux d'oxygène et température sur le site de Confolant et Pont du Bouchet, le 29/07/2011, le 02/09/2011et le 16/09/2011	71
Figure 33: Répartition des dénombrements réalisés de 2007 à 2011 sur les sites de Confolant et Pont du Bouchet en fonction des seuils de niveau d'alerte de la circulaire DGS/SD 7 A (Source ARS Auvergne)	75
Figure 34 : Abondance en cyanobactéries sur le plan d'eau de Miremont de 2007 à 2010	78
Figure 35: Abondances et Occurrences des cyanobactéries (les résultats inférieurs à 1% ne sont pas affichés)	79
Figure 36 : Zonage d'assainissement sur la commune de Miremont (source : Géoportail, AEC)	84
Figure 37 : Schéma du réseau d'assainissement de Confolant (source : BD_Ortho®, SAUR)	86
Figure 38 : Schéma du réseau d'assainissement de Pont du Bouchet (source : cartographie des Combrailles, SAUR)	87
Figure 39 : Systèmes de prétraitement et traitement des installations d'assainissement non collectif des habitations du hameau de Toux (source : SAUR)	89
Figure 40 : Systèmes de prétraitement et traitement des installations d'assainissement non collectif des habitations du hameau de Pont du Bouchet (source : SAUR)	89
Figure 41 : Systèmes de prétraitement et traitement des installations d'assainissement non collectif des habitations du hameau Le Bouchet (source : SAUR)	90
Figure 42 : Résultats des enquêtes du SPANC (source : BD_Ortho®, Scan25®, SAUR)	90
Figure 43 : Localisation de la zone Natura 2000 (sources : Géoportail, DIREN Auvergne)	94
Figure 44 : Cycle de développement des cercaires, apparition de la dermatite du baigneur	95
Figure 45: Moyenne de la fréquentation des trois plages de la retenue des Fades Besserve pour les mois de juillet et août de 2008 à 2010 (source : SIRB)	98

Figure 46 : Localisation des sources de pollution sur les zones d'influences des baignades de Confolant et Pont du Bouchet (source : Scan 25)	101
Figure 47: Calcul de la note technique des postes de relèvement situés à proximité des baignades de Confolant et Pont du Bouchet (sources : IRH-SAUR, MareClean)	106
Figure 48 : Diagramme décisionnel visant à identifier le risque de contamination interhumaine lors de la baignade (source AELB/SAFEGE)	111
Figure 49 : Diagramme décisionnel visant à identifier le risque lié aux animaux pour la baignade (source AELB/SAFEGE)	112
Figure 50 : Bathymétrie de la retenue des Fades Besserve (source : Aquascop, BD_Ortho®)	114
Figure 51 : Modélisation des flux bactériologiques de la Sioule et du Sioulet en temps sec et en temps pluvieux	116
Figure 52 : Concentrations en E.Coli/100 ml sur les différents points d'analyses de la retenue (source : BD_Ortho, ATHOS Environnement)	117
Figure 53 : Comparaison des flux bactériologiques de la Sioule et du Sioulet en temps sec et des résultats obtenus lors des campagnes de mesure	118
Figure 54 : Modélisation des flux bactériologiques du ruisseau de Confolant et de deux buses pluviales	120
Figure 55 : Répartition des analyses bactériologiques au regard des seuils fixés par l'AFSSET sur les plages de Confolant et de Pont du Bouchet (sources : ARS 63, AFSSET)	122
Figure 56 : Pluie du jour même, de la veille et de l'avant-veille du prélèvement ARS confrontées aux analyses E.Coli/100 ml et E.I/100 ml (sources : Météo France ARS 63)	126
Figure 57 : Pourcentage d'occurrence des analyses bactériologiques par classes de pluie, pour la pluie du jour du prélèvement de la veille et de l'avant-veille du prélèvement réalisé par l'ARS sur la baignade de Confolant	127
Figure 58 : Pourcentage d'occurrence des analyses bactériologiques par classes de pluie, pour la pluie du jour du prélèvement de la veille et de l'avant-veille du prélèvement réalisé par l'ARS sur la baignade de Pont du Bouchet	128
Figure 59 : Charge interne et charge externe en phosphore, mécanismes favorisant la prolifération des cyanobactéries (source : ATHOS Environnement)	132
Figure 60 : Répartition des différentes formes de phosphore dans le sédiment de la retenue des Fades Besserve au niveau de Pont du Bouchet exprimées en mg de P par kg de sédiment	134
Figure 61 : Localisation des points de réalisation des profils verticaux (source : BD_Ortho®)	135
Figure 62 : Profil verticaux de l'oxygène (saturation en oxygène) au niveau des six points d'étude et pour les trois campagnes de mesures	137
Figure 63: Résultats des dénombrements de cyanobactéries	139
Figure 64 : Schéma des flux migratoires et localisation des dénombrements comprenant des espèces tropicales (source : ATHOS)	140
Figure 65 : Résultats obtenus avec la sonde BBE le 02/09/2011	143
Figure 66 : Modélisation de l'impact de la buse pluviale drainant le camping si elle est déplacée de quelques centaines de mètres	148
Figure 67 : Localisation des parcelles pâturées et cours d'eau, suggestion de pose de clôture (BD_Ortho®)	151
Figure 68 : Limites réglementaires à respecter pour les épandages au niveau du bassin versant des baignades de Confolant et Pont du Bouchet (BD_Ortho®)	152
Figure 69 : Synthèse des actions à mener pour réduire le risque de contaminations bactériologiques et de cyanobactéries sur les baignades de Confolant et Pont du Bouchet	157
Figure 70: Procédure de gestion d'une pollution anticipée (ATHOS Environnement)	161
Figure 71: Procédure de gestion d'une pollution non anticipée (ATHOS Environnement)	162
Figure 72 : Exemple de piège à ragondin	164
Figure 73 : Schéma décisionnel basé sur les recommandations de la DGS/SD 7 A n°2003-270 pour la gestion sanitaire du risque lié aux cyanobactéries	166
Figure 74 : Exemple de fleur d'eau (source : Mairie d'Ambert – 63)	167

Figure 75 : Fiche d'information du public sur les cyanobactéries 169

23 LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Calendrier réglementaire de révision du profil	11
Tableau 2 : Simulation de Classement de la qualité de l'eau de baignade des plages de Confolant et Pont du Bouchet (ARS, délégation 63)	13
Tableau 3 : Caractéristiques de la Sioule et du Sioulet	21
Tableau 4 : Temps d'écoulement superficiel des eaux sur le bassin versant des plages de Confolant et Pont du Bouchet	24
Tableau 5 : Superficie de chaque type de sol sur les zones d'influence	30
Tableau 6 : Caractéristiques de l'aménagement des Fades Besserve (source : EDF)	36
Tableau 7 : Statistiques de la population sur la commune de Miremont (source : INSEE)	40
Tableau 8 : Offre d'hébergement sur la commune de Miremont (source : INSEE)	43
Tableau 9 : Détails de l'activité agricole de la commune de Miremont d'après le dernier recensement agricole en 2000	45
Tableau 10 : Normes de qualité bactériologique des eaux de baignades selon la directive 76/160/CEE	47
Tableau 11 : Critère de classement de la qualité des eaux de baignade en France selon la directive 76/160/CEE (source www.baignade.sante.gouv.fr)	48
Tableau 12 : Classe de qualité de l'eau de baignade selon la directive 2006/7/CE pour les eaux intérieures (source www.baignade.sante.gouv.fr)	49
Tableau 13 : Classe de qualité des eaux de baignades intérieures selon la directive 2006/7/CE (source : www.baignade.sante.gouv.fr)	49
Tableau 14 : Évaluation de la qualité de l'eau de baignade sur les zones de baignades de Confolant et Pont du Bouchet, d'après la directive 76/160/CEE	52
Tableau 15 : Simulation du classement de la qualité de l'eau de baignade des sites de Confolant et Pont du Bouchet sur 10 saisons balnéaires selon la directive 2006/7/CE	55
Tableau 16 : Seuils de qualité selon l'annexe I de la directive 2006/7/CE	57
Tableau 17 : Evolution potentielle du classement pour la baignade de Confolant au cours des quatre prochaines années	59
Tableau 18 : Evolution potentielle du classement pour la baignade de Confolant au cours des quatre prochaines années	60
Tableau 19 : Analyse du risque de prolifération de cyanobactéries sur la plage de Confolant selon les recommandations de l'AELB	68
Tableau 20 : Analyse du risque de prolifération de cyanobactéries sur la plage de Pont du Bouchet selon les recommandations de l'AELB	69
Tableau 21 : Niveaux de risque liés aux cyanobactéries (Source : ARS Auvergne)	73
Tableau 22 : Nombre de prélèvements par saisons balnéaire de 2007 à 2010 (Source ARS Auvergne)	74
Tableau 23 : résultats des dosages physico-chimique des trois campagnes de prélèvement réalisées sur la retenue des Fades-Besserve	80
Tableau 24 : Résultats des dosages physico-chimiques au fond de la colonne d'eau au droit des trois baignades	81
Tableau 25 : Résultats des analyses physico-chimiques réalisées lors des campagnes du 20 juillet, 9 août et 21 décembre 2011	81
Tableau 26 : Fonctionnement des trois stations d'épuration de la commune de Miremont (source : SATESE)	85
Tableau 27 : Résultats des analyses bactériologiques réalisées en temps sec et temps pluvieux	103
Tableau 28 : Estimation des flux bactériologiques d'après les mesures réalisées en temps sec et en temps pluvieux	104

Tableau 29 : Résultats des analyses bactériologiques réalisées sur la Sioule et le Sioulet par temps sec et par temps pluvieux	104
Tableau 30 : Récapitulatif des habitations ayant obtenues un avis défavorable à l'issu de l'enquête du SPANC (source : SAUR)	107
Tableau 31 : Estimation des flux journaliers ayant pour origine l'assainissement individuel	107
Tableau 32 : Estimation du flux bactériologique de la buse pluviale de la baignade de Confolant d'après les mesures réalisées le 9 août 2011	107
Tableau 33 : Estimation du flux bactériologique de la buse pluviale de la base nautique	108
Tableau 34 : Estimation du flux bactériologique de la buse pluviale de la baignade de Confolant	108
Tableau 35 : Estimation des flux bactériologiques d'origine agricole sur les surfaces pâturées des zones d'influence des baignades de Confolant et Pont du Bouchet	109
Tableau 36 : Estimation de la concentration bactériologique en cas de forte affluence sur les zones de baignade de Confolant et Pont du Bouchet	110
Tableau 37 : Analyse de corrélation entre les paramètres microbiologiques et la pluviométrie la veille, et l'avant-veille des prélèvements de l'ARS pour les baignades de Confolant et Pont du Bouchet	124
Tableau 38 : Hiérarchisation des sources de pollutions pour la baignade de Confolant	131
Tableau 39 : Hiérarchisation des sources de pollutions pour la baignade de Pont du Bouchet	131
Tableau 40 : Profondeur de disparition du disque de Secchi et profondeur de la zone euphotique lors des trois campagnes de mesures	136
Tableau 41 : Proposition d'action visant à prévenir une contamination par les eaux usées du poste de relèvement	147
Tableau 42 : Tableau récapitulatif des objectifs retenus par la CLE du SAGE Sioule (tiré de stratégie du Sage Sioule – septembre 2011)	153
Tableau 43 : Tableau récapitulatif des méthodes curatives, avantages et inconvénients	155
Tableau 44 : Récapitulatif des avantages et inconvénients de chaque méthode	156

24 ANNEXES

Annexe 1 : THEORIE DE LA DELIMITATION DES ZONES D'INFLUENCES

Annexe 2 : DETERMINATION DE LA NOTE DE CRITICITE TECHNIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DES POSTES DE RELEVEMENT

Annexe 3 : COMPTE-RENDU DES CAMPAGNES TERRAIN SUR LA RETENUE DES FADES-BESSERVE

Annexe 4 : MODELISATION DES FLUX BACTERIOLOGIQUES

Annexe 5 : RESULTATS DES DENOMBREMENTS DE CYANOBACTERIES

Annexe 6 : PROFILS VERTICAUX DE LA TEMPERATURE

Annexe 7 : LISTE EXHAUSTIVE DES METHODES CURATIVES DETAILLEES

Annexe 8 : FICHE DE SURVEILLANCE QUOTIDIENNE DE LA BAIGNADE

Annexe 9 : FICHE « INFORMATION FERMETURE DE LA BAIGNADE »

Annexe 10 : FICHE « GESTION D'UNE POLLUTION »

ANNEXE 1 : THEORIE DE LA DELIMITATION DES ZONES D'INFLUENCES

Le guide national pour l'élaboration des profils baignade, préconise la définition d'un **périmètre d'étude basé sur le temps de survie des bactéries dans le milieu.**

Les microorganismes pathogènes sont principalement d'origine fécale. Lors de leur libération dans le milieu naturel, ils rencontrent des conditions de vie plus défavorables que leur biotope d'origine (flore intestinale principalement). La température est plus faible, l'irradiance due à la lumière du soleil est importante, la disponibilité en nutriments est plus faible,... Ces différences de condition de vie vont entraîner une **décroissance de la concentration bactérienne** initialement rejetée dans le milieu **au cours du temps**. On estime qu'**au bout de 10h, l'abattement bactérien est suffisamment important** et ne présente plus de risque majeur pour la baignade. Trois zones d'étude peuvent être définies :

- **Une zone d'étude immédiate** : elle inclue l'ensemble des sources de pollution ayant un impact (supposé) direct sur la zone de baignade de par leur proximité et un temps de transfert très rapide.
- **Une zone d'étude rapprochée** : elle est définie sur la base du temps de transfert des pollutions jusqu'à la zone de baignade. Ce temps de transfert est comparé au temps de décroissance bactérien dans le cours d'eau (T90⁶). En règle générale, si le temps de transfert du cours d'eau (lié à la vitesse de l'eau) est supérieur au T90, on considère que les pollutions provenant de l'amont du bassin versant n'auront pas d'impact sur la baignade puisque les bactéries rejetées auront été détruites.
- **Une zone d'étude éloignée** : elle représente l'extrémité amont du bassin versant (où le temps de transfert est supérieur au T90). Sur cette zone, on ne considérera que les sources de pollution pouvant rejeter des nutriments dans le cours d'eau (phosphore et nitrate).

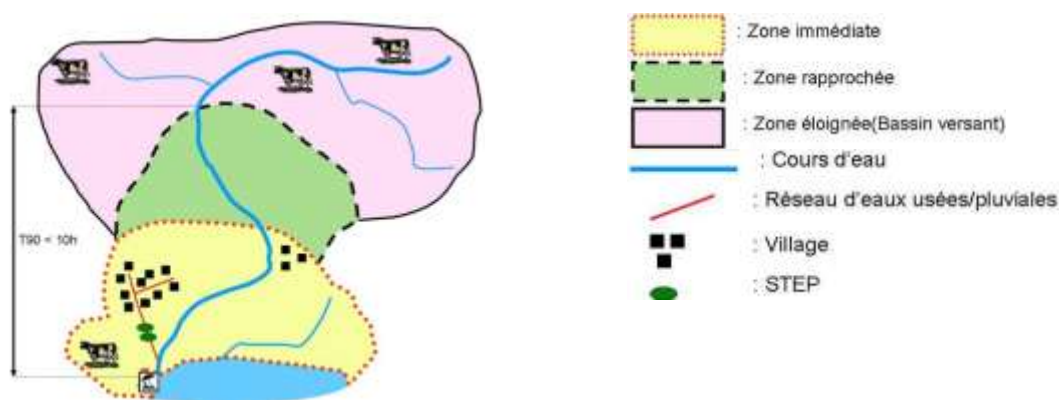


Schéma théorique de la délimitation des zones d'étude

⁶ T90 : Temps (ou distance si l'on connaît la vitesse moyenne du cours d'eau) nécessaire à l'abattement de 90% de la charge bactériologique initiale dans le cours d'eau

ANNEXE 2 : TABLEAUX DE DETERMINATION DE LA NOTE DE CRITICITE TECHNIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DES POSTES DE RELEVEMENT

TECHNIQUE	Pompe de secours		Permutation des pompes		Groupe électrogène			Bâche tampon		Trop plein			Débit mensuel moyen (m3/mois)		
	Oui	Non	Automatique	Manuelle	Total	Partiel	Absence	Présence	Absence	Absence	Présence	Débordement sur réseau	0 < Q < 300	300 < Q < 1500	Q > 1500
	1	10	1	10	1	5	10	1	10	1	20	20	1	5	10
	x			x			x		x	x			x		

SURVEILLANCE	Alarme Niveau Haut			Télésurveillance		Défaut EDF		Défaut pompe		Défaut ligne T.L.S		PARTICULARITES	Eaux parasites		Risque d'inondation		NOTE EQUIPEMENT
	< 4 par an	de 4 à 10 par an	> 10 par an	Présence	Absence	< 3 par an	> 3 par an	< 4 par an	≥ 4 par an	< 3 par an	> 3 par an		Présence	Absence	Oui	Non	
	1	2	3	1	20	1	10	1	10	1	10		20	1	20	1	
	x				x	x		x		x			x			x	

Type de transfert							Distance au milieu récepteur				COEFFICIENT	NOTE TECHNIQUE
Ruissellement infiltration	Pluvial ouvert végétalisé	Pluvial ouvert	Mixte (pluvial ouvert et canalisé)	Pluvial canalisé	Direct vers cours d'eau	Direct vers le lac	> 1000 m	entre 500 et 1000 m	entre 100 et 500 m	< 100 m		
0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	0,25	0,5	0,75	1		
x									x		0,95	83

Détermination de la note de criticité du poste de relèvement des eaux usées de Confolant – base nautique (source : SAUR)

TECHNIQUE	Pompe de secours		Permutation des pompes		Groupe électrogène			Bâche tampon		Trop plein			Débit mensuel moyen (m3/mois)		
	Oui	Non	Automatique	Manuelle	Total	Partiel	Absence	Présence	Absence	Absence	Présence	Débordement sur réseau	0 < Q < 300	300 < Q < 1500	Q > 1500
	1	10	1	10	1	5	10	1	10	1	20	20	1	5	10
	x			x			x		x	x			x		

SURVEILLANCE	Alarme Niveau Haut			Télésurveillance		Défaut EDF		Défaut pompe		Défaut ligne T.L.S		PARTICULARITES	Eaux parasites		Risque d'inondation		NOTE EQUIPEMENT
	< 4 par an	de 4 à 10 par an	> 10 par an	Présence	Absence	< 3 par an	> 3 par an	< 4 par an	≥ 4 par an	< 3 par an	> 3 par an		Présence	Absence	Oui	Non	
	1	2	3	1	20	1	10	1	10	1	10		20	1	20	1	
	x				x	x		x		x			x			x	

Type de transfert							Distance au milieu récepteur				COEFFICIENT	NOTE TECHNIQUE
Ruissellement infiltration	Pluvial ouvert végétalisé	Pluvial ouvert	Mixte (pluvial ouvert et canalisé)	Pluvial canalisé	Direct vers cours d'eau	Direct vers le lac	> 1000 m	entre 500 et 1000 m	entre 100 et 500 m	< 100 m		
0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	0,25	0,5	0,75	1		
x									x			

Détermination de la note de criticité du poste de relèvement des eaux usées de Confolant – camping (source : SAUR)

TECHNIQUE	Pompe de secours		Permutation des pompes		Groupe électrogène			Bâche tampon		Trop plein			Débit mensuel moyen (m3/mois)		
	Oui	Non	Automatique	Manuelle	Total	Partiel	Absence	Présence	Absence	Absence	Présence	Débordement sur réseau	0 < Q < 300	300 < Q < 1500	Q > 1500
	1	10	1	10	1	5	10	1	10	1	20	20	1	5	10
	x		x				x		x	x			x		

SURVEILLANCE	Alarme Niveau Haut			Télésurveillance		Défaut EDF		Défaut pompe		Défaut ligne T.L.S		PARTICULARITES	Eaux parasites		Risque d'inondation		NOTE EQUIPEMENT
	< 4 par an	de 4 à 10 par an	> 10 par an	Présence	Absence	< 3 par an	> 3 par an	< 4 par an	≥ 4 par an	< 3 par an	> 3 par an		Présence	Absence	Oui	Non	
	1	2	3	1	20	1	10	1	10	1	10		20	1	20	1	
	x				x	x		x		x			x			x	

Type de transfert							Distance au milieu récepteur				COEFFICIENT	NOTE TECHNIQUE
Ruissellement infiltration	Pluvial ouvert végétalisé	Pluvial ouvert	Mixte (pluvial ouvert et canalisé)	Pluvial canalisé	Direct vers cours d'eau	Direct vers le lac	> 1000 m	entre 500 et 1000 m	entre 100 et 500 m	< 100 m		
0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	0,25	0,5	0,75	1		
						x				x		

Détermination de la note de criticité du poste de relèvement des eaux usées de Pont du Bouchet – plage (source : SAUR)

ANNEXE 3 : COMPTES RENDUS DES CAMPAGNES DE PRELEVEMENT SUR LA RETENUE DES FADES BESSERVE

Date de prélèvement : 29/07/2011

Préleveur : ATHOS Env. (AT/MS)

Date d'analyse : 29/07/2011 paramètres bactériologiques
04/08/2011 cyanobactéries

Cette première campagne de prélèvements a pour objectif d'établir un profil bactériologique et physico-chimique le long de la retenue des Fades Besserve ; des analyses de cyanobactéries ont également été réalisées en plusieurs points de la retenue. Le sédiment a été prélevé au niveau de chaque baignade en vue du dosage séquentiel du phosphore (estimation du potentiel de relargage).

Les points de prélèvements sont présentés sur la Carte 1, pour chaque point, le détail des analyses réalisées figure dans le tableau suivant.



Carte 1 : Localisation des différents points de prélèvements (source : BD Ortho ®)

Tableau 1 : Détail des analyses réalisées pour chaque point de prélèvement

ID	Type d'analyse								
	conductivité	pH	Oxygène	Température	Secchi	Bactériologie	Cyanobactéries	Sédiment	Nutriments
Sioulet - bourg de Miremont	x	x	x	x		x			x
Bras Sioulet - amont baignade	x	x	profil	profil		x			x
La Chazotte	x	x	profil	profil	x	x	x	x	x
Confolant	x	x	profil	profil	x	x	x	x	x
Point intermédiaire	x	x	profil	profil	x	x	x		x
Pont du Bouchet	x	x	profil	profil	x	x	x	x	x
Bras Sioule - amont confluence	x	x	profil	profil	x	x	x		x
Sioule - pont de la D61	x	x	x	x		x			x

Conductivité et pH :

La conductivité renseigne sur le degré de minéralisation de l'eau, tout comme le pH, c'est un facteur physique dépendant de la géologie du bassin versant. Le pH est étroitement relié à l'activité biologique et présente des variations temporelles.

Tableau 2 : Conductivité et pH pour chaque point de prélèvement

	Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH
Sioulet - bourg de Miremont	102	7,55
Bras Sioulet - amont baignade	130	9,5
La Chazotte	132	9,63
Confolant	130	9,62
Point intermédiaire	130	9,63
Pont du Bouchet	129	9,54
Sioule - amont confluence	130	9,57
Bras Sioule - pont de la D61	160	8,2

La conductivité est stable dans la retenue et se situe autour de 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$, elle est plus basse pour le Sioulet amont et plus élevée pour la Sioule à l'amont de sa confluence avec le Sioulet.

Le pH est globalement le même dans la retenue, 9,6 en moyenne, et témoigne de l'activité photosynthétique importante en surface. Le pH est légèrement moins élevé en amont de la Sioule et du Sioulet.

Oxygène, température et Secchi :

L'oxygène dissous constitue un indicateur de l'activité biologique, en particulier de la photosynthèse.

La température est un facteur physique agissant sur de nombreux paramètres dont l'activité des organismes aquatiques.

Le disque de Secchi permet d'évaluer la profondeur de pénétration verticale de la lumière dans l'eau.

Tableau 3 : Oxygène et température des deux points amont Sioulet et Sioule

	Oxygène (mg/l)	T°C
Sioulet - bourg de Miremont	9,55	13,8
Sioule - pont de la D61	9,95	12,9

La zone euphotique (Tableau 4) est comprise entre 3 et 5 m. Il s'agit d'une zone de pénétration de la lumière dans laquelle la production d'oxygène est plus importante que la consommation.

Tableau 4 : Mesure de la profondeur Secchi et estimation de la zone euphotique

	Secchi (m)	Zone euphotique (m)
Bras Sioulet - amont baignade	1,25	3,125
La Chazotte	1,35	3,375
Confolant	1,65	4,125
Point intermédiaire	2	5
Pont du Bouchet	1,15	2,875
Bras Sioule - amont confluence	1,2	3

Les profils réalisés le 29 juillet (Figure 1) montrent que la thermocline n'est pas installée. Entre la surface et le fond, la température chute de 4 degrés mais de manière progressive.

Les mesures de concentration en oxygène permettent d'observer une stratification prononcée, hormis pour le point 1 (Sioulet – amont baignade).

Pour tous les points, le pourcentage de saturation est très élevé en surface (supérieur à 140 % de saturation en oxygène) et traduisent des pics de production photosynthétique et donc des pics de croissance phytoplanctonique. A partir de 120% d'oxygène, on considère qu'il peut y avoir un risque de prolifération de cyanobactéries.

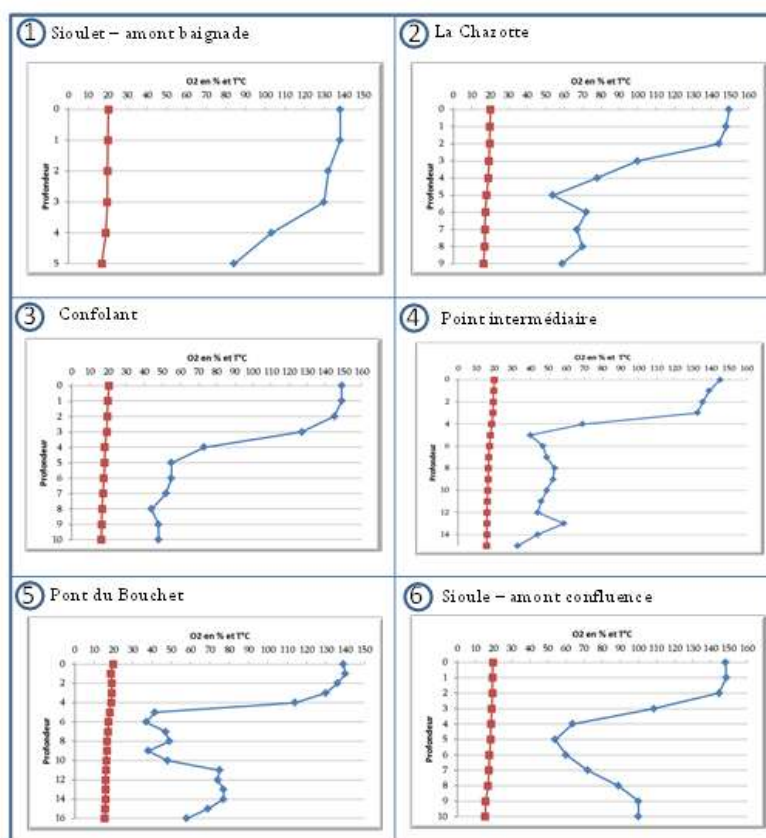
On observe une diminution brutale de l'oxygène entre 2 et 5 m, ce phénomène est dû à la distribution du phytoplancton dans la colonne d'eau. La majorité du phytoplancton se trouvant en surface, dans les deux premiers mètres, son absence dans les mètres suivant, malgré la pénétration de la lumière, provoque une chute marquée de la concentration en oxygène.

Dans la zone aphotique (zone où la lumière ne pénètre plus), l'oxygène se stabilise et on observe un gradient d'amont en aval. Au niveau du point Sioulet-amont, la concentration en oxygène est de 80%, 60% au niveau du point La Chazotte, 50% au niveau de Confolant et 30% au niveau du point intermédiaire. Le fond n'est donc pas désoxygéné et l'on peut supposer l'influence des eaux du Sioulet qui arrivent dans la retenue en profondeur (température plus basse) et qui oxygènent la zone euphotique.

La même observation peut être faite au niveau de Pont du Bouchet qui se trouve à proximité de la confluence avec la Sioule.

Ses concentrations en oxygène dissous de la zone aphotique peuvent également être expliquées par la sédimentation de phytoplancton (diatomées). Cette hypothèse sera confirmée ou infirmée par la sonde BBE (campagne prévue en septembre).

Figure 1 : Profils Oxygène/température

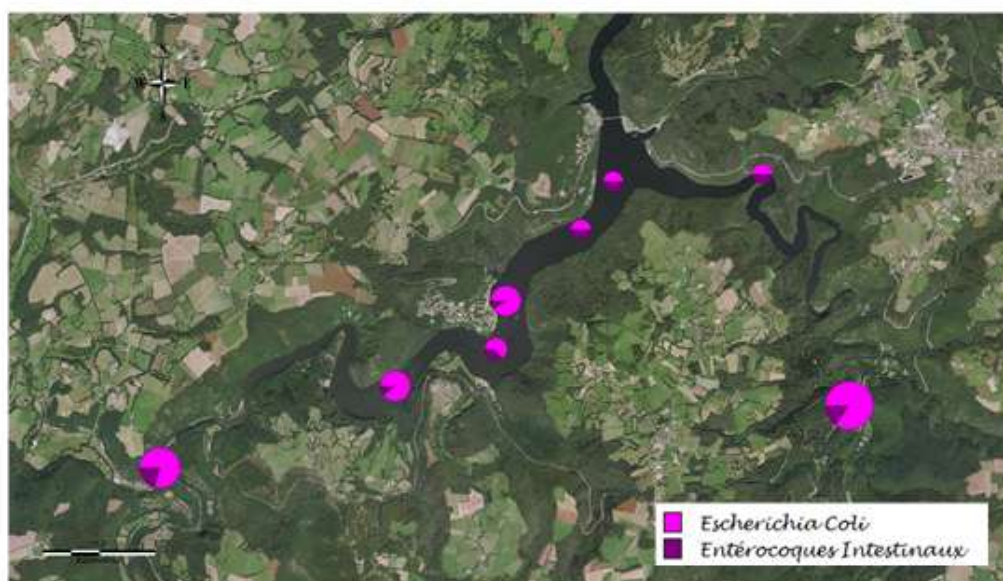


Analyses bactériologiques :

Les paramètres analysés correspondent à ceux demandés dans la directive baignade 2006/7/CE, il s'agit de Escherichia coli et Entérocoques Intestinaux qui sont des témoins de contamination fécale animale ou humaine. Leur présence indique une probabilité de contamination du milieu par des microorganismes pathogènes (bactéries, protozoaires, virus...).

Tableau 5 : Résultats des analyses bactériologiques (analyses effectuées par l'Institut Louise Blanquet)

ID	E.Coli/100ml	E.I./100 ml
Sioulet - Miremont	750	195
Bras Sioulet - amont baignade	125	<15
La Chazotte - pleine eau	30	<15
Confolant - pleine eau	143	<15
Intermédiaire	<15	<15
Pont du Bouchet - pleine eau	15	<15
Bras Sioule - amont confluence	<15	<15
Sioule - pont de la D61	2536	457



Carte 2 : Représentation graphique des résultats bactériologiques (source : BD Ortho ®)

Les analyses bactériologiques révèlent des concentrations importantes en *E.Coli* pour la Sioule en amont de la retenue, au niveau du pont de la D61, et pour le Sioulet à l'entrée de Miremont. Sur ces deux points on peut supposer l'impact des activités anthropiques proches

(assainissement, lessivage des sols...). Dans la retenue, toutes les valeurs sont inférieures au seuil des 500 *E.Coli*/100 ml nécessaire pour l'obtention du classement en qualité « excellente » d'après la nouvelle directive.

Ces analyses semblent indiquer une bonne autoépuration de la Sioule et du Sioulet qui n'auraient pas d'impact sur la qualité bactériologique des trois baignades, en effet, la retenue est un milieu stagnant ouvert permettant une dilution suffisante et dans laquelle les bactéries sont exposées aux UV et à la prédation pélagique par les protozoaires.

La valeur légèrement plus importante en *E.Coli* relevée au niveau de la baignade de Confolant, en pleine eau, peut être expliquée par la présence d'une buse d'assainissement pluviale à proximité de la zone de baignade.

Analyses cyanobactéries :

Tableau 6 : Résultats des comptages supplémentaires de cyanobactéries



Point de prélèvement	Abondance tot /ml	Genre dominant	Autres genres Observés
Bras Sioulet - amont baignades	11889	<i>Romeria</i>	<i>Anabeana</i> , <i>Merismopedia</i>
La Chazotte - pleine eau	22251	<i>Coelomorion</i>	<i>Anabeana</i> , <i>Aphanocapsa</i>
Confolant - pleine eau	15287	<i>Anabeana</i>	
Intermédiaire - pleine eau	15626	<i>Anabeana</i>	
Bras Sioule - amont confluence	11041	<i>Cylindrospermopsis</i>	<i>Aphanocapsa</i>
Pont du Bouchet - pleine eau	11041	<i>Anabeana</i>	<i>Cylindrospermopsis</i>

Les dénombrements de cyanobactéries révèlent des concentrations inférieures à 20 000 cell/ml pour tous les échantillons, hormis pour le point réalisé en pleine eau, au niveau de la Chazotte où la concentration est légèrement supérieure. D'après la circulaire DGS/SD 7 du 4 juin 2003 relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignade et de loisirs nautiques, le niveau de risque est Ia lorsque la concentration en cyanobactéries est inférieure à 20 000 cell/ml et Ib lorsqu'elle est comprise entre 20 000 et 100 000 cell/ml.

Anabaena est retrouvée au niveau de tous les points de prélèvements hormis pour celui de la Sioule – amont confluence, elle devient majoritaire au niveau de Confolant, du point intermédiaire et de Pont du Bouchet. La composition du peuplement est légèrement différente pour le Sioulet et de manière plus prononcée pour la Sioule.

Anabaena est une cyanobactérie potentiellement productrice de toxines (hépatotoxines et neurotoxines). *Cylindrospermopsis*, genre retrouvé sur le bras de la Sioule en amont de la confluence, est également producteur d'hépatotoxine.



Carte 3 : Représentation graphique des dénombrements de cyanobactéries (source : BD Ortho ®)

Dosage des nutriments :

Les concentrations des principaux éléments responsables de l'accélération de l'eutrophisation (azote et phosphore) ont été analysés sous leurs différentes formes, les plus facilement assimilable par le phytoplancton : PO_4^- et NH_4^+ .

ID	PO_4 mg/l	P μ g/l	NH_4 mg/l
Bras du Sioulet	0,025	8,06	0,258
Chazotte pleine eau	0,018	6,05	0,124
Confolant pleine eau	0,009	2,82	0,000
Point intermédiaire pleine eau	0,006	2,02	0,064
Pont du Bouchet pleine eau	0,012	4,03	0,212
Bras Sioule	0,032	10,48	0,310

La comparaison des valeurs aux seuils du SEQ¹ Eau, indique une eau de très bonne qualité au regard du paramètre phosphates pour tous les points, en revanche la majorité des points présente une qualité seulement bonne au regard du paramètre ammonium. Les concentrations les plus importantes concernent le Bras de la Sioule et du Sioulet.

Les concentrations en phosphore total, sont inférieures à 20µg/l, seuil à partir duquel la prolifération de cyanobactérie est favorisée.

Les analyses ne révèlent pas la mise en place d'une thermocline mais il existe tout de même une stratification de la colonne d'eau pour l'oxygène due à la présence de phytoplancton en surface. Les cyanobactéries restent cependant dans des concentrations proches de 20 000 cell/ml. Le jour des prélèvements, la composition du peuplement de cyanobactéries était relativement homogène au sein de la retenue, la Sioule et le Sioulet amont présentaient quant à eux une composition différente. La zone aphotique semble oxygénée sous l'influence du Sioulet et de la Sioule. Le fond n'est pas désoxygéné et le phosphore compris dans les sédiments ne peut donc pas être relargué et alimenter la croissance cyanobactérienne.

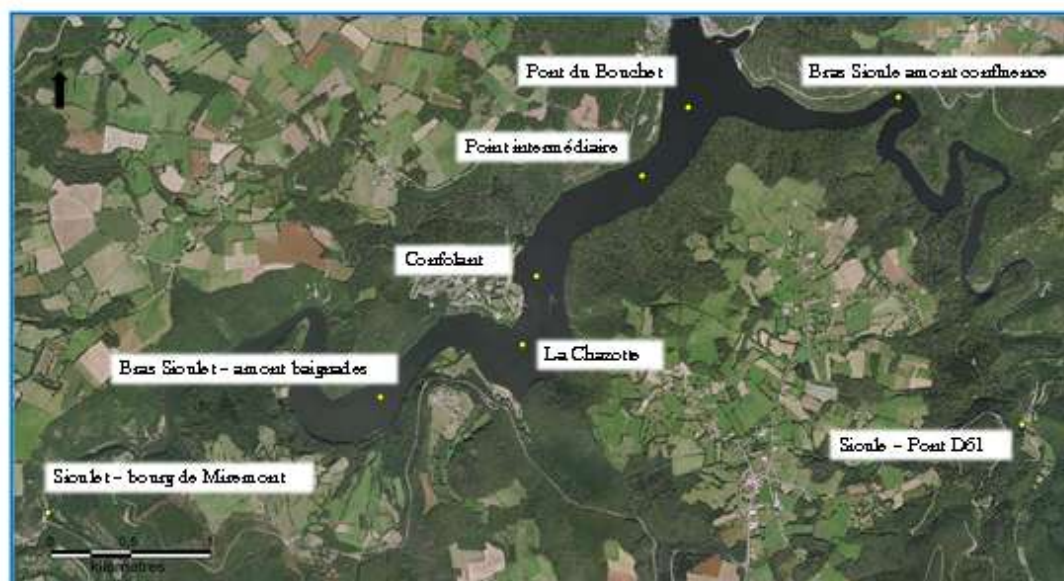
Date de prélèvement : 02/09/2011 et 16/09/2011
Préleveur : ATHOS Env. (AT/RG/MS)

Date d'analyse : 16/09/2011 *paramètres bactériologiques*
05/09/2011 et 20/09/2011 *cyanobactéries*

La deuxième campagne de prélèvement sur la retenue des Fades Besserve a été consacrée à l'utilisation de la sonde spectrofluorométrique immergeable BBE en 6 points de la retenue, permettant l'étude de plusieurs classes phytoplanctoniques.

La troisième campagne, tout comme la première avait pour objectif d'établir un profil bactériologique de la retenue. Lors de ces deux campagnes de prélèvement, des analyses de cyanobactéries ont été réalisées ainsi que des profils verticaux d'oxygène et température.

Les points de prélèvements sont présentés sur la Carte 1, pour chaque point, le détail des analyses réalisées figure dans le tableau suivant.



Carte 1 : Localisation des différents points de prélèvements (source : BD Ortho ®)

Tableau 1 : Dates des analyses réalisées pour chaque point de prélèvement

ID	Type d'analyse								
	conductivité	pH	Oxygène	Température	Secchi	Bactériologie	Cyanobactéries	BBE	Nutriments
Sioulet - bourg de Miremont	16/09/2011	16/09/2011	16/09/2011	16/09/2011		16/09/2011			16/09/2011
Bras Sioulet - amont baignade	16/09/2011	16/09/2011	profil le 02/09 et le 16/09	profil le 02/09 et le 16/09	le 02/09 et le 16/09	16/09/2011	le 02/09 et le 16/09	02/09/2011	le 02/09 et le 16/09
La Chazotte	16/09/2011	16/09/2011	profil le 02/09 et le 16/09	profil le 02/09 et le 16/09	le 02/09 et le 16/09	16/09/2011	le 02/09 et le 16/09	02/09/2011	le 02/09 et le 16/09
Confolant	16/09/2011	16/09/2011	profil le 02/09 et le 16/09	profil le 02/09 et le 16/09	le 02/09 et le 16/09	16/09/2011	le 02/09 et le 16/09	02/09/2011	le 02/09 et le 16/09
Point intermédiaire	16/09/2011	16/09/2011	profil le 02/09 et le 16/09	profil le 02/09 et le 16/09	le 02/09 et le 16/09	16/09/2011	le 02/09 et le 16/09	02/09/2011	le 02/09 et le 16/09
Pont du Bouchet	16/09/2011	16/09/2011	profil le 02/09 et le 16/09	profil le 02/09 et le 16/09	le 02/09 et le 16/09	16/09/2011	le 02/09 et le 16/09	02/09/2011	le 02/09 et le 16/09
Bras Sioule - amont confluence	16/09/2011	16/09/2011	profil le 02/09 et le 16/09	profil le 02/09 et le 16/09	le 02/09 et le 16/09	16/09/2011	le 02/09 et le 16/09	02/09/2011	le 02/09 et le 16/09
Sioule - pont de la D61	16/09/2011	16/09/2011	16/09/2011	16/09/2011		16/09/2011			16/09/2011

Conductivité et pH :

La conductivité renseigne sur le degré de minéralisation de l'eau, tout comme le pH, c'est un facteur physique dépendant de la géologie du bassin versant. Le pH est étroitement relié à l'activité biologique et présente des variations temporelles.

Tableau 2 : Conductivité et pH pour chaque point de prélèvement

	Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH
Sioulet - bourg de Miremont	110	7,5
Bras Sioulet - amont baignade	129	7,91
La Chazotte	130	8,41
Confolant	130	8,46
Point intermédiaire	130	8,48
Pont du Bouchet	130	8,67
Bras Sioule - amont confluence	131	8,31
Sioule - pont de la D61	176	7,8

La conductivité est stable dans la retenue et se situe autour de 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$, elle est plus basse pour le Sioulet amont et plus élevée pour la Sioule à l'amont de sa confluence avec le Sioulet. Les mesures de conductivité sont proches de celles relevées le 29 juillet.

Le pH est globalement le même dans la retenue, 8,4 en moyenne, et témoigne de l'activité photosynthétique en surface, il est tout de même plus bas que les pH relevés lors de la campagne du 29 juillet. On peut supposer que l'activité photosynthétique est moins intense en ce mois de septembre (le 16/09). Le pH est légèrement moins élevé en amont de la Sioule et du Sioulet.

Oxygène, température et Secchi :

L'oxygène dissous constitue un indicateur de l'activité biologique, en particulier de la photosynthèse.

La température est un facteur physique agissant sur de nombreux paramètres dont l'activité des organismes aquatiques.

Le disque de Secchi permet d'évaluer la profondeur de pénétration verticale de la lumière dans l'eau.

Tableau 3 : Oxygène et température des deux points amont Sioulet et Sioule

	Oxygène (mg/l)	T°C
Sioulet - bourg de Miremont	10,3	13,3
Sioule - pont de la D61	10,1	13,2

La zone euphotique (Tableau 4) est comprise entre 1,88 et 3,88 m le 02/09 et entre 2,25 et 4,5 m le 16/09. Il s'agit d'une zone de pénétration de la lumière dans laquelle la production d'oxygène est plus importante que la consommation.

Tableau 4 : Mesure de la profondeur Secchi et estimation de la zone euphotique

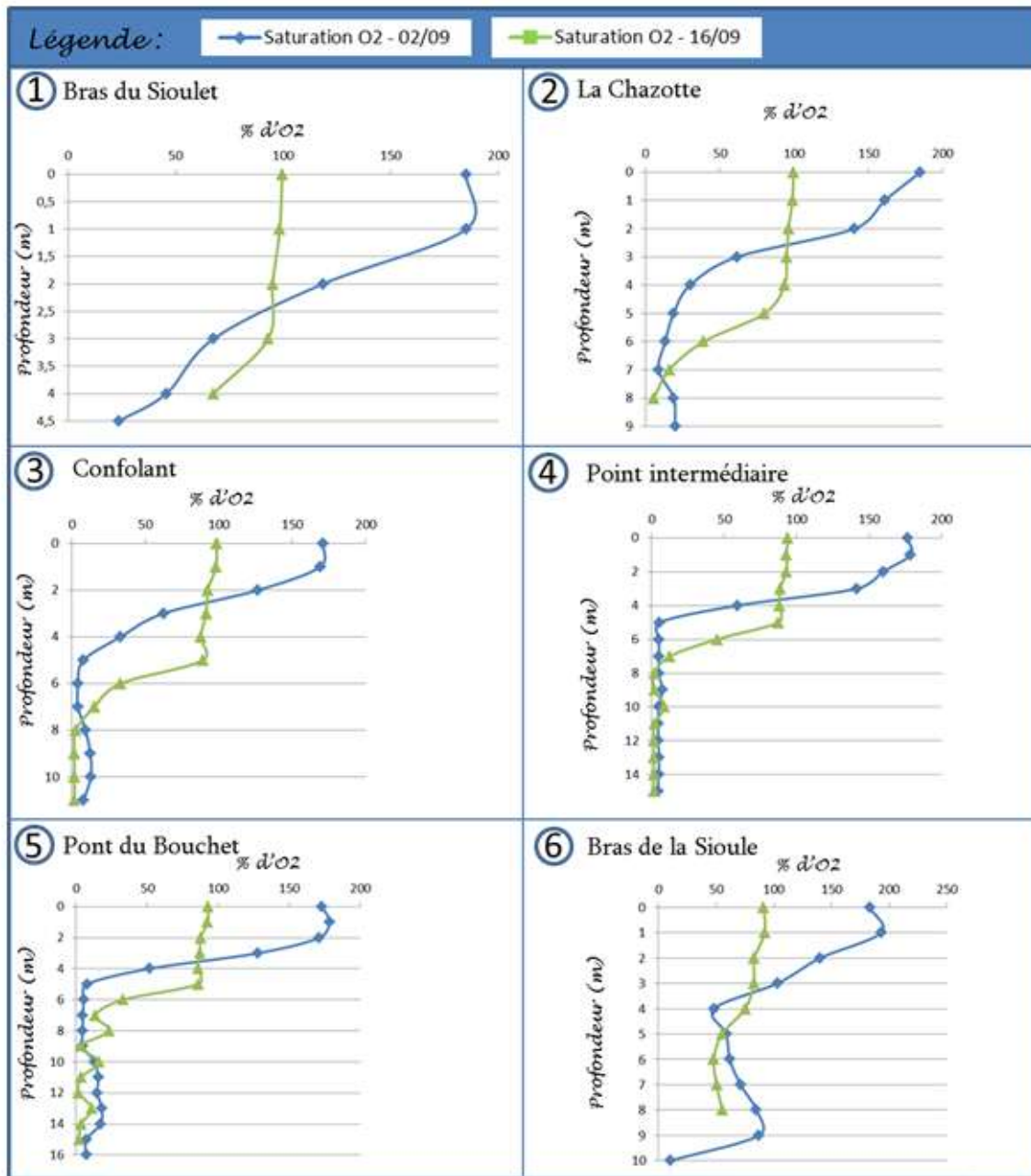


	Secchi (m)		Zone euphotique (m)	
	02-sept	16-sept	02-sept	16-sept
Bras Sioulet - amont baignade	1,55	0,9	3,88	2,25
La Chazotte	0,85	1,5	2,13	3,75
Confolant	0,75	1,5	1,88	3,75
Point intermédiaire	0,95	1,35	2,38	3,38
Pont du Bouchet	1,05	1,8	2,63	4,50
Bras Sioule - amont confluence	0,95	1,5	2,38	3,75

Les profils réalisés le 2 et le 16 septembre (Figure 1) montrent que la colonne d'eau est stratifiée pour les deux dates. Cette stratification est encore plus prononcée à la mi-septembre où l'on observe une désoxygénation du fond pour tous les points, hormis les bras de la Sioule et du Sioulet.

Début septembre, le pourcentage de saturation est très élevé en surface (compris entre 170 et 185% de saturation en oxygène) et traduisent des pics de production photosynthétique très important et donc des pics de croissance phytoplanctonique. A partir de 120% d'oxygène, on considère qu'il peut y avoir un risque de prolifération de cyanobactéries. A la mi-septembre, le pourcentage de saturation de la couche superficielle redescend en dessous de 100%.

Figure 1 : Profils Oxygène/Température pour les deux campagnes

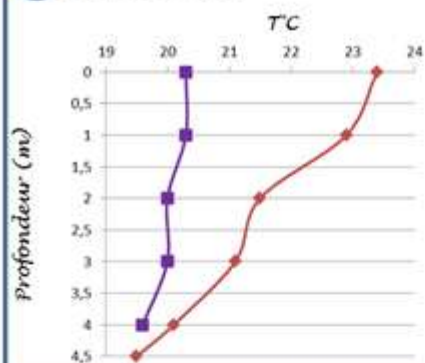


Légende:

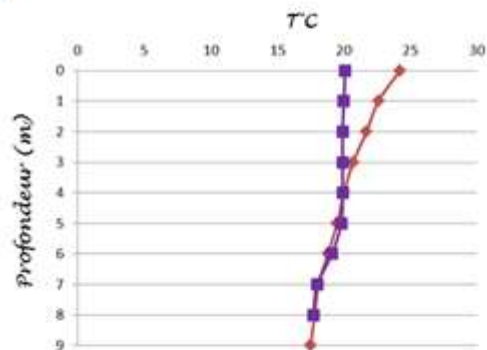
—●— Température - 02/09

—■— Température - 16/09

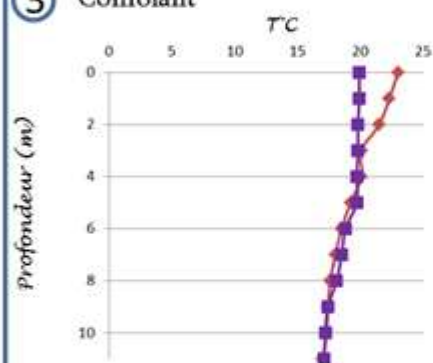
① Bras du Sioulet



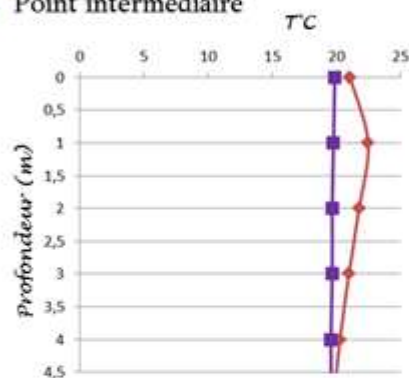
② La Chazotte



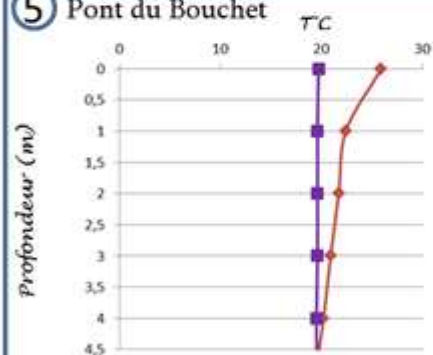
③ Confolant



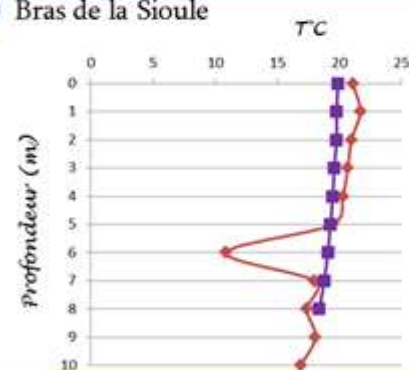
④ Point intermédiaire



⑤ Pont du Bouchet



⑥ Bras de la Sioule

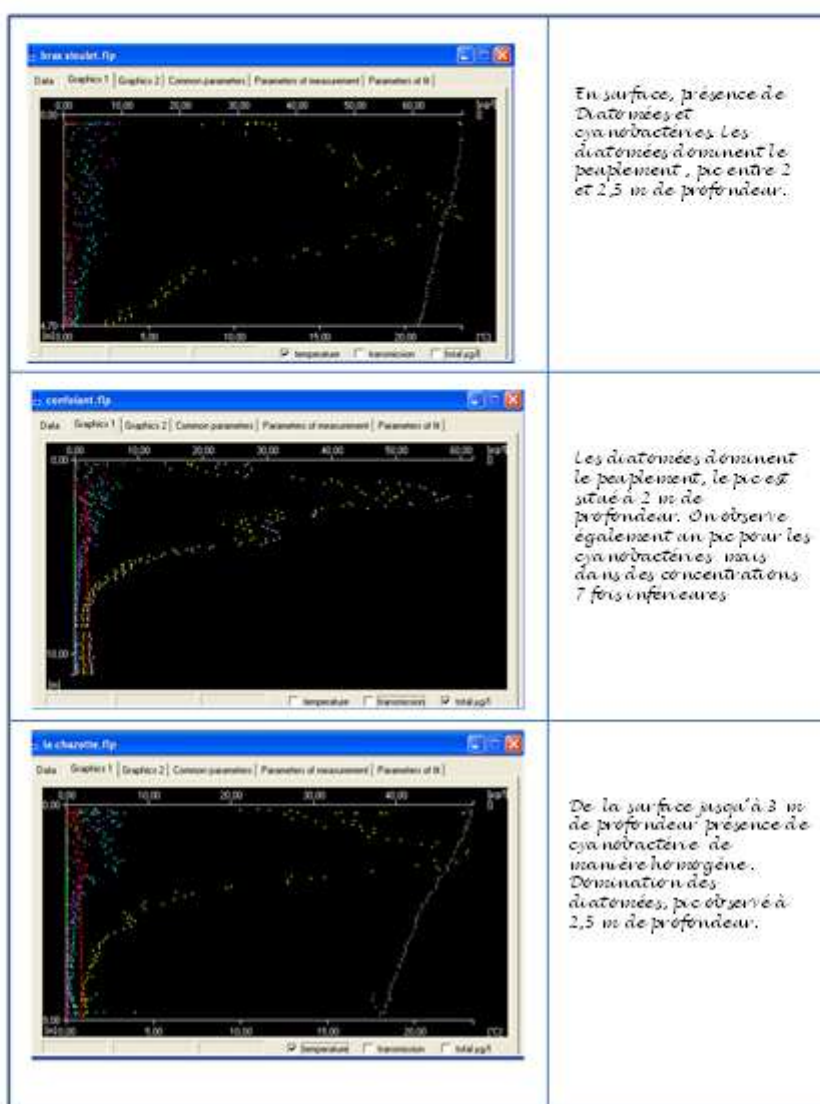


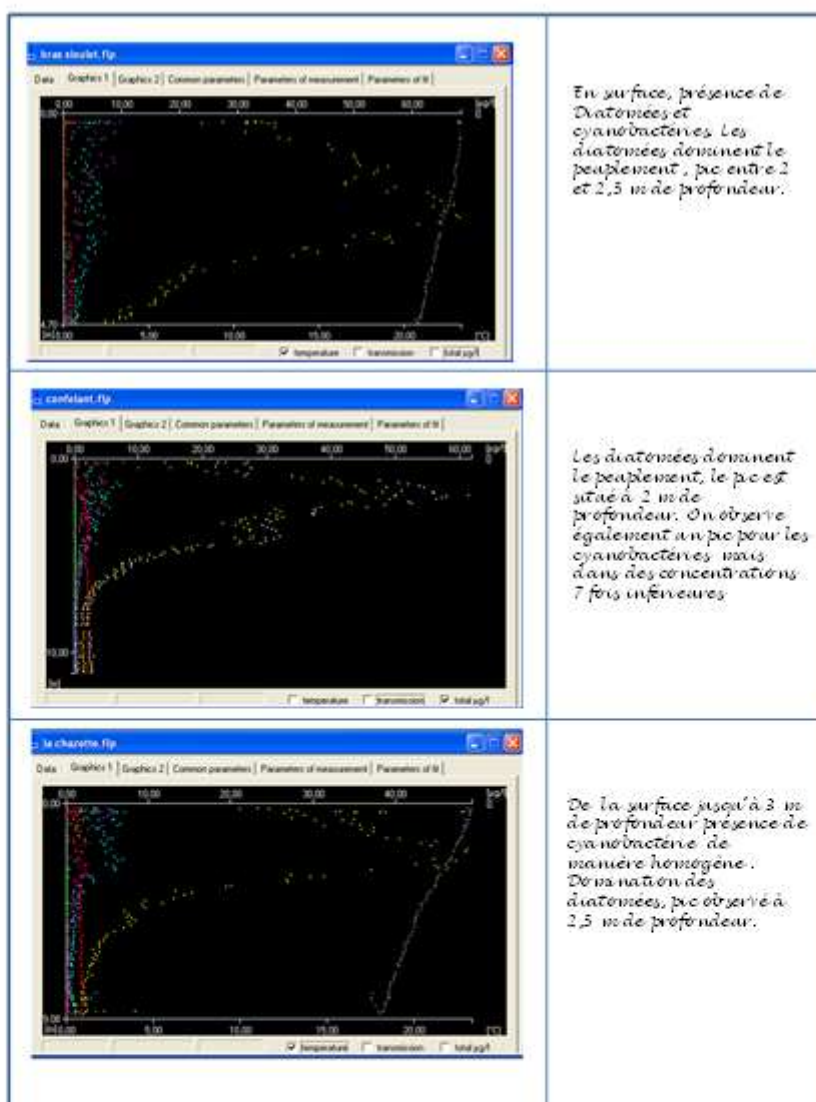
Utilisation de la sonde spectrofluorométrique BBE :

La sonde spectrofluorométrique est immergeable et permet d'obtenir la concentration en μg équivalent de chlorophylle *a* par litre de classes d'algues (chlorophycées, cyanobactéries, diatomées et cryptophycées) en continu le long de la colonne d'eau. Les algues d'une même classe phytoplanktonique contiennent des pigments similaires. La sonde est constituée de diodes émettant à différentes longueurs d'ondes et permettant de calculer la concentration relative de chaque classe phytoplanktonique.

Figure 2 : Résultats obtenus avec la sonde BBE le 02/09/2011

Légende: jaune = diatomées, bleu = cyanobactéries, rouges = cryptophycées, vert = chlorophycées





D'après les graphiques obtenus avec la sonde BBE, au début du mois de septembre, les diatomées dominent le peuplement phytoplanctonique dans des proportions très importantes. Le pic de production est à chaque fois observé entre 2 et 3 mètres de profondeur. Cette prolifération explique la sursaturation en oxygène de la couche superficielle ainsi que des profondeurs de Secchi assez faible lors de la campagne du 2 septembre. Les cyanobactéries sont également présentes dans la colonne d'eau mais à des concentrations plus faibles. Leur répartition le long de la colonne d'eau est semblable à celle des diatomées.

Analyses bactériologiques :

Les paramètres analysés correspondent à ceux demandés dans la directive baignade 2006/7/CE, il s'agit de *Escherichia coli* et *Entérocoques Intestinaux* qui sont des témoins de contamination fécale animale ou humaine. Leur présence indique une probabilité de contamination du milieu par des microorganismes pathogènes (bactéries, protozoaires, virus...).

Tableau 5 : Résultats des analyses bactériologiques du 16/09/2011 (analyses effectuées par l'Institut Louise Blanquet)

ID	E. Coli/100ml	E.t./100 ml
Sioulet - Miremont	647	109
Bras Sioulet - amont baignade	<15	<15
La Chazotte - pleine eau	15	<15
La Chazotte - zone de baignade	61	<15
Confolant - pleine eau	<15	<15
Confolant - zone de baignade	213	<15
Intermédiaire	15	<15
Pont du Bouchet - pleine eau	<15	<15
Pont du Bouchet - zone de baignade	30	<15
Bras Sioule - amont confluence	15	15
Sioule - pont de la D61	1183	77

Carte 2 : Représentation graphique des résultats bactériologiques du 2 septembre 2011 (source : BD_ORIHO®)

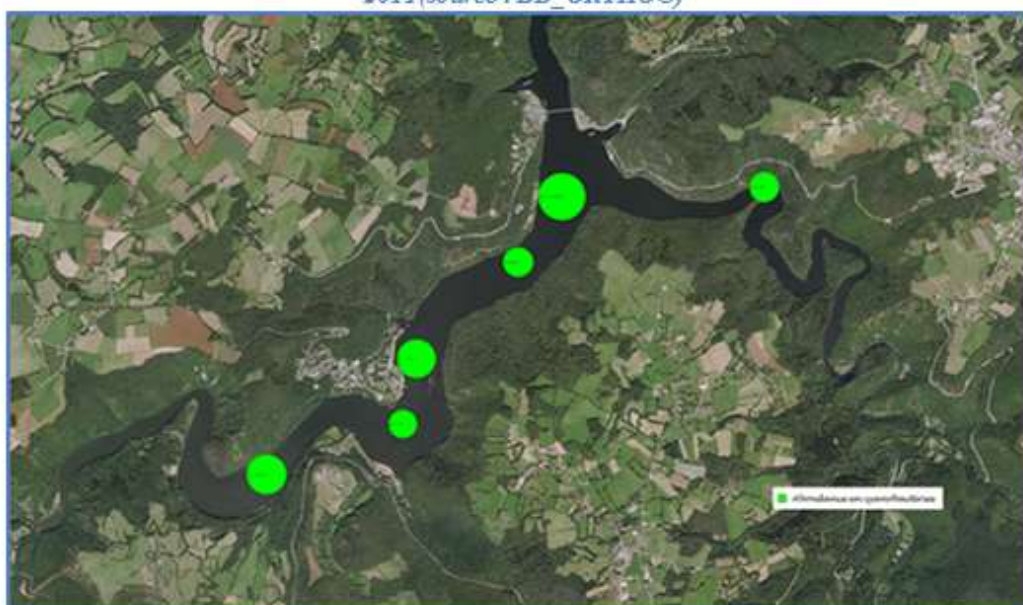


Analyses cyanobactéries :

Tableau 6 : Résultats des comptages supplémentaires de cyanobactéries

02-sept-11			
Point de prélèvement	Abondance tot /ml	Genre dominant	Autres genres Observés
Bras Sioulet - amont baignades	13000	Cyanocataena	Coelomoron, Anabaena, Synechococcus, Limnothrix
La Chazotte - pleine eau	7700	Cyanocataena	Limnothrix
Confolant - pleine eau	12600	Coelomoron	Anabaena, Cyanocataena, Synechococcus
Intermédiaire - pleine eau	8000	Cyanocataena	Coelomoron, Synechococcus, Limnothrix
Bras Sioule - amont confluence	7900	Cyanocataena	Synechococcus
Pont du Bouchet - pleine eau	17900	Coelomoron	Limnothrix, Cyanocataena

Carte 3 : Représentation graphique des dénombrements de cyanobactéries du 2 septembre 2011 (source : BD ORITHO®)



Les dénombrements de cyanobactéries révèlent des concentrations inférieures à 20 000 cell/ml pour tous les échantillons. D'après la circulaire DGS/SD 7 du 4 juin 2003 relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignade et de loisirs nautiques, le niveau de risque est **1a** lorsque la concentration en cyanobactéries est inférieures à 20 000 cell/ml et **1b**.

Le genre qui domine le peuplement est Cyanocataena pour tous les points de prélèvements, hormis pour Confolant et Pont du Bouchet où c'est Coelomoron qui prend le dessus mais Cyanocataena reste tout de même présente. La composition est sensiblement la même d'amont en aval de la retenue.

Anabaena est retrouvée au niveau de deux points de prélèvements, il s'agit d'une cyanobactérie potentiellement productrice de toxines (hépatotoxines et neurotoxines).

Dosage des nutriments :

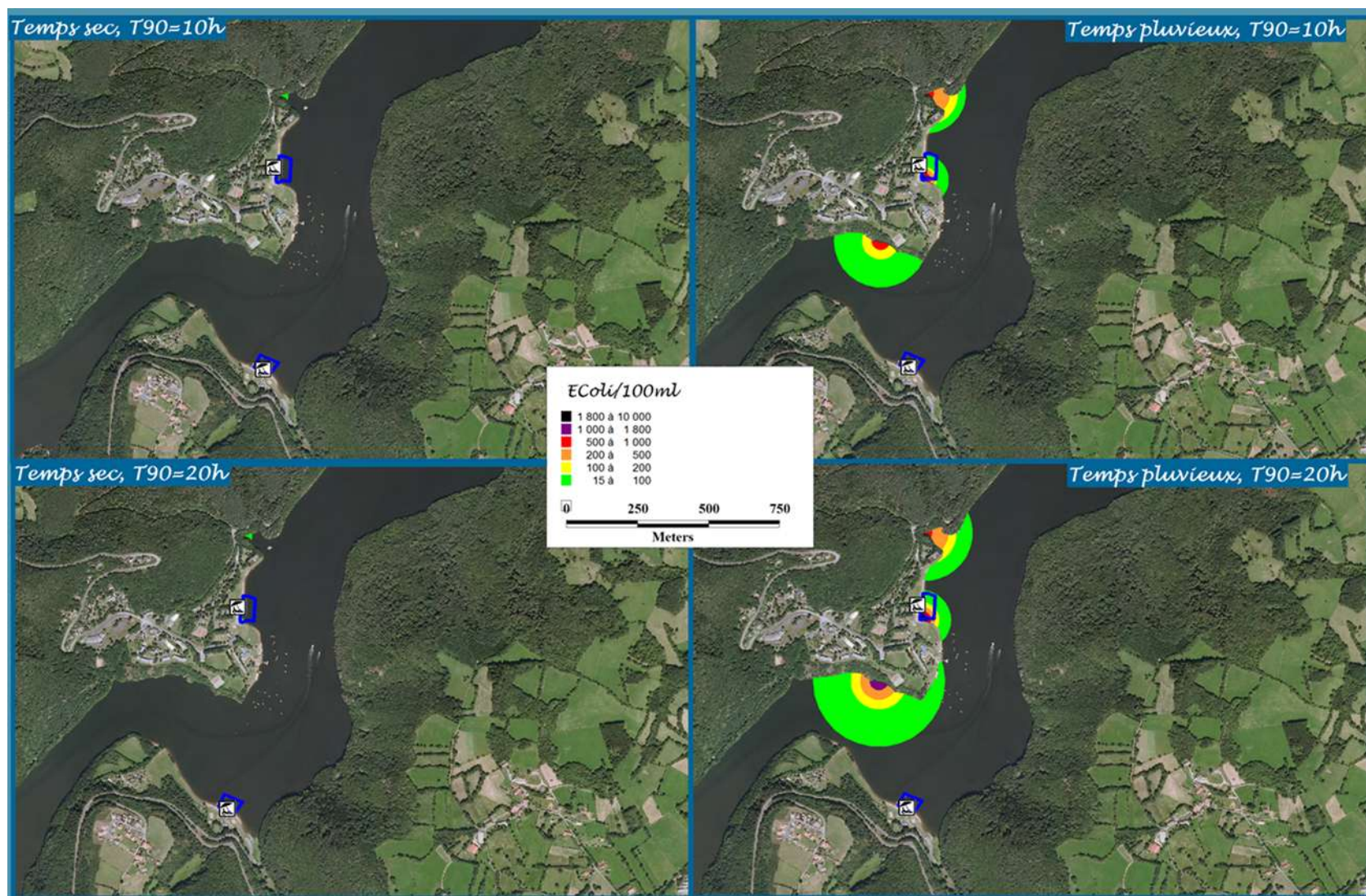
Les concentrations des principaux éléments responsables de l'accélération de l'eutrophisation (azote et phosphore) ont été analysés sous leurs différentes formes, les plus facilement assimilable par le phytoplancton : PO_4^- et NH_4^+ .

Les analyses réalisées ne révèlent pas de concentrations importantes en nutriments dans l'eau. Les plus élevées concernent le Bras du Sioulet. La comparaison des valeurs aux seuils du SEQ¹ Eau, indique une eau de très bonne qualité, et uniquement pour le point du bras du Sioulet, une qualité bonne, au regard du paramètre ammonium.

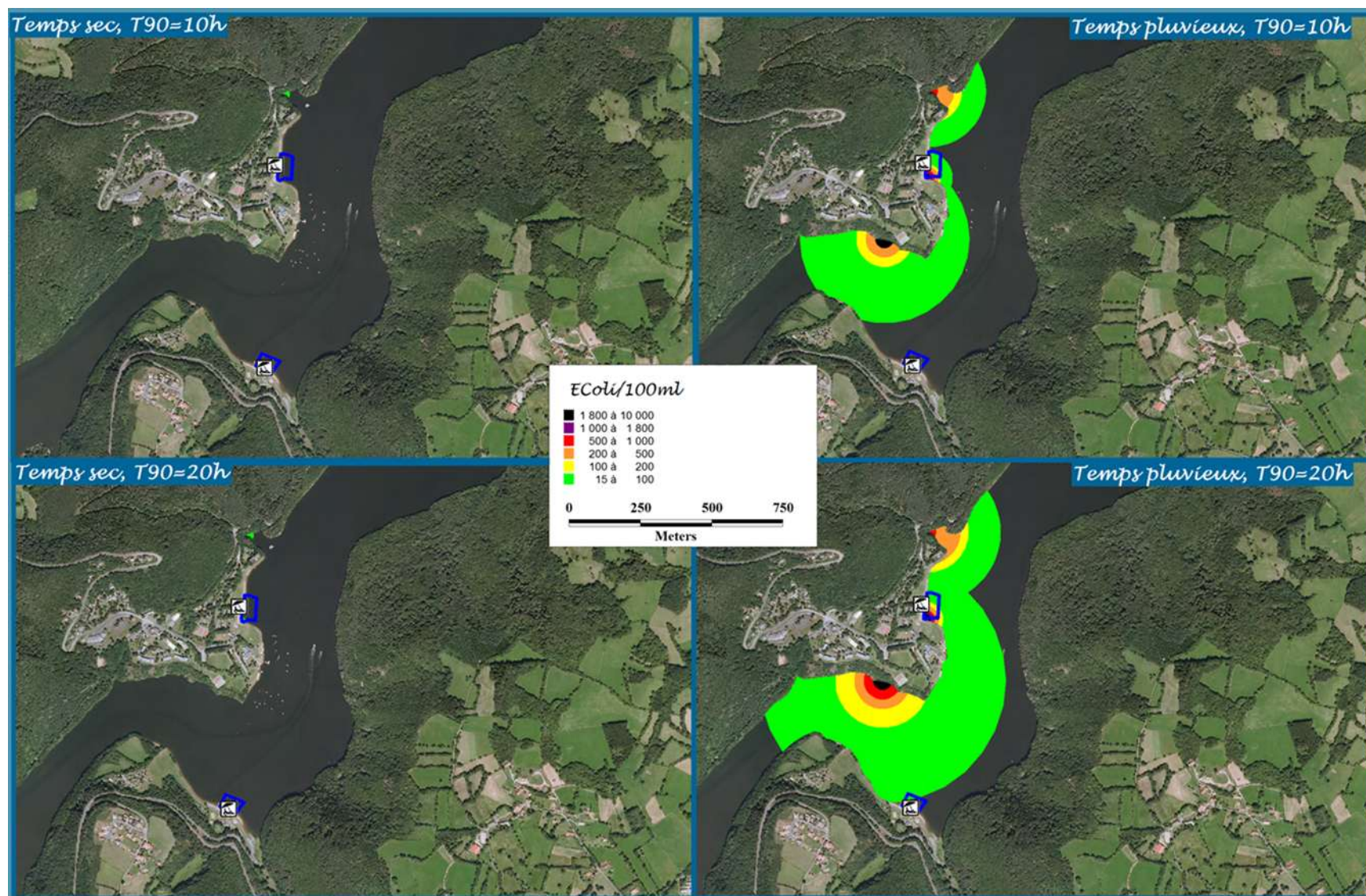
Les concentrations en phosphore total, sont inférieures à 20µg/l, seuil à partir duquel la prolifération de cyanobactérie est favorisée.

Les analyses ne révèlent pas la mise en place d'une thermocline mais il existe tout de même une stratification de la colonne d'eau pour l'oxygène due à la présence de phytoplancton en surface. Les cyanobactéries restent cependant dans des concentrations proches de 20 000 cell/ml. Le jour des prélèvements, la composition du peuplement de cyanobactéries était relativement homogène au sein de la retenue, la Sioule et le Sioulet amont présentaient quant à eux une composition différente. La zone aphotique semble oxygénée sous l'influence du Sioulet et de la Sioule. Le fond n'est pas désoxygéné et le phosphore compris dans les sédiments ne peut donc pas être relargué et alimenter la croissance cyanobactérienne.

ANNEXE 4 : MODELISATION DES FLUX BACTERIOLOGIQUES



Modélisation des flux bactériologiques (sans stratification)



Modélisation des flux bactériologiques (en tenant compte de la stratification)

ANNEXE 5 : RESULTATS DES DENOMBREMENTS DE CYANOBACTERIES

plv du 29/07/2011			
Point de prélèvement	Abondance tot /ml	Genre dominant	Autres genres Observés
Bras Sioulet - amont baignades	11889	<i>Romeria</i>	<i>Anabeana, Merismopedia</i>
La Chazotte - pleine eau	22251	<i>Coelomoron</i>	<i>Anabeana, Aphanocapsa</i>
Confolant - pleine eau	15287	<i>Anabeana</i>	
Intermédiaire - pleine eau	15626	<i>Anabeana</i>	
Bras Sioule - amont confluence	11041	<i>Cylindrospermopsis</i>	<i>Aphanocapsa</i>
Pont du Bouchet - pleine eau	11041	<i>Anabeana</i>	<i>Cylindrospermopsis</i>

plv du 02/09/2011			
Point de prélèvement	Abondance tot /ml	Genre dominant	Autres genres Observés
Bras Sioulet - amont baignades	13000	<i>Cyanocataena</i>	<i>Coelomoron, Anabaena, Synechococcus, Limnotherix</i>
La Chazotte - pleine eau	7700	<i>Cyanocataena</i>	<i>Limnotherix</i>
Confolant - pleine eau	12600	<i>Coelomoron</i>	<i>Anabaena, Cyanocataena, Synechococcus</i>
Intermédiaire - pleine eau	8000	<i>Cyanocataena</i>	<i>Coelomoron, Synechococcus, Limnotherix</i>
Bras Sioule - amont confluence	7900	<i>Cyanocataena</i>	<i>Synechococcus</i>
Pont du Bouchet - pleine eau	17900	<i>Coelomoron</i>	<i>Limnotherix, Cyanocataena</i>

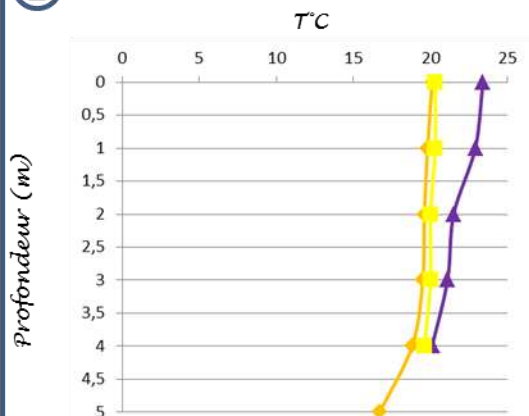
plv du 16/09/2011			
Point de prélèvement	Abondance tot /ml	Genre dominant	Autres genres Observés
Bras Sioulet - amont baignades	9600	<i>Synechococcus</i>	<i>Synechocystis, Anabaena</i>
La Chazotte - pleine eau	6700	<i>Synechococcus</i>	<i>Synechocystis</i>
Confolant - pleine eau	4800	<i>Synechococcus</i>	<i>Synechocystis, Limnotherix, présence de Cyanocataena</i>
Intermédiaire - pleine eau	4100	<i>Synechocystis</i>	<i>Aphanothece, Limnotherix</i>
Bras Sioule - amont confluence	11400	<i>Cyanocataena</i>	<i>Synechococcus, Synechocystis</i>
Pont du Bouchet - pleine eau	5300	<i>Synechococcus</i>	<i>Synechocystis</i>

ANNEXE 6 : PROFILS VERTICAUX OXYGENE TEMPERATURE

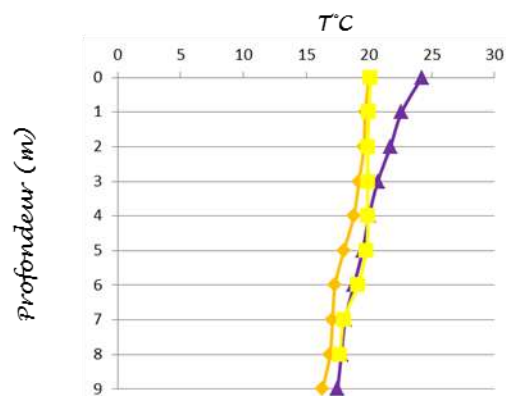
Légende :

◆ T°C - 29/07/2011
 ▲ T°C - 02/09/2011
 ■ T°C - 16/09/2011

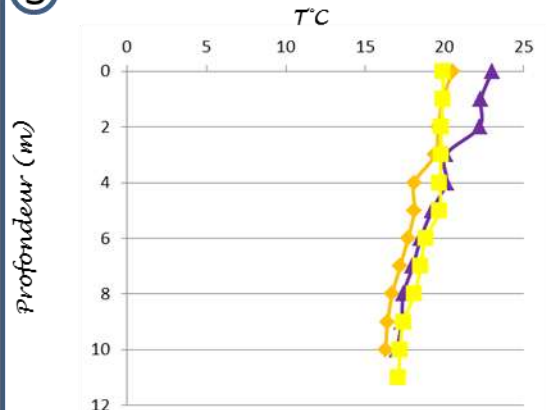
① Bras du Sioulet



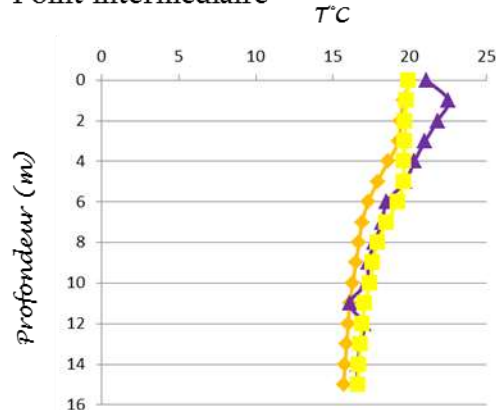
② La Chazotte



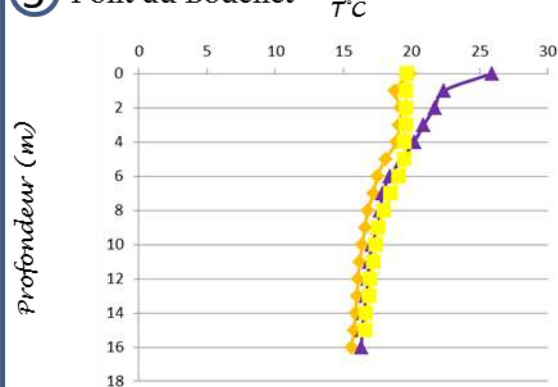
③ Confolant



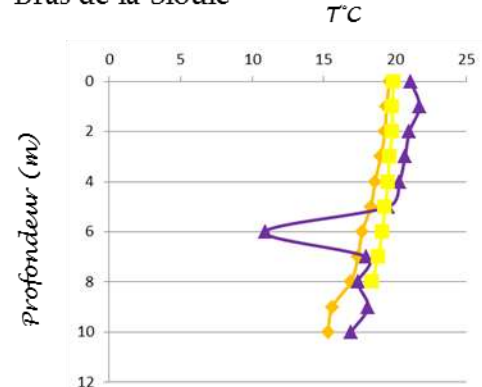
④ Point intermédiaire



⑤ Pont du Bouchet



⑥ Bras de la Sioule



ANNEXE 7 : LISTE EXHAUSTIVE DES METHODES CURATIVES DETAILLEES

Les actions mécaniques

L'extraction de sédiment

Cette technique de nettoyage a pour but de redonner la profondeur initiale au milieu. Les opérations de décapage et de curage s'effectuent en général à l'aide de bulldozers et d'engins racloirs après baisse du niveau d'eau du lac ou assèchement. Cette méthode a pour avantage de redonner une certaine profondeur au plan d'eau en enlevant un grand volume de sédiment. Cependant cette technique qui a un coût très élevé génère beaucoup de nuisances et une grande quantité de boues à traiter.

Cette méthode ne semble pas adaptée à la retenue des Fades Besserve, dont les sédiments renferment des quantités non négligeables de métaux lourds, sans compter le volume de sédiment très important à extraire et la difficulté de mise en œuvre de l'extraction.

Recouvrement des sédiments

Les sédiments peuvent être séparés physiquement des eaux de la retenue, en utilisant des géomembranes. Cette technique, utilisée au Danemark, n'a que très peu d'exemples d'application en France (lac de Hautefort, en Dordogne). Outre les difficultés techniques de mise en œuvre, ce procédé présente de nombreux inconvénients (suppression de la faune et de la flore benthique, des frayères, etc.), accentués par le fait qu'il s'agit d'une technique irréversible. Cette méthode coûteuse a d'autre inconvénient comme le glissement des bâches sur des sites escarpés ou leur décollement par les gaz de la fermentation.

Dragage des sédiments

Le dragage des sédiments permet de réduire la quantité de sédiment et donc la quantité des éléments nutritifs. Le dragage perturbe l'écosystème en remettant en suspension du sédiment et son coût est élevé. Les méthodes de dragage sont des méthodes très lourdes qui ne peuvent être appliquées que sur des petits plans d'eau ou des portions de grands lacs. Il existe plusieurs types de technique.

- * Les dragues mécaniques sont facilement transportables et minimisent le contenu en eau dans les boues prélevées. Elles ne sont pas efficaces pour les sédiments fins et visqueux et nécessitent l'utilisation de gros équipements (barges, excavatrice etc. ...) ce qui entraîne une diminution du rendement d'excavation.
- * Les dragues hydrauliques qui sont bien adaptées aux milieux peu profonds leur système d'aspiration limite la remise en suspension du sédiment. Ce système permet de collecter des grandes quantités de sédiments très riches en eau ce qui nécessite une grande aire de stockage.

Les dragues pneumatiques autorisent le prélèvement de sédiments fins et visqueux. Cette méthode, qui permet également de collecter les gaz qui peuvent être traités afin de limiter les mauvaises odeurs, est très coûteuse.

Les actions physiques

La destratification

La destratification est une technique destinée à aérer la colonne des plans d'eau de profondeur comprise entre trois et quinze mètres, par le brassage de l'ensemble des masses d'eau. En règles générales, une amélioration de la transparence de l'eau, une augmentation de la teneur en oxygène dissous, une réduction des concentrations en ammoniac, fer, manganèse et également en matières organiques est observée. Ces techniques ne sont applicables que lorsque la stratification est très prononcée comme c'est le cas dans la retenue des Fades Besserve. Elles peuvent aboutir à une diminution de la transparence de l'eau par remise en suspension des limons et distribution des communautés planctoniques dans des zones plus biogènes (lumière, nutriments). Le mélange des eaux aboutit également à une disparition des espèces inféodées aux eaux froides. La destratification peut être obtenue par l'utilisation de plusieurs techniques :

- Les aérateurs mécaniques

Ces appareils sont autonomes. Ils peuvent disposer d'une alimentation électrique solaire ou éolienne. Ils sont efficaces pour des surfaces comprises entre 4 et 7 ha. Le principe de ces dispositifs est de mélanger l'eau du lac à l'aide d'hélices. Les mouvements de l'eau favorisent l'oxygénation du plan d'eau et permet son aération. Toutefois, les mélangeurs entraînent la plupart du temps une augmentation de la température des eaux. De plus, un mélangeur surdimensionné provoque la remise en suspension de particules, qui peut provoquer l'effet contraire de celui souhaité, et favoriser le développement des macrophytes et algues proliférantes. L'application de ces équipements doit donc être faite avec précaution.



Exemple d'aérateur mécanique solaire et mélangeur mécanique éolien

- Le réseau de circulation d'air immergé

L'air est envoyé sous pression dans un réseau de canalisations immergées reposant sur le fond du plan d'eau. Ces canalisations perforées forment des rideaux de bulles. En montant, les bulles entraînent avec elles par effet d'air lift une masse d'eau importante. Celle-ci est réoxygénée dans un premier temps au contact des bulles, puis par contact avec l'atmosphère. Les couches froides du fond sont progressivement mélangées aux eaux de surface. Ce système coûteux est inadéquat pour les plans d'eau ayant une surface importante. Il peut servir à protéger une plage.



Réseaux de circulation d'air immergé

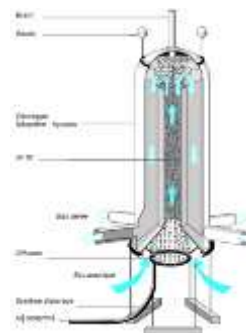
- Les fontaines à eau

Ce dispositif permet l'aération de l'eau de façon épisodique et à faible coût. En installant une fontaine à la surface du plan d'eau, on augmente la surface d'échange entre l'eau et l'air ainsi que la teneur en oxygène dissous. Cette méthode ne peut cependant pas s'appliquer à des surfaces étendues et n'est efficace qu'à proximité de la fontaine. Ces fontaines d'eau sont mises en route pendant la nuit afin d'éviter au maximum une augmentation de la température.

L'aération hypolimnique

Les aérateurs hypolimniques permettent l'aération du fond des plans d'eau par dissolution d'air comprimé, sans destratification des eaux, lorsque leur profondeur est supérieure à 15-20 mètres. Cette méthode doit permettre de limiter le relargage dans la colonne d'eau du phosphore et d'autres éléments nutritifs à partir des sédiments. Il existe différents types d'aérateurs (à oxygène pur, mécanique et injection d'air). Pour le modèle présenté l'air est envoyé sous pression dans un diffuseur placé à la base de l'appareil. Les bulles d'air montent et entraînent avec elles une masse d'eau importante. Celle-ci est réoxygénée au contact des bulles lors de la montée dans l'appareil. Puis, l'eau est renvoyée par le bas dans le fond de la retenue, tandis que l'air en excès s'échappe par l'évent.

Ces appareils doivent être bien dimensionnés afin de ne pas mélanger les eaux profondes froides avec les eaux superficielles plus chaudes, permettant ainsi le maintien des habitats des poissons d'eaux froides. Ces appareils peuvent induire une diffusion des nutriments vers le métalimnion et favoriser le développement de cyanobactéries. La possibilité de libération d'azote gazeux (toxique pour les poissons) n'est également pas à exclure.



Procédé Limno®, société aqua technique

Les traitements chimiques

L'ajout de composés chimiques dans la masse d'eau ou dans le sédiment vise à limiter les développements de végétaux, soit directement, soit via la réduction des teneurs en phosphore dans l'eau. La précipitation du phosphore peut être obtenue par l'épandage de produits chimiques tels que les sels d'aluminium, de fer ou de calcium. La chaux (sous forme de chaux vive ou d'hydroxyde de calcium), l'alun (sous forme de sulfate d'aluminium) et le chlorure ferrique sont des coagulants. Les ions positifs du coagulant réagissent avec les ions phosphates et les petites particules en suspension y compris les algues et les cyanobactéries qui eux, portent des charges négatives. Les particules s'agglomèrent formant des amas trop lourds pour se maintenir en suspension, ils se déposent alors au fond du plan d'eau.

Les herbicides des milieux aquatiques

Le sulfate de cuivre à des concentrations entre 50 et 80 $\mu\text{g.l}^{-1}$ est toxique sur plusieurs compartiments du réseau trophique aquatique. Si les cyanobactéries sont très affectées par le sulfate de cuivre, ce traitement a également un impact sur le zooplancton filtreur. La réduction de ce consommateur des producteurs primaires peut induire un développement des algues vertes (Chlorophycées) qui sont de plus assez tolérantes au sulfate de cuivre. Cet algicide impacte également les communautés de macro-invertébrés benthiques et les poissons entraînant une consommation très importante d'oxygène par l'augmentation de la matière organique en décomposition.

D'autre part des problèmes de santé publique sont liés à l'utilisation de ce produit. Le sulfate de cuivre provoque la lyse des cyanobactéries, ce qui libère les métabolites et composés intracellulaires parmi lesquels se rencontre des toxines et des composés très odorants (methy-isobornéol, géosmine...). Ce relargage se produit très rapidement, dans les 3 jours qui suivent le traitement et des accidents graves ont été observés. Il convient également de ne pas oublier les risques liés à l'accumulation du cuivre dans la chaîne trophique, suite à la consommation d'organismes aquatiques ou de végétaux cultivés sur les parcelles utilisées pour l'épandage du produit des curages. Le sulfate de cuivre s'accumule également dans les sédiments et peut être relargué lorsque les eaux sont anoxiques.

Le classement toxicologique réglementaire du sulfate de cuivre autorisé comme fongicide en agriculture est R50/53 (Agritox, mise à jour du 16/06/1999), c'est-à-dire « très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique ».

Les actions biologiques

La biomanipulation

Trois techniques ont été décrites pour agir sur la chaîne trophique :

- ajout de poissons consommateurs du phytoplancton ;
- réduction des prédateurs du zooplancton ;
- modification des communautés végétales.

Apport de poissons consommateurs du phytoplancton

La carpe argentée *Hypophthalmichthys molitrix* consomme les cyanobactéries. La carpe amour, *Ctenopharyngodon idella*, consomme de préférence des végétaux aquatiques supérieurs (myriophylles, élodées, potamots, lentilles, nénuphars...) mais ne semble pas dédaigner les mollusques ou larves d'insectes qu'elle trouve dans ces herbiers.

Les effets liés à l'introduction d'espèces non-indigènes sur l'équilibre écologique et la santé animale devraient faire l'objet d'une évaluation avant tout recours à ce moyen de contrôle. Par ailleurs, l'attention doit être portée sur les risques sanitaires pouvant résulter de la consommation des poissons servant à la lutte biologique et pouvant accumuler des toxines. D'autre part la biomasse végétale ingérée réintègre les eaux sous forme de fécès qui seront à nouveau fertilisés par le biais de cette matière organique transformée.

Réduction des prédateurs du zooplancton

Le principal moyen est la réduction ou la suppression des prédateurs du zooplancton par des pêches spécifiques ou par l'emploi de poissons ichtyophages comme le brochet. Ceci a été utilisé dans des petites retenues et étangs pour des courtes périodes de temps. Quand ce procédé est utilisé, l'eau devient plus claire en raison d'une diminution du phytoplancton, la population de zooplancton augmente et les macrophytes se développent, rétablissant une compétition pour les phosphates avec le phytoplancton. Ces expérimentations nécessitent de contrôler le développement des poissons en répétant régulièrement l'élimination des poissons zooplanctonophages. Ces techniques sont cependant onéreuses et peu fiables en raison de la difficulté du maintien de la qualité du zooplancton qui est très hétérogène dans un plan d'eau. Par ces manipulations des prédateurs, certaines cyanobactéries peuvent être privilégiées notamment les formes coloniales de type *Microcystis* ou *Aphanizomenon*.

Modification des communautés végétales

L'introduction de macrophytes a pour objectif d'induire une compétition vis-à-vis du phosphore. Cette technique peut être efficace pour des eaux peu profondes quand la concentration en phosphore n'est pas trop élevée et surtout quand les apports ne sont pas récurrents. Cette technique semble plus efficace pour lutter contre les cyanobactéries que contre les microalgues. Il faut toutefois noter que les végétaux puisent le phosphore par les racines ce qui peut réduire les concentrations dans les sédiments plutôt que dans la colonne d'eau. Certains considèrent que la compétition macrophyte/microphyte est très faible si la concentration en phosphore est supérieure à $0,15 \text{ mg.l}^{-1}$

ANNEXE 8 : FICHES « SURVEILLANCE DE LA BAIGNADE »



FICHE DE SURVEILLANCE QUOTIDIENNE DE LA

BAIGNADE DE CONFOLANT

Date :

Surveillance assurée :

☐ OUI
☐ NON (Motif :)

Nom(s) du (des) MNS :

Signalisation en place :

☐ OUI
☐ NON
Couleur du drapeau pour l'ouverture:
☐ Vert
☐ Orange
☐ Rouge

Heure d'ouverture PS :

Heure d'ouverture baignade :

INSPECTION GLOBALE (ZONE DE BAIGNADE ET ALENTOURS):

Présence de déchets sur les abords du plan d'eau :

☐ OUI (emplacement, type et quantité) :
☐ NON

Observations particulières (mortalité piscicole, rejets anormaux vers le plan d'eau, mauvaise odeur, dégradation des infrastructures,...) :

Présences d'animaux ou de traces de passage d'animaux sur la plage :

☐ OUI (détailier ci-dessous)
☐ NON

☐ Canards, cygnes, oies, cormorans, hérons, foulques, autres volatiles :
(trayer les espèces non concernées)

☐ Présence d'individus à l'ouverture de la baignade (nombre :)

Si > 20 individus contacter le responsable de l'eau de baignade.

☐ Traces de passage antérieures à l'ouverture (empreintes, plumes, déjections sur le sable)
☐ Quantités anormalement élevées par rapport aux jours précédents (cocher si oui)

☐ Animaux domestiques (préciser) :

☐ Présence d'individus à l'ouverture de la baignade (nombre :)
☐ Animaux errants
☐ Animaux accompagnés ou tenus en laisse

☐ Traces de passage antérieures à l'ouverture (empreintes, déjections sur le sable)
☐ Quantités anormalement élevées par rapport aux jours précédents (cocher si oui)

☐ Rongeurs (préciser si possible) :

☐ Présence d'individus à l'ouverture de la baignade (nombre :)

Contacter le responsable de l'eau de baignade.

☐ Traces de passage antérieures à l'ouverture (empreintes, déjections, terriers,...)

CONDITIONS METEOROLOGIQUES :



OUVERTURE (14h) :

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

FERMETURE (19h) :

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

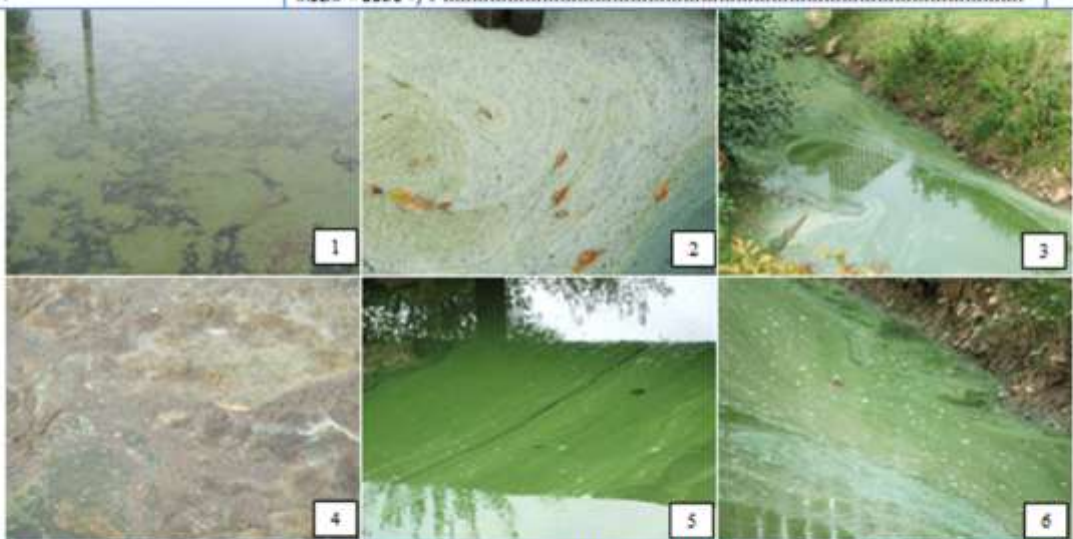
Pluie :

Cumul entre deux relevés (idéalement sur 24 h entre deux prises de poste, sinon préciser la période) :

Température :

OUVERTURE :

FERMETURE :

Vent :		
OUVERTURE : ☐ Absence ☐ Légère brise ☐ Vent soutenu ☐ Vent violent en rafales Direction des vents :		FERMETURE : ☐ Absence ☐ Légère brise ☐ Vent soutenu ☐ Vent violent en rafales Direction des vents :
L'EAU DE BAINNADE :	OUVERTURE (14h)	FERMETURE (19h)
Température de l'eau : (à quelques mètres du bord)	 °C	 °C
pH (à quelques mètres du bord, avec un appareil correctement calibré) :		
Transparence (disque de Secchi)	 m	 m
Aspect :	☐ Limpide ☐ Légèrement trouble ☐ Trouble	
Coloration de l'eau :	☐ Marron ☐ Verte ☐ Incolore Changement de coloration par rapport aux jours précédents : ☐ OUI ☐ NON	
Présence de mousse ou écume :	☐ OUI (préciser l'emplacement et le type de mousse – cf numéro de photos ci-dessous, ou inscrire « autre ») : ☐ NON	
		
⚠ Contacter le responsable de l'eau de baignade si les conditions suivantes sont réunies: La température de l'eau est supérieure à 23°C, le pH est supérieur à 9, la transparence est inférieure à 0,5m et la couleur de l'eau est verte. Et / ou si la présence d'écume, mousse ou dépôts anormaux est relevée en surface.		
Fréquentation totale à 16h : visiteurs Dont nombre de baigneurs : baigneurs		
Interventions ou observations (plaintes des baigneurs, blessures,...) :		



FICHE DE SURVEILLANCE QUOTIDIENNE DE LA Baignade de Pont du Bouchet

Date :

Surveillance assurée :	☐ OUI	☐ NON (Motif :
Nom(s) du (des) MNS :		
Signalisation en place :	☐ OUI	☐ NON
Heure d'ouverture PS :	Couleur du drapeau pour l'ouverture: ☐ Vert ☐ Orange ☐ Rouge	
	Heure d'ouverture baignade :	

INSPECTION GLOBALE (ZONE DE Baignade ET ALENTOURS):

Présence de déchets sur les abords du plan d'eau :	☐ OUI (emplacement, type et quantité) :	☐ NON
Observations particulières (mortalité piscicole, rejets anormaux vers le plan d'eau, mauvaise odeur, dégradation des infrastructures,...) :		
Présences d'animaux ou de traces de passage d'animaux sur la plage :	☐ OUI (détailler ci-dessous)	☐ NON
☐ Canards, cygnes, oies, cormorans, hérons, foulques, autres volatiles : (rayer les espèces non concernées)	☐ Présence d'individus à l'ouverture de la baignade (nombre :)  Si > 20 individus contacter le responsable de l'eau de baignade.	☐ Traces de passage antérieures à l'ouverture (empreintes, plumes, déjections sur le sable) ☐ Quantités anormalement élevées par rapport aux jours précédents (cocher si oui)
☐ Animaux domestiques (préciser) :	☐ Présence d'individus à l'ouverture de la baignade (nombre :) ☐ Animaux errants ☐ Animaux accompagnés ou tenus en laisse	☐ Traces de passage antérieures à l'ouverture (empreintes, déjections sur le sable) ☐ Quantités anormalement élevées par rapport aux jours précédents (cocher si oui)
☐ Rongeurs (préciser si possible) :	☐ Présence d'individus à l'ouverture de la baignade (nombre :)  Contacter le responsable de l'eau de baignade.	☐ Traces de passage antérieures à l'ouverture (empreintes, déjections, terriers,...)

CONDITIONS METEOROLOGIQUES :



OUVERTURE (14h) :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
FERMETURE (19h) :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Pluie :

Cumul entre deux relevés (idéalement sur 24 h entre deux prises de poste, sinon préciser la période) :

Température :

OUVERTURE :

..... °C

FERMETURE :

..... °C

Vent : OUVERTURE : ☐ Absence ☐ Légère brise ☐ Vent soutenu ☐ Vent violent en rafales Direction des vents :				FERMETURE : ☐ Absence ☐ Légère brise ☐ Vent soutenu ☐ Vent violent en rafales Direction des vents :
L'EAU DE BAINNADE :	OUVERTURE (14h)	FERMETURE (19h)		
Température de l'eau : (à quelques mètres du bord)	 °C	 °C		
pH (à quelques mètres du bord, avec un appareil correctement calibré) :				
Transparence (disque de Secchi)	 m	 m		
Aspect :	☐ Limpide ☐ Légèrement trouble ☐ Trouble			
Coloration de l'eau :	☐ Marron ☐ Verte ☐ Incolore Changement de coloration par rapport aux jours précédents : ☐ OUI ☐ NON			
Présence de mousse ou écume :	☐ OUI (préciser l'emplacement et le type de mousse – cf numéro de photos ci-dessous, ou inscrire « autre ») : ☐ NON			
 1  2  3  4  5  6				
⚠ Contacter le responsable de l'eau de baignade si les conditions suivantes sont réunies: La température de l'eau est supérieure à 23°C, le pH est supérieur à 9, la transparence est inférieure à 0,5m et la couleur de l'eau est verte. Et / ou si la présence d'écume, mousse ou dépôts anormaux est relevée en surface.				
Fréquentation totale à 16h :		 visiteurs	Dont nombre de baigneurs : baigneurs	
Interventions ou observations (plaintes des baigneurs, blessures,...) :				

ANNEXE 9 : FICHE « INFORMATION FERMETURE DE LA Baignade »



INFORMATION Baignade

Logo

Mairie

Aujourd'hui, l'eau de baignade est potentiellement de mauvaise qualité.
Par précaution, la baignade est provisoirement fermée, dans l'attente des résultats d'analyse qui conditionneront sa réouverture.
Merci de votre compréhension.

Baignade provisoirement interdite

Arrêté municipal

ANNEXE 10 : FICHE « GESTION D'UNE POLLUTION »

GESTION D'UNE POLLUTION

Fiche n°

DEMARRAGE DE LA PROCEDURE

Date et heure de l'ouverture de la fiche :	
Type de procédure (pollution à court terme ou non anticipée) :	
Indicateur(s) retenu(s) :	
<i>Uniquement en cas de pollution à court terme</i>	

INFORMATION DU PUBLIC

Références de l'arrêté (copie jointe) :	
Date et heure d'affichage :	
Lieux d'affichage :	

INFORMATION DES AUTORITES SANITAIRES

Heure d'envoi à l'ARS :	
Mode de transmission :	
<i>Coordonnées du bureau des risques sanitaires de l'ARS du puy de Dôme :</i>	

ANALYSES BACTERIOLOGIQUES

Laboratoire contacté :			
Heure d'analyse :			
Résultats de l'analyse (copies jointes) :	<i>E.Coli/100ml</i>	<i>Entér./100ml</i>	<i>Conclusion ¹</i>

¹ reporter les conclusions du laboratoire sur la conformité de l'eau de baignade

DECISION

	Réouverture	Maintien de la Fermeture
Motif :		
Date et Heure :		

GESTION D'UNE POLLUTION :

Annexe en cas de non-conformité des premières analyses bactériologiques

Fiche n°

ANALYSES BACTERIOLOGIQUES SECONDAIRES

Laboratoire contacté :			
Heure d'analyse :			
Résultats de l'analyse (copies jointes) :	E. Coli/100ml	Entér./100ml	Conclusion ¹

¹ reporter les conclusions du laboratoire sur la conformité de l'eau de baignade

DECISION

	Réouverture	Maintien de la Fermeture
Motif :		
Date et Heure :		