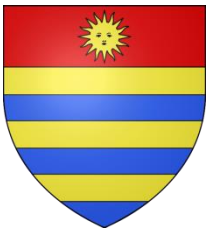
2014

PROFIL DE BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE SAINT-ANTHEME





www.athos-environnement.fr
Université Blaise Pascal
FR 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 :	Mairie de Saint-Anthème
INTERLOCUTEUR PRINCIPAL :	Coralie LAFARGE
TITRE :	Profil baignade du plan d'eau de Saint-Anthème
MOTS-CLES :	Profil baignade, Plan d'eau de Saint-Anthème, *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
DATE D'EDITION :	Juin 2014
STATUT :	Document final
NOMBRE DE PAGES :	148
AUTEUR :	Marie-Eve MAUDUIT
VERIFICATION :	Romain GUIHENEUF, Antoine THOUVENOT
APPROBATION :	Antoine THOUVENOT
TRAVAIL DE LABORATOIRE ET DE TERRAIN :	Marie-Eve MAUDUIT, Marion BIGOT
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....6
1.1 Contexte réglementaire....6
➲ Suivi bactériologique....7
➲ Suivi cyanobactéries....8
1.2 Le profil baignade....8
1.3 Choix du type de profil....9
PHASE 1 : ÉTAT DES LIEUX....11
2 PRESENTATION DE LA ZONE DE BAIGNADE....12
2.1 La plage du plan d'eau de Saint-Anthème....12
2.2 Usages du plan d'eau....15
3 DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE....16
3.1 Contexte géographique....16
3.2 Contexte hydrographique....17
3.2.1 Bassin versant général....17
3.2.2 Bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème....18
3.2.3 Zone d'influence....20
4 CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES....23
4.1 Géologie....23
4.2 Topographie et sensibilité au ruissellement....25
4.3 Hydrographie....26
5 OCCUPATION DU SOL....28
6 CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES ET CLIMATIQUES....30
6.1 Contexte climatique....30
6.1.1 Pluviométrie....31
6.1.2 Vent....33
6.2 Caractéristiques du plan d'eau – Déplacement des masses d'eau....34
6.2.1 Description du plan d'eau....34
6.2.2 Statut juridique du plan d'eau....34
6.2.3 Gestion actuelle du plan d'eau....35
7 CONTEXTE DEMOGRAPHIQUE ET ECONOMIQUE....36
7.1 Population et habitat....37
7.2 Capacité d'accueil....38
7.3 Activités socio-économiques et agricoles....39
8 ETUDE DE LA QUALITE DU MILIEU AQUATIQUE....40
8.1 Pré-requis sur les méthodes d'évaluation de la qualité de l'eau de baignade....40
8.1.1 Directive 76/160/CEE....41
8.1.2 Directive 2006/7/CE....42
8.2 Historique de la qualité bactériologique de l'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème....44

8.2.1 Selon la Directive 76/160/CEE 44
8.2.2 Selon la directive 2006/7/CE 46
8.2.3 Tendance et évolution de la qualité de l'eau de baignade 48
8.3 Transparence de l'eau 50
8.4 Episodes de prolifération phytoplanctonique 51
8.4.1 Qu'est-ce qu'une cyanobactérie ? 52
8.4.2 Pourquoi peuvent-elles se développer si abondamment ? 53
8.4.3 Risques sanitaires 54
8.4.4 Estimation du risque potentiel de prolifération de cyanobactéries 55
8.4.5 Analyse des données existantes 56
8.5 Qualité physico-chimique de l'hydrosystème 63
8.5.1 Qualité physico chimique de l'eau de baignade 64
8.5.1 Qualité physico chimique des affluents 64
8.6 Episodes de prolifération de macro-algues 66
8.6.1 Risque sanitaire 66
9 INVENTAIRE DES SOURCES DE POLLUTION 68
9.1 Ecoulements naturels 69
9.2 Contexte de l'assainissement 70
9.3 Les eaux pluviales 76
9.4 Les activités agricoles 78
9.5 Les exploitations forestières 86
9.6 Sources potentielles de pollutions ponctuelles et/ou accidentelles 88
9.6.1 Conditions d'accès des animaux à la plage 88
9.7 Activités de loisirs 91
9.7.1 La baignade 91
9.7.2 Risque de vidange sauvage de camping-cars 91
9.8 Macro-déchets 92
9.9 Manifestation exceptionnelle 93
10 SYNTHESE DES SOURCES DE POLLUTIONS POTENTIELLES SUR LA BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE SAINT-ANTHEME 94
10.1 Cartographie des sources potentielles de pollution 96
PHASE 2 : DIAGNOSTIC 98
11 CARACTERISATION DES SOURCES DE POLLUTIONS BACTERIOLOGIQUES 99
11.1 Ecoulements naturels 99
11.2 Contexte de l'assainissement 100
11.3 Les eaux pluviales 102
11.4 Agriculture 102
11.4.1 Pâturage 102
11.4.2 Les pratiques agricoles 103
11.5 Sources de pollution ponctuelles et/ou accidentelles 103

11.5.1 Risques de contamination par les animaux 103
11.5.2 La baignade 104
12 NIVEAU D'IMPACT DES POLLUTIONS SUR LA BAIGNADE 106
13 INTERPRETATION RETROSPECTIVE DES DONNEES HISTORIQUES 111
13.1 Notion de pollution à court terme 111
13.2 Définition d'indicateurs de contamination 113
13.2.1 Dysfonctionnement liés à l'assainissement 113
13.2.2 La pluviométrie 113
13.2.3 Définition d'un seuil d'alerte pluviométrique 115
14 HIERARCHISATION DES SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES 117
15 IDENTIFICATION DES CAUSES PROBABLES DE DEVELOPPEMENT DES CYANOBACTERIES 120
15.1 La charge externe en nutriments 121
15.1.1 Assainissement Non Collectif - ANC 121
15.1.2 Apports annuels en nutriments d'origine agricole 122
15.2 La charge interne en nutriments, « mémoire du plan d'eau » 123
15.3 Accumulation de « souches » de cyanobactéries dans le sédiment 124
15.4 Impact de la gestion hydraulique 124
16 PROPOSITION DE PLANS D'ACTION 126
16.1 Propositions d'actions de réduction des pollutions bactériologiques 126
16.1.1 Réduction des contaminations liées à l'assainissement 126
16.1.2 Réduction des contaminations liées aux activités agricoles 129
16.1.3 Réduction des contaminations liées aux déjections de canards sur la zone de baignade 135
16.2 Propositions d'actions pour la réduction des proliférations de cyanobactéries 137
16.2.1 Actions sur la charge externe en nutriments 137
16.2.2 Actions sur la charge interne en nutriments 137
16.3 Propositions d'actions pour la réduction des risques de contamination par les animaux 138
16.3.1 Risque de dermatite du baigneur 138
16.3.2 Risque de leptospirose 139
17 SYNTHESE DES ACTIONS A MENER 139
18 MESURES DE GESTION ACTIVE 142
18.1 Risque bactériologique 142
18.1.1 Procédure de gestion d'une pollution à court terme anticipée 142
18.1.2 Procédure de gestion d'une pollution à court terme non anticipée 143
18.2 Risque Cyanobactéries 146
18.2.1 Surveillance sur la plage, formation des maîtres-nageurs 146
18.3 Communication, information du public 149
18.3.1 Affichage des comptes rendus d'analyse 149
19 MISE A JOUR DU PROFIL BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE SAINT-ANTHEME 150
20 LISTE DES FIGURES 154

21 LISTE DES TABLEAUX 156

ANNEXES 158

1 CONTEXTE GENERAL

La commune de Saint-Anthème est située à l'est du département du Puy-de-Dôme, à la frontière avec le département de la Loire. Nichée au cœur du Parc Naturel Régional Livradois-Forez, cette commune rurale comptabilise 739 habitants.

Le plan d'eau artificiel de Saint-Anthème résulte d'un captage d'eau sur le ruisseau de l'Ance (tronçon court circuité). La zone de baignade, implantée dans la partie Nord-Est du plan d'eau est référencée à l'échelle de l'Union Européenne et fait l'objet d'un suivi sanitaire par l'ARS Auvergne, délégation du Puy-de-Dôme.

L'élaboration du profil baignade du plan d'eau de Saint-Anthème a été confiée au bureau d'étude ATHOS Environnement. Ce profil a pour objectif de répondre aux exigences de la nouvelle directive 2006/7/CE, qui impose une gestion active des sites de baignade, axée sur la prévention des risques et le renforcement de la communication envers le public.

Ce 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. 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 également proposées dans ce profil.

1.1 Contexte réglementaire

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 et transmis au Maire de la commune concernée. Selon le décret n°2010-344 du 31 mars 2010 – art 38, modifiant l'article D 1332-21 du code de la santé publique, **le Maire transmet au Directeur Général de l'Agence Régionale de la Santé (ARS), l'ensemble des profils de baignade de sa commune.**

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 Saint-Anthème est gestionnaire de la baignade sur son plan d'eau.**

➲ *Suivi bactériologique*

L'évaluation de la qualité des eaux de baignade est basée sur l'analyse de paramètres microbiologiques. Ces analyses portent sur la recherche des germes témoins de contamination fécale. Ils traduisent la probabilité de présence d'autres germes d'origine fécale pouvant être pathogènes pour l'homme.

Jusqu'à la fin de la saison 2009, la qualité des eaux de baignade était 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. Ainsi **à partir de la saison 2010**, seuls les paramètres bactériologiques *Escherichia Coli* et Entérocoques Intestinaux ont été analysés. Le classement d'une saison, se fait sur la base des dénombrements des **4 dernières saisons balnéaires**, et prend en compte **la moyenne, et l'écart type des résultats** (notion de percentile 95 et 90).

Par conséquent avec le nouveau classement, si une année a présenté de mauvais résultats bactériologiques, ces résultats se feront ressentir pendant 3 ans. 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
- Décret n°2010-344 du 31 mars 2010
- Arrêté du 22 septembre 2008
- Arrêté du 23 septembre 2008
- Circulaire n°DGS/EA4/2009/389/ du 30 décembre 2009
- 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.

➲ *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** (DGS/SD 7 A n°2003-270) fixe des seuils d'alerte en fonction de l'abondance de cyanobactéries et propose des mesures de gestion correspondantes.

Actuellement, le paramètre « cyanobactéries » n'est pas pris en compte dans l'évaluation et le classement officiel de la qualité de l'eau de baignade. Cependant, une surveillance des proliférations de cyanobactéries est mise en place par l'ARS Auvergne. Sur le plan d'eau de Saint-Anthème, les cyanobactéries sont dénombrées 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 :

1. **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.
2. **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).
3. **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 I).

Tableau I : 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

DESTINATION 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.* »

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., ou les abondances de **cyanobactéries** sont régulièrement > **20 000 cell/ml.** En cas de pollution bactériologique, l'identification et l'évaluation des sources de pollution sont simples ou les causes de contamination et leurs impacts sont connus.

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.

Les classements de la qualité de l'eau de baignade sur le plan d'eau de Saint-Anthème sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau 2 : Classement et simulation de classement de la qualité de l'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (ARS délégation 63)

Directive 76 / 160 / CEE - Qualité de l'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème																		
1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	B	A	B	A	A	B	B	B	A

Classe A : « bonne qualité »
Classe B : « qualité moyenne »

Directive 2006 / 7 / CE - Qualité de l'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème															
1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC

Classe EXC : « qualité excellente »

La qualité de l'eau de baignade est globalement **« Bonne » selon la Directive 76/160/CEE**. Les simulations effectuées sur les dernières saisons balnéaires au regard de la **Directive 2006/7/CE**, indiquent une **eau de qualité « Excellente ».** Les dénombrements de **cyanobactéries** (présentés dans la phase 1 du présent profil) mettent en évidence des proliférations avérées (17% des analyses sont supérieures au seuil des 100 000 cell/ml.)

UN PROFIL DE TYPE II A DONC ETE REALISE.

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 La plage du plan d'eau de Saint-Anthème

Deux zones de baignade sont imbriquées (Figure 1). Une zone de baignade, d'une profondeur maximale de 0,8m est destinée aux jeunes enfants et délimitée à l'intérieur de la zone principale par des lignes d'eau. La profondeur maximale de la zone de baignade principale est de 2,75m. Le substrat de la baignade de nature artificielle, le fond est sableux.
Un seul point de prélèvement pour le contrôle sanitaire est présent sur le plan d'eau. Il se situe au Nord-Est du plan d'eau, à l'intérieur de la zone surveillée.



Figure 1: Localisation de la zone de baignade sur le plan d'eau de Saint-Anthème (Source : IGN, ARS)

La baignade est surveillée en période estivale par un maître-nageur-sauveteur (MNS) tous les après-midi de 13h à 19h.

Un mât de signalisation sur lequel sont hissés les drapeaux de signalisation des conditions de baignade est implanté à l'entrée de la zone de baignade. 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 sur la signification des signaux est implanté à proximité du mât. Les

comptes rendus d'analyse de l'Agence Régionale de Santé y sont également affichés ainsi que les conditions de baignade (Figure 2).



Figure 2 : Panneaux d'informations situés à proximité de la zone de baignade (Source : ATHOS Environnement 2013)

En ce qui concerne la **collecte des déchets**, des poubelles sont réparties autour de la zone de loisirs et sont collectées tous les soirs en saison estivale.

La fréquentation de la zone de baignade n'est actuellement pas comptabilisée. Seule la fréquentation de la zone de loisirs est enregistrée grâce au péage d'entrée (ouvert du 1er juillet au 31 août, tarif de 1,5euros) - Figure 3.

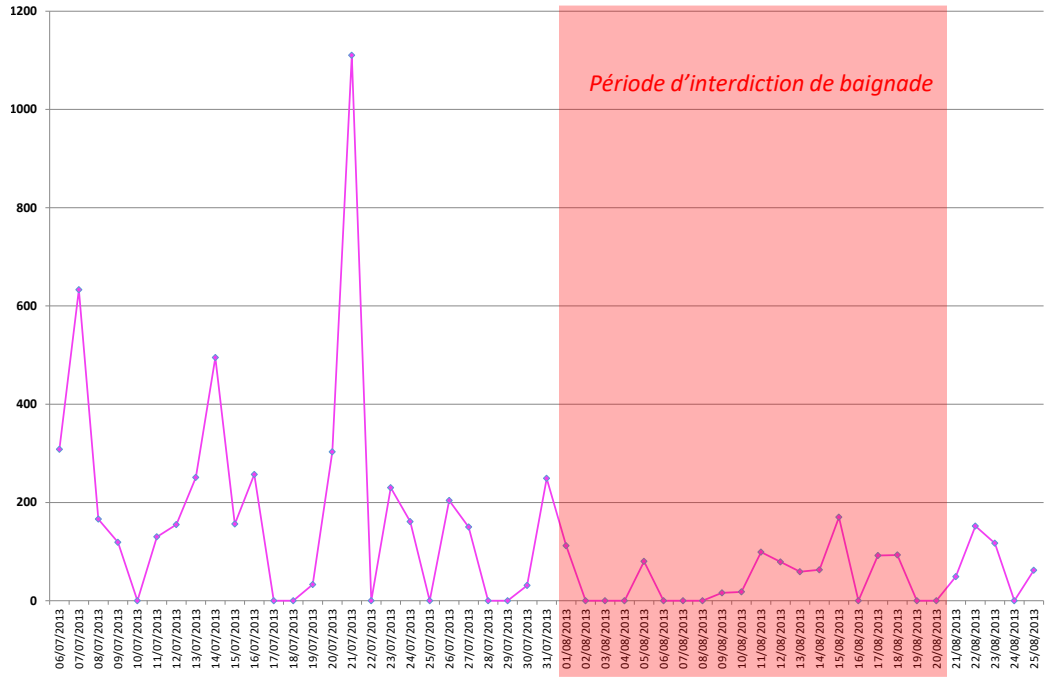


Figure 3 : Fréquentation de la zone de loisirs en juillet et août 2013 (Source : Mairie de Saint-Anthème)

La fréquentation est bien évidemment fluctuante en fonction de la météorologie et des jours de la semaine. La fréquentation peut atteindre exceptionnellement plus de 1 000 personnes sur l'aire de loisirs mais la fréquentation moyenne oscille plutôt autour des 200 personnes.

Le tableau suivant, synthétise l'ensemble des informations concernant la baignade.

Région : AUVERGNE
Département : PUY-DE-DÔME (63)
Commune : SAINT-ANTHEME (Code INSEE : 63319)
Nom de la zone de baignade : PLAN D'EAU DE SAINT-ANTHEME
Code UE / PSV : 272401037D063160
Gestionnaire : Mairie de Saint-Anthème

Type : **Eau douce**
Nature : **Sable**
Longueur : **85m**
Largeur : **60m**
Hauteur d'eau maximale : **2,75m**
Berge : **Pelouse et sable**



Dates de la saison balnéaire :	**1er Juillet – 31 Août**
Localisation du point DDASS (L93) :	**X= 771 509 Y= 6 491 741**
Surveillance :	**Oui**
Nombre de Maître-Nageur Sauveteur (MNS) :	**1**
Equipements :	
Poste de secours :	**Oui**
Eau potable :	**Oui**
Douche :	**Oui**
Toilette :	**Oui**
Poubelles :	**Oui**
Accessibilité personnes à mobilité réduite :	**Oui**
Autres activités sur le plan d'eau :	**Canoë et pédalos**
Fréquentation moyenne / maximale par jour :	**Non estimée**
Accessibilité aux animaux :	**Interdits sur la plage**



Sable
Pelouse
Zones de baignade délimitées
Aire de jeux pour enfants
Sanitaires
Point information
Camping
Mini-golf
Court de tennis
Parcours de santé
Poubelles
Parkings

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 du plan d'eau permet d'appréhender la pression exercée sur l'eau de baignade.

Le plan d'eau de Saint-Anthème offre la possibilité aux usagers de pratiquer de nombreuses activités aquatiques telles que la baignade, le pédalo et le canoë.

Sont également aménagés sur le pourtour du lac un parcours sportif, un mini-golf, une aire de jeux pour enfants ainsi qu'un court de tennis.







Figure 4 : Photographies des différents aménagements autour du plan d'eau (Source : ATHOS Environnement 2013)

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 baignade est implantée dans la partie nord-est du plan d'eau de Saint-Anthème. La commune se situe à l'est du département du Puy-de-Dôme, à la frontière avec le département de la Loire, en plein cœur du Parc Naturel Régional Livradois-Forez.

La commune de Saint-Anthème fait partie de l'arrondissement d'Ambert et elle est le chef-lieu de son canton.

Avec neuf autres communes (La Chaulme, Saint-Clément de Valorgue, Saint-Romain, Baffie, Eglisolles, Medeyrolles, Saillant, Sauvessanges et Viverols), Saint-Anthème fait partie de la **Communauté de Communes de la Vallée de l'Ance.**

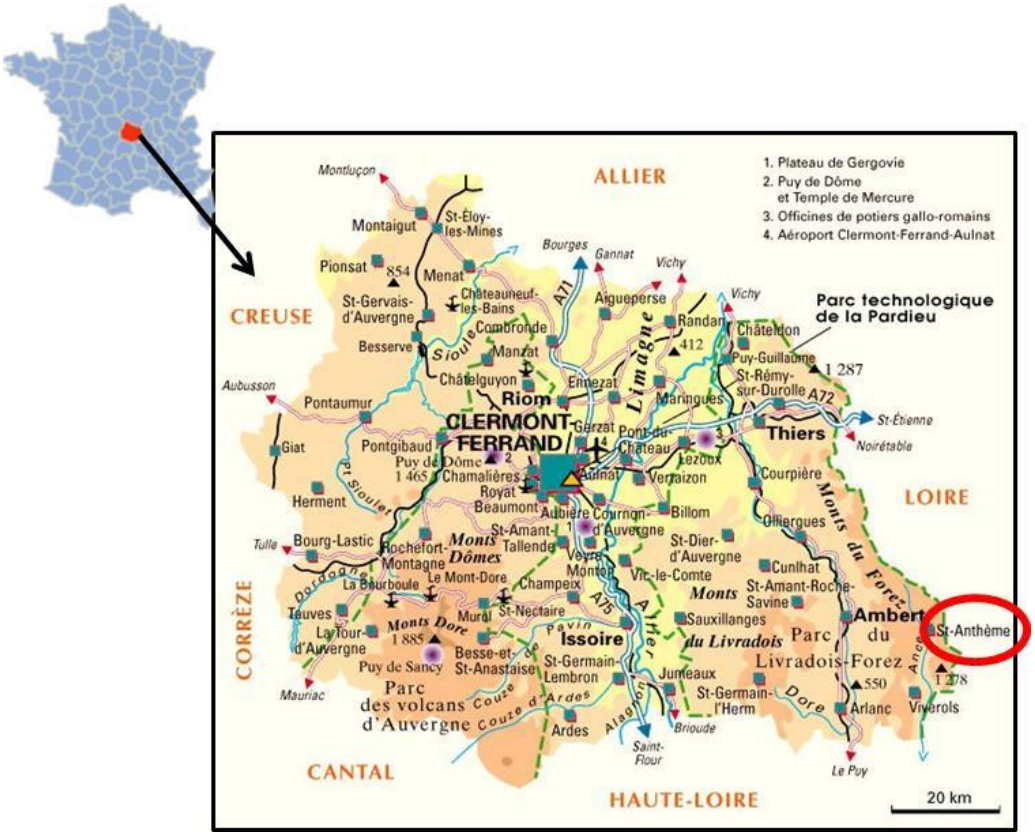


Figure 5 : Localisation de la commune de Saint-Anthème (Source : http://www.1france.fr)

3.2 Contexte hydrographique

Le bassin versant représente l'ensemble d'un territoire drainé par un cours d'eau et ses affluents. Son contour est délimité par des frontières naturelles, les crêtes des sommets ou « ligne de partage des eaux », qui déterminent la direction de l'écoulement des eaux de pluie vers un cours d'eau ou un lac.

3.2.1 Bassin versant général

La commune de Saint-Anthème se situe sur le bassin de la Loire (Agence de l'eau Loire-Bretagne). Le plan d'eau résulte d'un captage d'eau sur un tronçon court circuité de la rivière de l'Ance. Cette rivière prend sa source sur le plateau de Pégrol à 1 390m d'altitude. Après un parcours de 77 km, elle se jette ensuite dans la Loire au niveau de Bas-en-Basset (département de la Haute-Loire).
Un Contrat de Rivière est actuellement en cours d'élaboration sur la rivière de l'Ance, suite à la volonté des différentes communautés de communes et communes d'engager une réflexion globale sur la gestion de cette rivière.

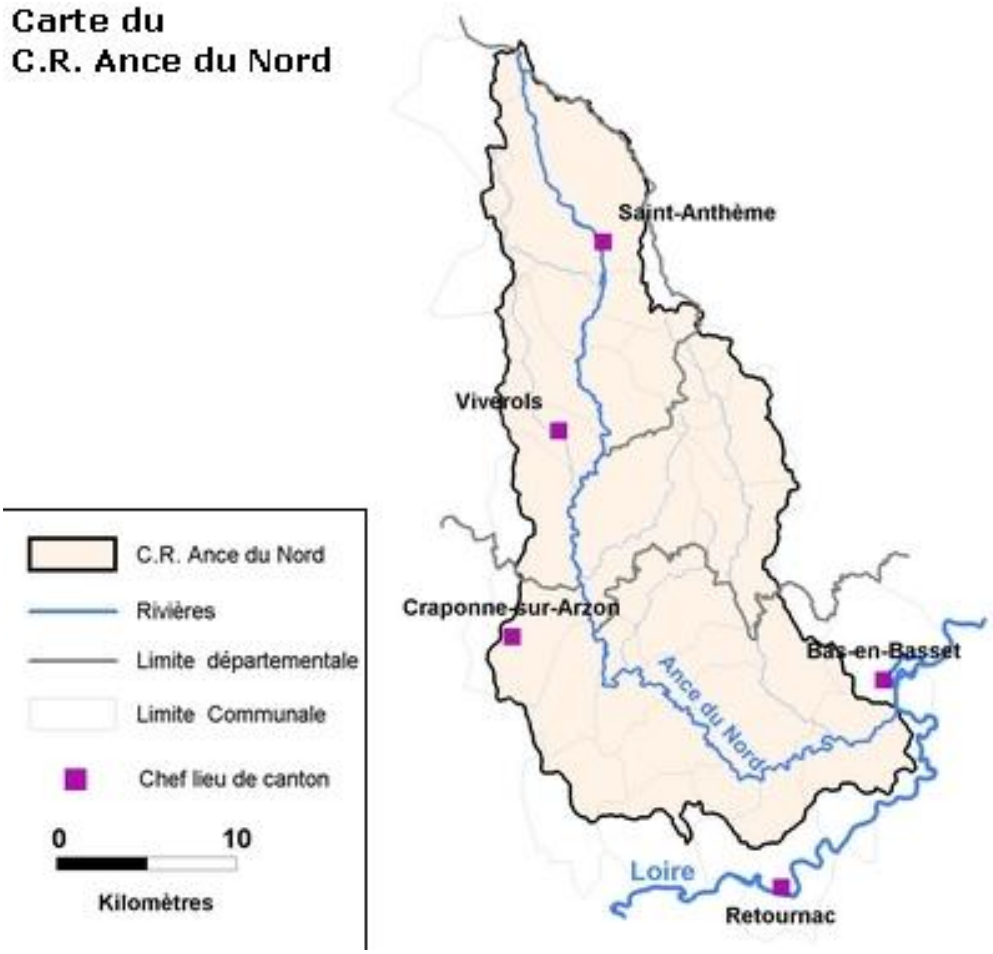
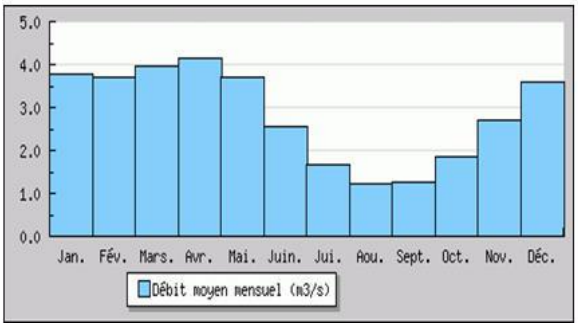


Figure 6 : Bassin versant de la rivière Ance et territoire du contrat de rivière associé (Source : ODE43)

Deux stations de mesure hydrométrique, dont les caractéristiques sont présentées dans la Figure 7, sont présentes sur l'Ance : une à Sauvessanges et la seconde à Saint-Julien d'Ance.

Nom de la station: L'ance du Nord à Sauvesssanges
Code hydro de la station: K0513010
Date de mise en service: 01/05/1977
Superficie du bassin versant: 189 km2



Nom de la station: L'ance du Nord à Saint-Julien d'Ance
Code hydro de la station: K0523010
Date de mise en service: 01/09/1922
Superficie du bassin versant: 354 km2

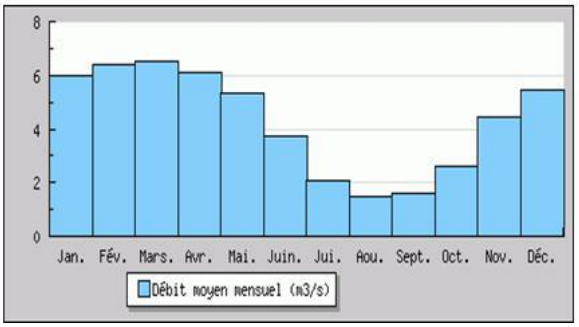


Figure 7 : Caractéristiques des stations de mesure sur l'Ance (Source : Banque Hydro)

3.2.2 Bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème

Le bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème, présenté dans la Figure 8, occupe une superficie de 5 787 hectares.

L'Ance se scinde en plusieurs bras au niveau du Moulin de Collanges.

Le bras droit, que l'on nommera tronçon court circuité de l'Ance s'écoule parallèlement au chenal principal de l'Ance jusqu'au plan d'eau. Des connections avec le chenal principal sont possibles, une perte de débit ayant été observée sur ce tronçon court circuité.

Le tronçon court circuité s'écoule ensuite à l'ouest du lac. Une prise d'eau sur celui-ci permet l'alimentation du lac (Figure 9).

Le Ruisseau de Ronelle conflue avec le bras principal de l'Ance au nord-est du plan d'eau. La rivière s'écoule ensuite à l'est du plan d'eau sans connexion apparente avec celui-ci.

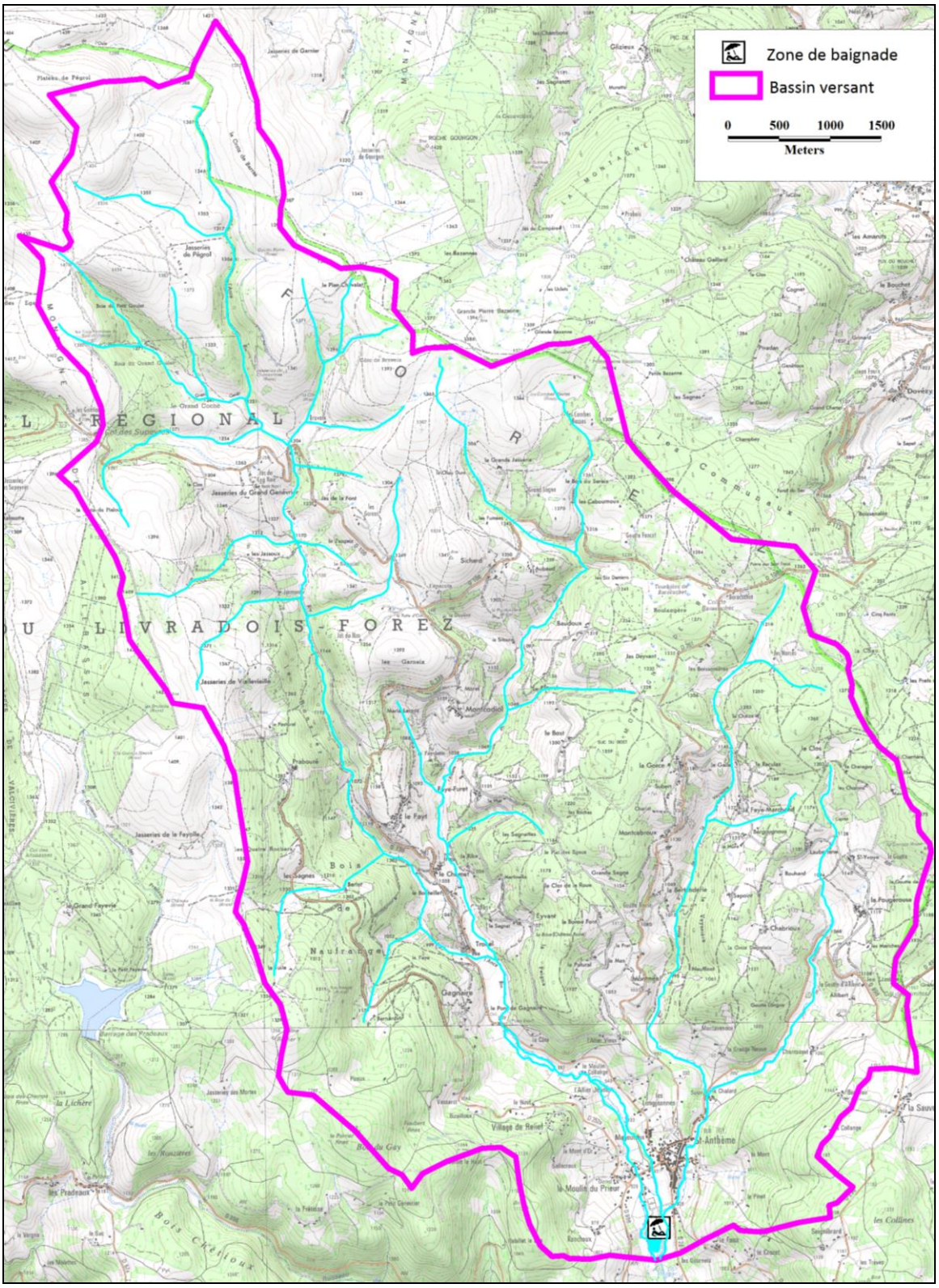


Figure 8 : Bassin versant d'alimentation du plan d'eau

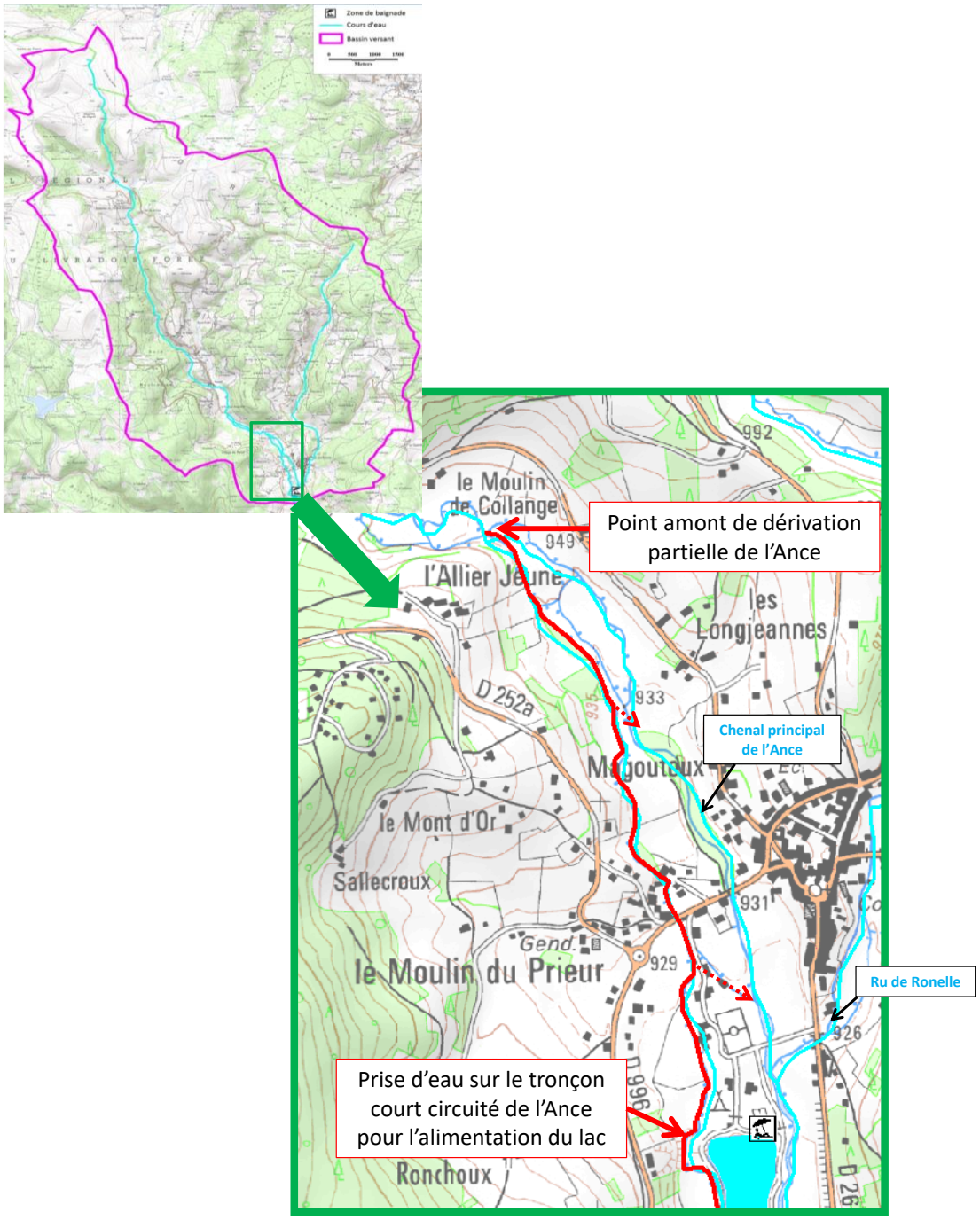


Figure 9 : Aménagements permettant l'alimentation du plan d'eau

3.2.3 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).*

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.

En l'absence de mesures, le temps de concentration sur le bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème 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. Le bassin versant recouvre une superficie de 5 787 hectares, avec une pente de l'ordre de 4%. Le temps de concentration estimé est de 5 heures, ce qui est inférieur au temps de transfert moyen des bactéries retenue par le guide national (10h). Trois zones ont été distinguées :

- Une zone immédiate, qui débute au point amont de la dérivation partielle de l'Ance et qui s'étale jusqu'aux abords du plan d'eau.
- Une zone rapprochée concernant la partie amont du bassin versant de l'Ance (amont de la dérivation partielle de l'Ance).
- Une zone éloignée, qui correspond aux bassins versants du chenal principal de l'Ance (où transit l'essentiel de son débit) et du ruisseau de Ronelle. Bien qu'aucune connexion apparente n'ai été mise en évidence avec le plan d'eau, la configuration du site (Figure 10) peut laisser penser que des échanges souterrains sont possibles entre le plan d'eau et la nappe alluviale du ruisseau.

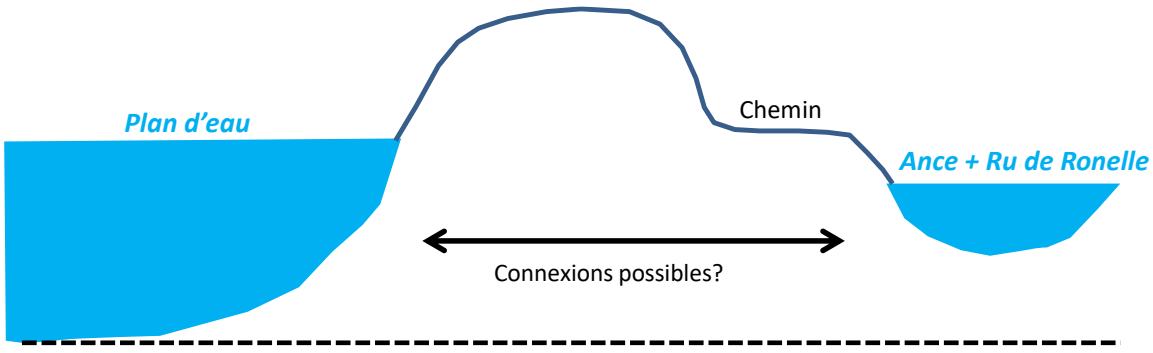


Figure 10 : Coupe transversale du plan d'eau et de l'Ance

Trois zones d'influence ont été définies sur le bassin versant et sont présentées dans la Figure 11.

[1] Tc = 7,62 (A / P) ½ avec A = aire du bassin versant et P = pente moyenne

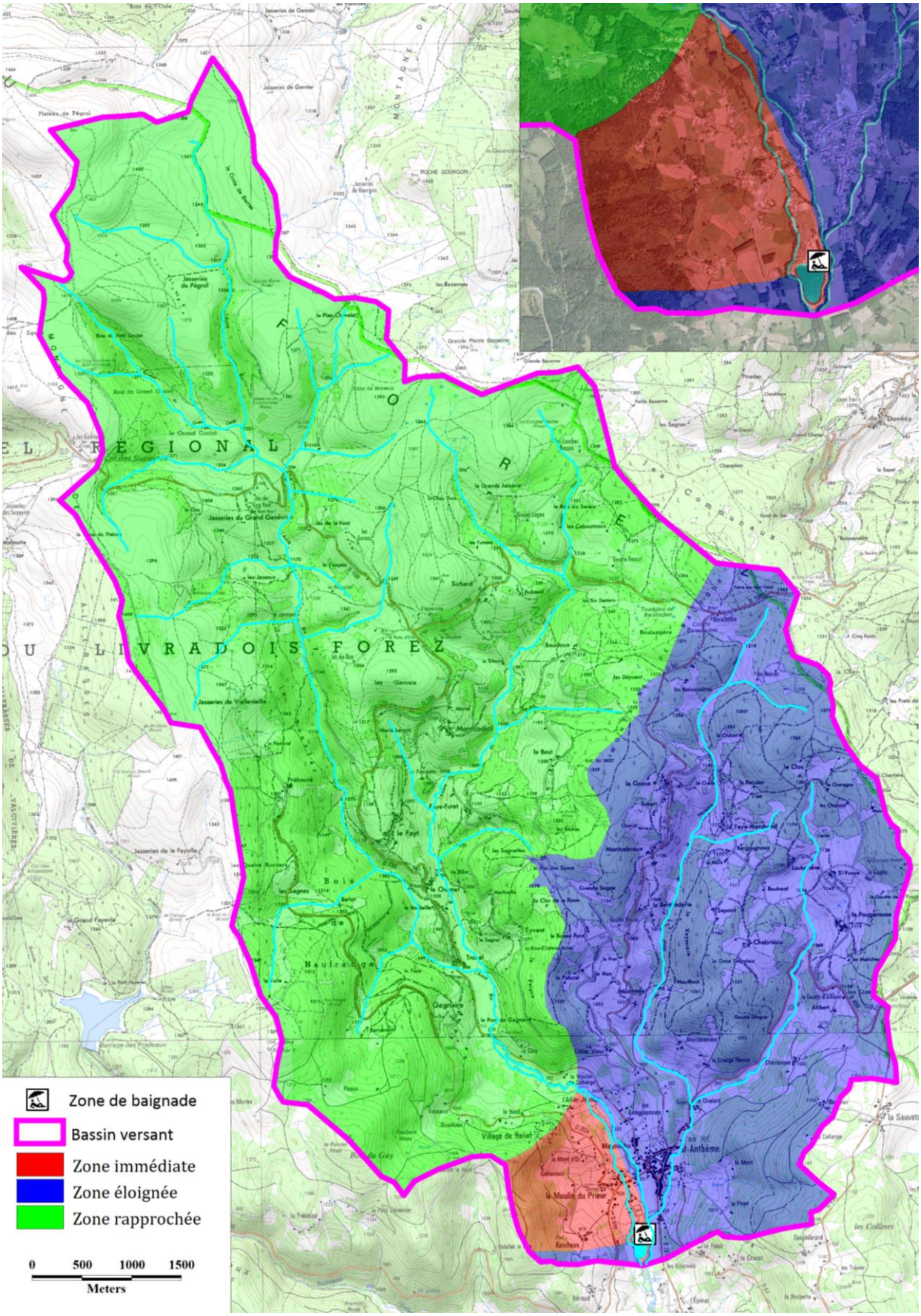


Figure 11 : Définition des zones d'influence sur le plan d'eau de Saint-Anthème

4 CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

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 Géologie

Les sols du bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème sont essentiellement constitués de **roches témoignant de l'activité volcanique passée du secteur** (Figure 12).

Les roches présentes sur le bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème sont majoritairement imperméables et vont donc favoriser le ruissellement. Cependant, des circulations d'eau souterraines ne sont pas à exclure en raison des fractures présentes sur le secteur.

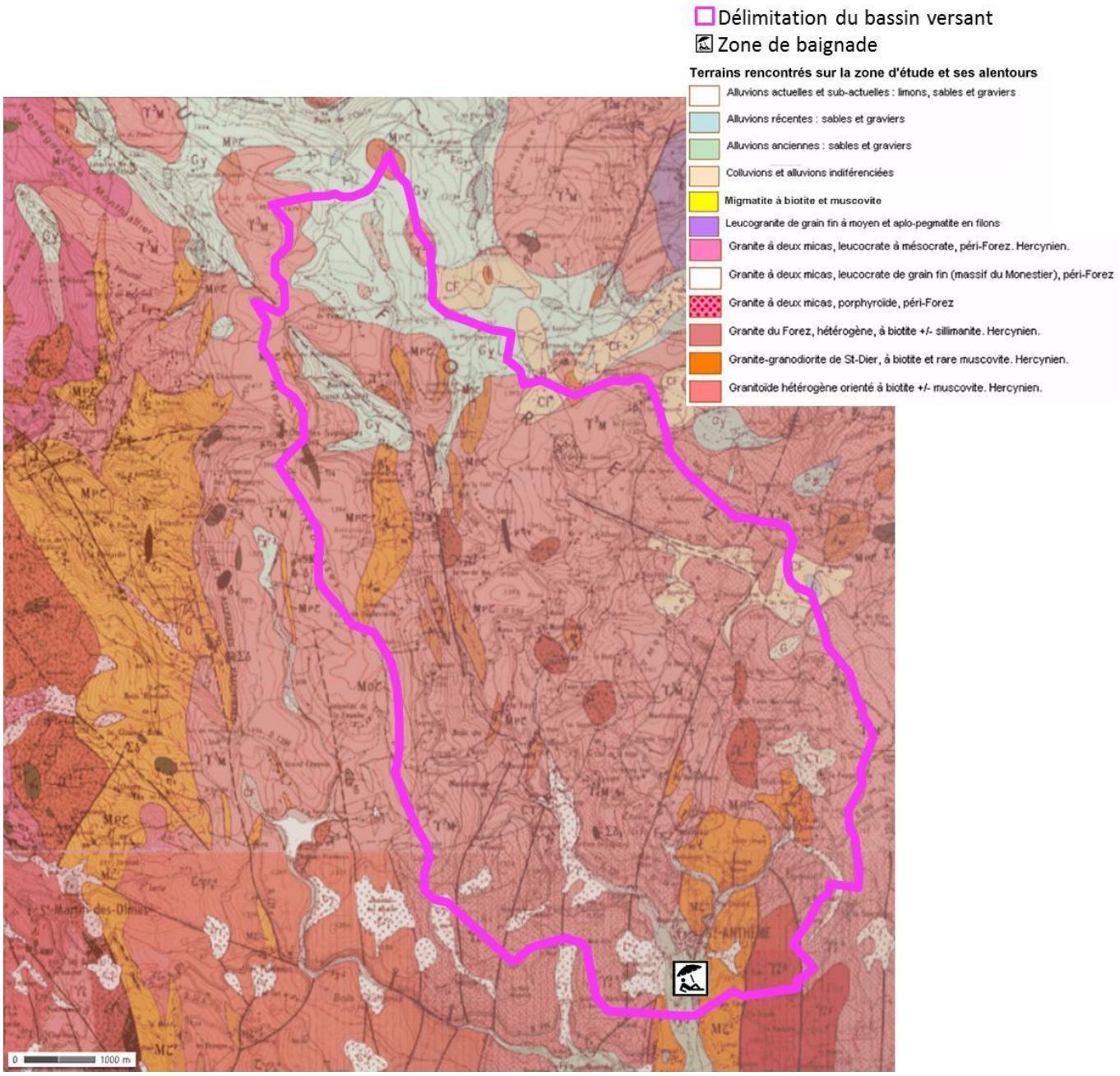


Figure 12 : Carte géologique du bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : BRGM)

4.2 Topographie et sensibilité au ruissellement

L'évaluation du relief permet d'apprécier la part du ruissellement dans les phénomènes de transfert de surface. Ainsi, un relief important combiné à un sol imperméable, favorisera le ruissellement et un transfert rapide de la pollution vers la baignade, au détriment de l'abattement de la charge bactériologique.

La pente moyenne sur le bassin versant est de l'ordre de 4%, l'altitude variant de 1 390m sur les hauteurs du bassin versant à 917m au niveau du lac (Figure 13).

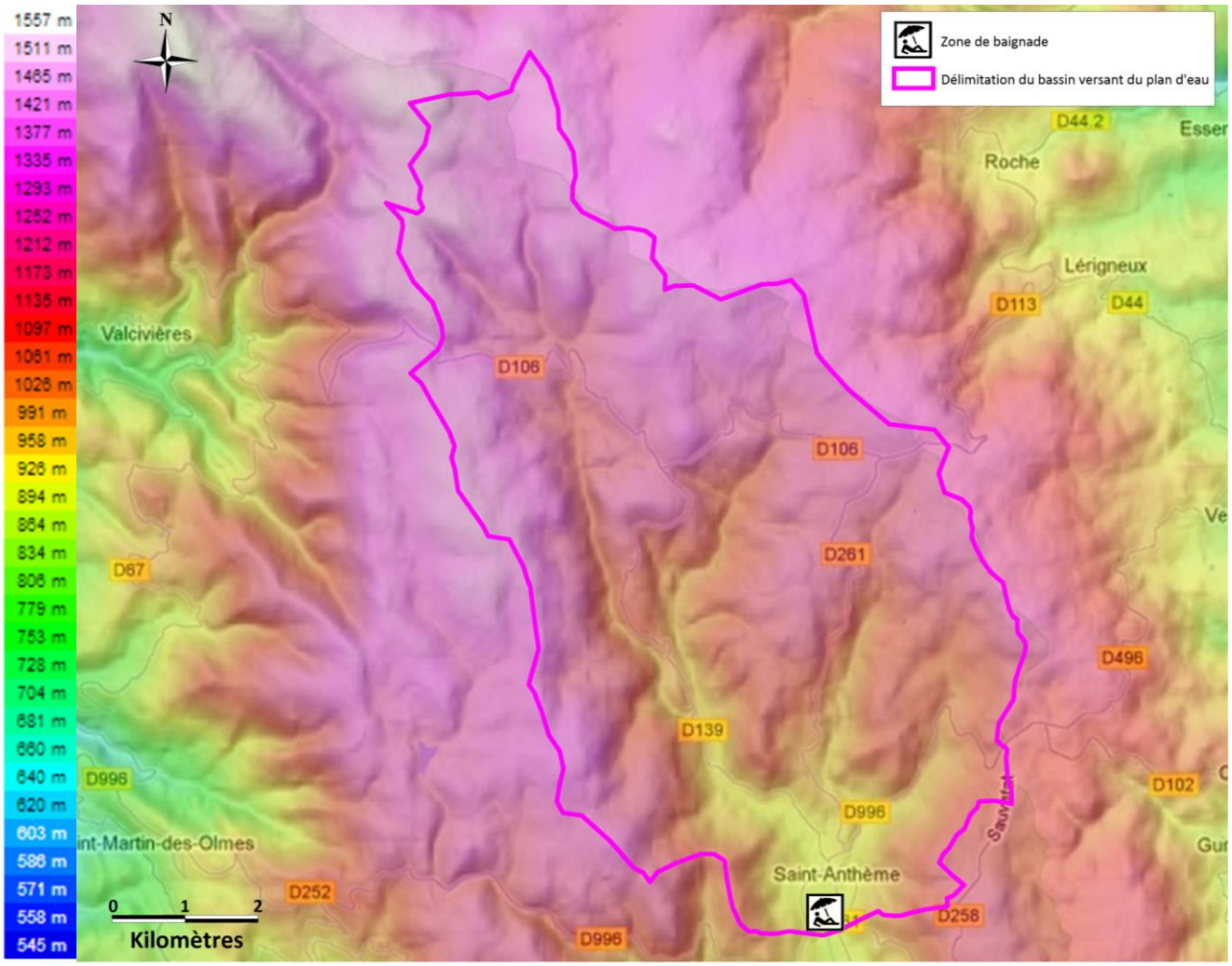


Figure 13 : Topographie du bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : http://www.cartes-topographiques.fr)

Les pentes localement fortes vont favoriser le ruissellement et donc le drainage des éléments présents sur les terrains vers le lac.

4.3 Hydrographie

Plusieurs mesures de débit ont été réalisées le 20 mars 2014 sur le bassin versant (Figure 14). Le débit du tronçon court circuité à l'amont était de 0,79 m^3/s, **soit 42% du débit total de l'Ance**. Des perditions d'eau ont été observée le long du tronçon court circuité puisque le débit du TCC à l'aval n'était plus que de **0,16m³/s.**

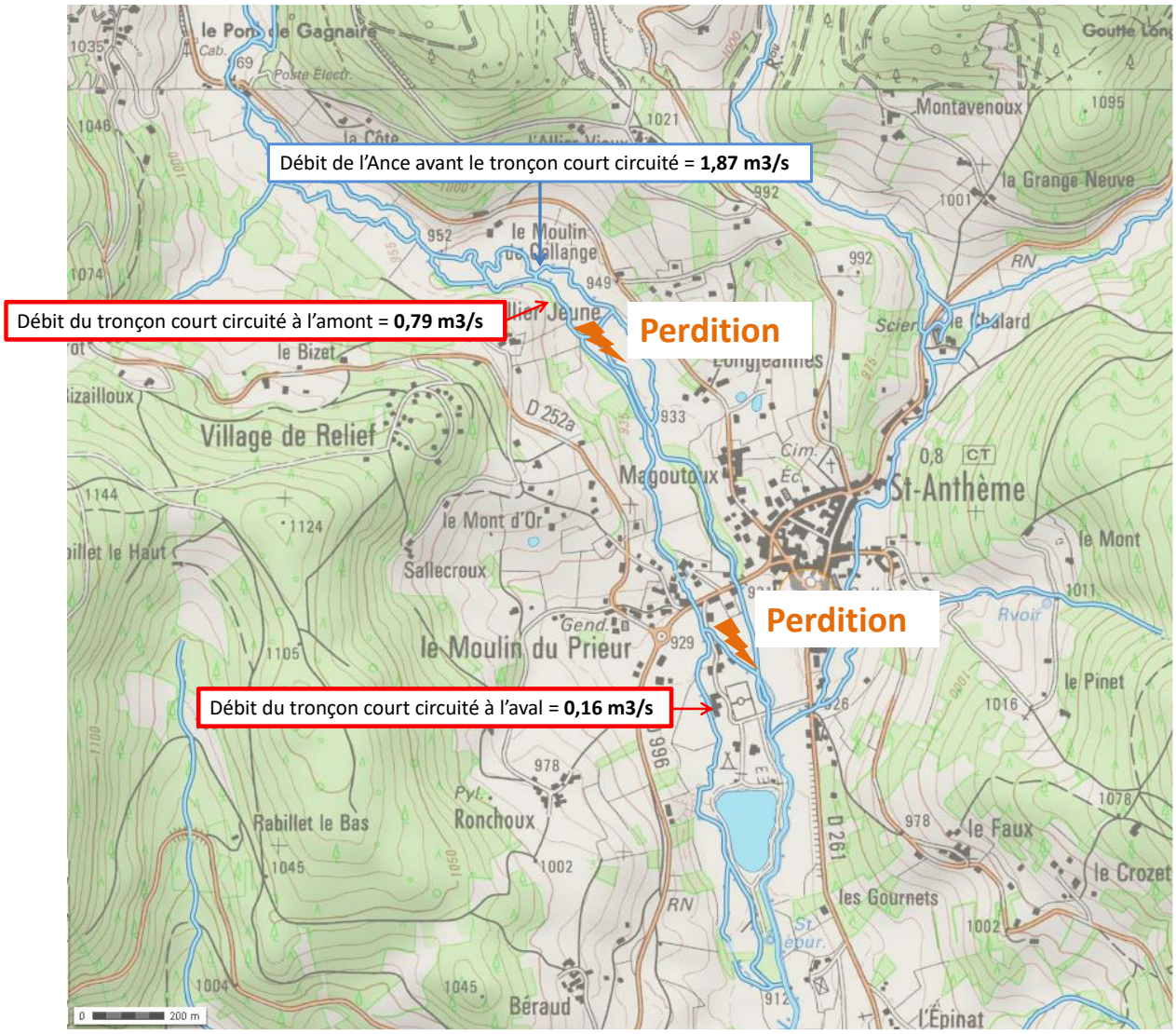


Figure 14 : Mesures de débit réalisées le 20 mars 2014 (Source : ATHOS Environnement)

Une prise d'eau sur le tronçon court circuité de l'Ance permet l'alimentation du plan d'eau de Saint-Anthème (Figure 15).

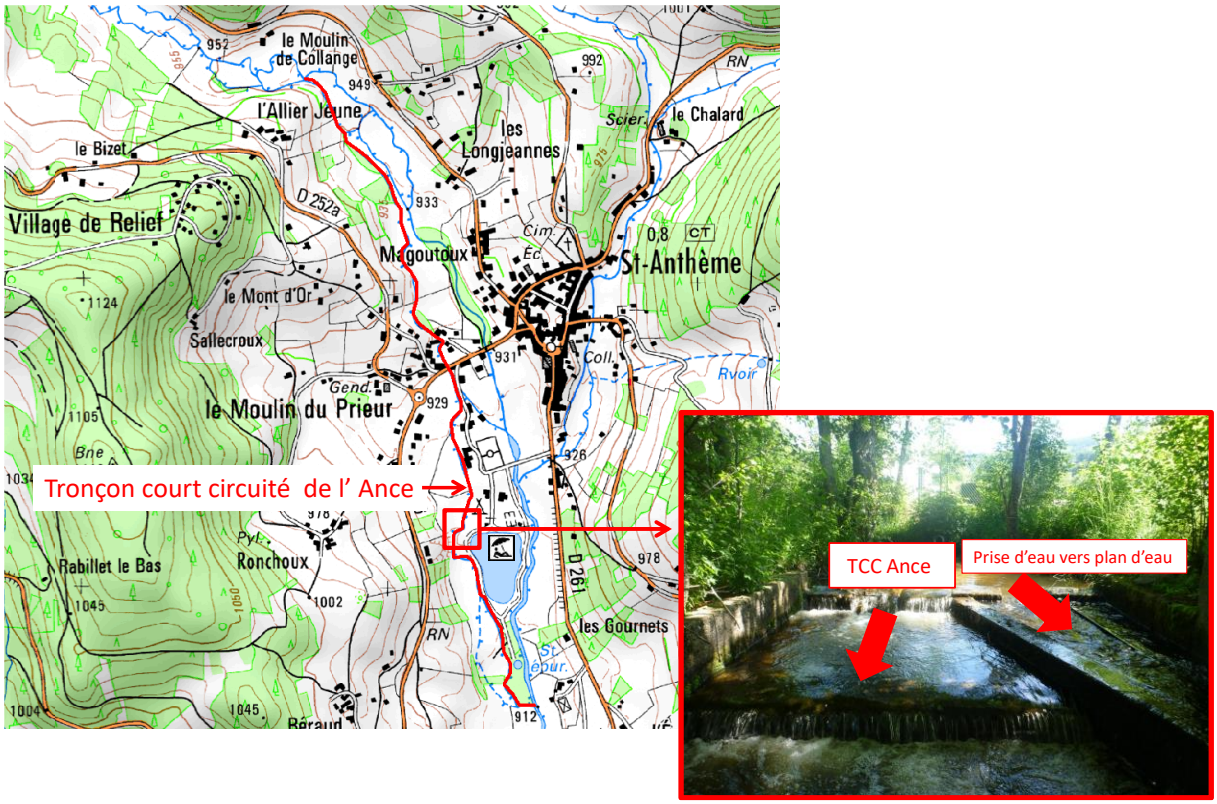


Figure 15 : Localisation et photographie de la prise d'eau alimentant le plan d'eau.

Les débits d'alimentation du plan d'eau ont été mesurés à deux reprises au cours de l'année 2013 (Tableau 3).

Tableau 3 : Débit d'alimentation du plan d'eau de Saint-Anthème mesurés au cours de l'année 2013 (ATHOS Environnement)

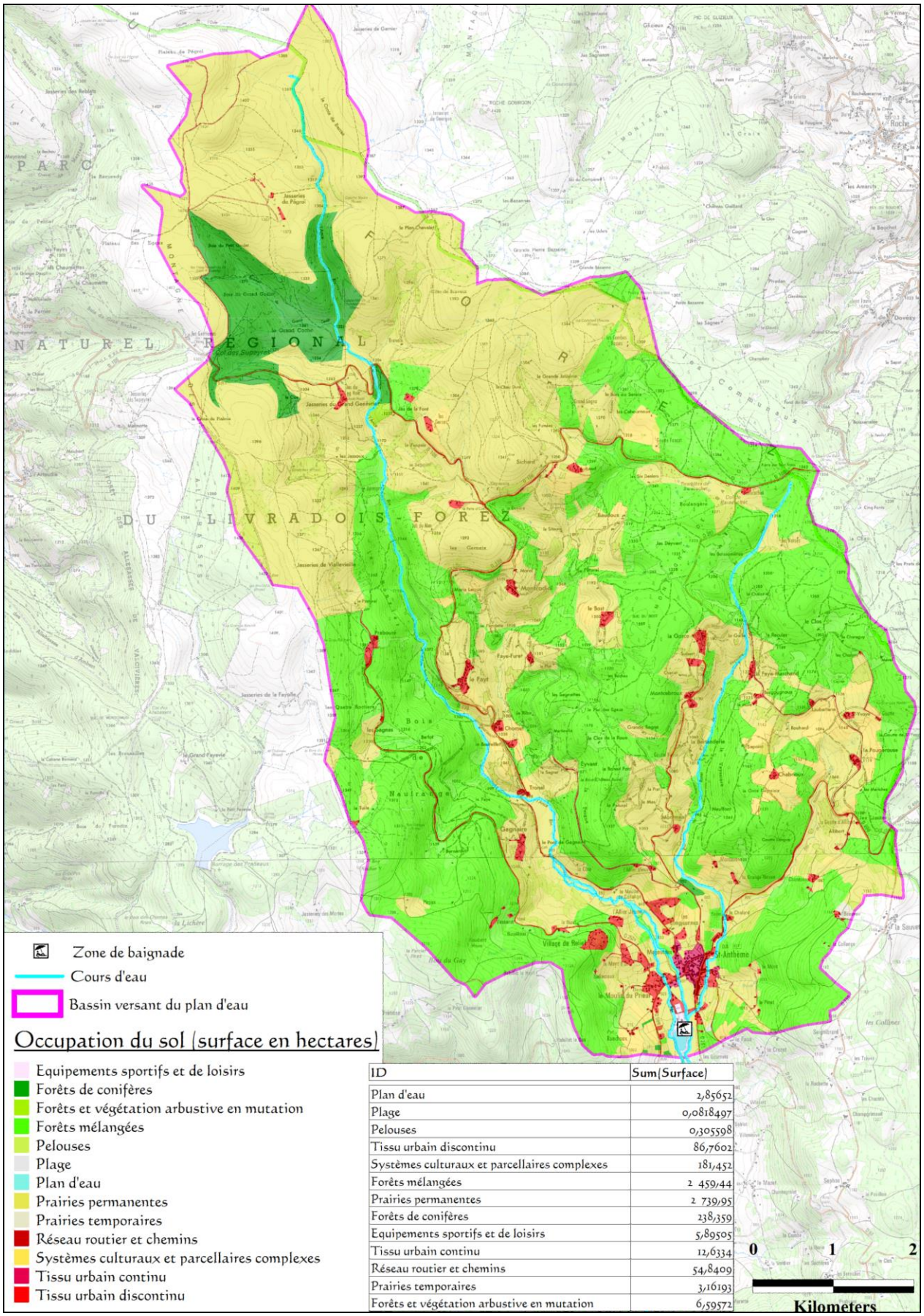
Débit entrant dans le plan d'eau	05 juillet 2013	8 août 2013
	80 l/s	144 l/s

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.

Le bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème est essentiellement couvert par **des prairies,** qui représentent **47% de la superficie totale**. **Les forêts** sont très représentées également sur le secteur avec une couverture de **42% de la superficie totale**. **Le tissu urbain** représente uniquement **1,7% de la superficie totale** mais concentré à proximité du plan d'eau.

La présence de prairies, dominantes sur le bassin versant, corrélée aux fortes pentes observées, peut contribuer au ruissellement des eaux de pluie. Celles-ci vont drainer les parcelles et entraîner les contaminants présents vers le lac en contre-bas.



ID	Sum(Surface)
Plan d'eau	2,85652
Plage	0,0818497
Pelouses	0,305598
Tissu urbain discontinu	86,7602
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	181,452
Forêts mélangées	2 459,44
Prairies permanentes	2 739,95
Forêts de conifères	238,359
Equipements sportifs et de loisirs	5,89505
Tissu urbain continu	12,6334
Réseau routier et chemins	54,8409
Prairies temporaires	3,16193
Forêts et végétation arbustive en mutation	6,59572

Figure 16 : Occupation des sols sur le bassin versant du lac des Hermines (Source : IGN-CRAIG, CLC_2006)

6 CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES ET CLIMATIQUES

6.1 Contexte climatique

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 influeront 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…).*

Les données de pluviométrie proviennent de la **station climatologique Météo France de Saint-Anthème,** située à environ 5km du lac. Le choix de cette station météorologique découle de l'utilisation de la méthode de Thiessen. Cette méthode consiste à fractionner l'espace géographique en polygones, permettant de déterminer un zonage où la valeur de la variable à prédire est à priori la même que celle du site d'observation. Chaque polygone pour l'observation d'une station météo s'obtient en traçant les médiatrices des segments joignant cette station météo aux sites voisins (Figure 17).

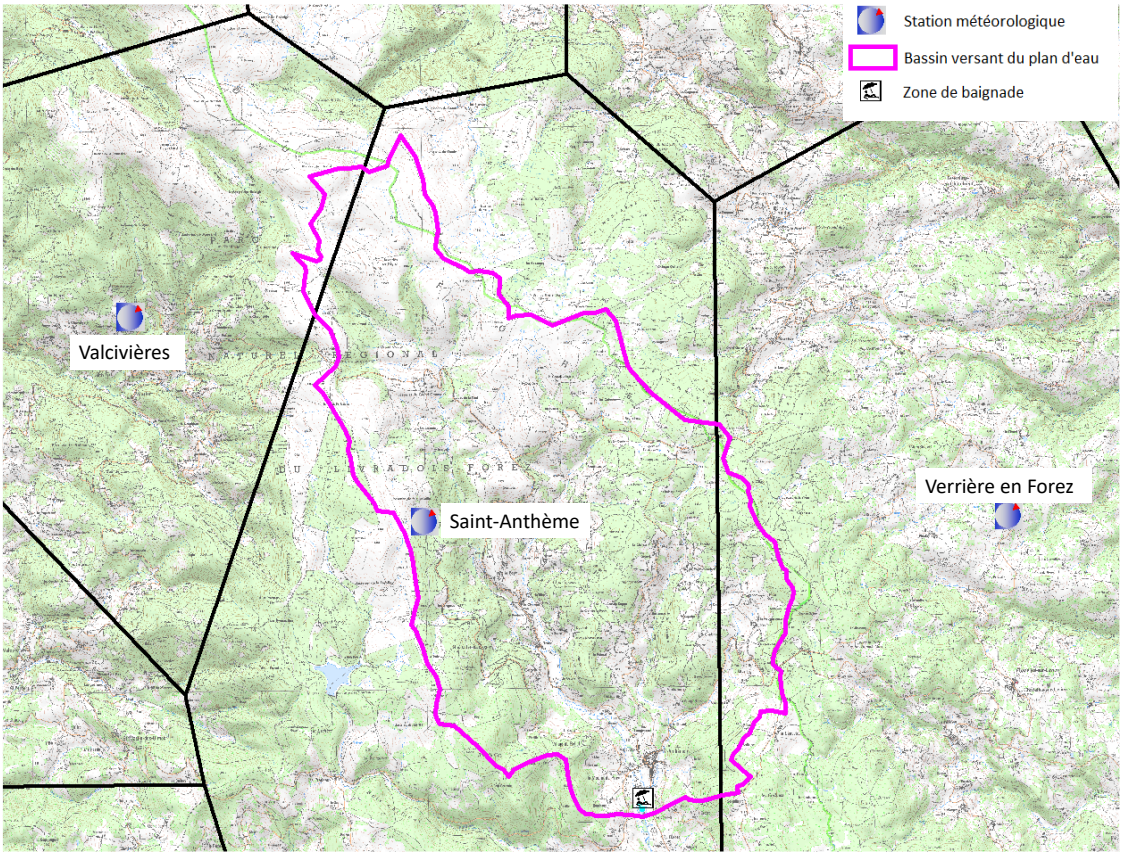


Figure 17 : Localisation de la station météorologique utilisée (Source : Géoportail, Météo France)

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.

Les données pluviométriques journalières de juin à août de 1995 à 2013 ont été traitées, afin de couvrir les périodes balnéaires (du 1er Juillet au 31 Août).

Pluviométrie mensuelle moyenne

La Figure 18 nous indique que la **pluviométrie** est généralement plus **importante durant** les **mois de juillet et août** (respectivement 126 et 123 mm en moyenne). Il en résulte un risque de contamination accentué durant ces deux mois.

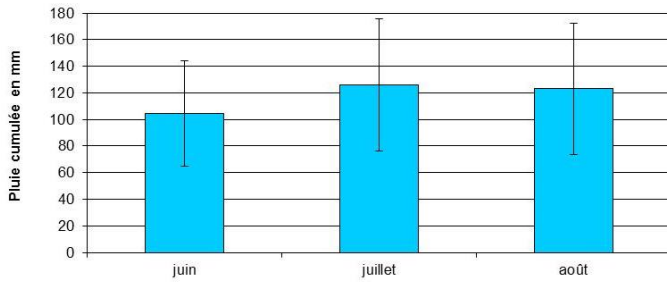


Figure 18 : Pluviométrie mensuelle moyennée de 1995 à 2013 pendant la saison estivale (Source : Météo France, station de Saint-Anthème)

Fréquence de la pluie

Pendant la période susceptible d'accueillir des baigneurs**, il pleut en moyenne 16 jours par mois**, soit 1 jour sur deux environ (Figure 19). C'est durant le **mois d'août** que le **nombre de jours pluvieux est le plus important.**

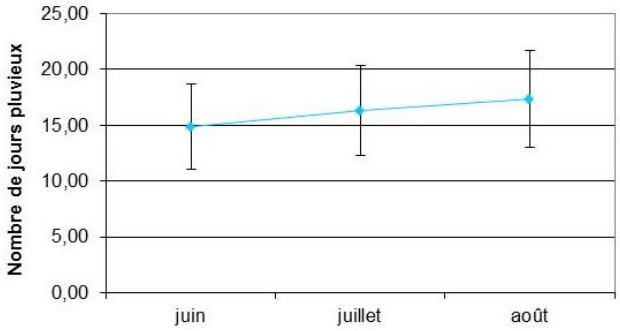


Figure 19 : Nombre moyen mensuel de jours pluvieux de 1995 à 2013 pendant la saison estivale (Source : Météo France, station de Saint-Anthème)

Intensité journalière de la pluie

La Figure 20 présente **l'intensité moyenne cumulée par jours pluvieux** sur les mois de juin à août. Une intensité élevée signifie que la pluie est abondante sur une courte période de temps. **Le mois de juin et le mois d'août présentent respectivement une intensité moyenne maximale de 7,6 et 7 mm/jour**. Ces intensités ne sont pas très élevées, mais peuvent s'avérer significatives à pas de temps horaire et traduisent des évènements orageux sensiblement plus importants durant ces mois.

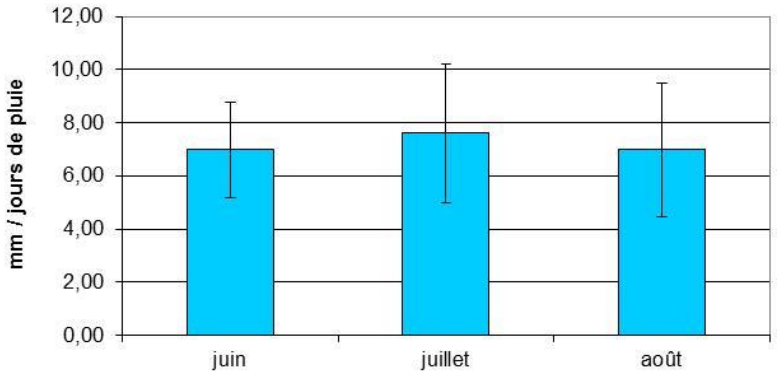


Figure 20 : Intensité moyenne cumulée par jours pluvieux de 1995 à 2013 pendant la saison estivale (Source : Météo France, station de Saint-Anthème)

Répartition en classes des pluies journalières

La répartition par classe de pluie présentée dans la Figure 21, indique que les évènements pluvieux de faible intensité quotidienne prédominent (de 0 à 5 mm / jour). **Les intensités journalières supérieures à 10 mm / jour sont rares.**

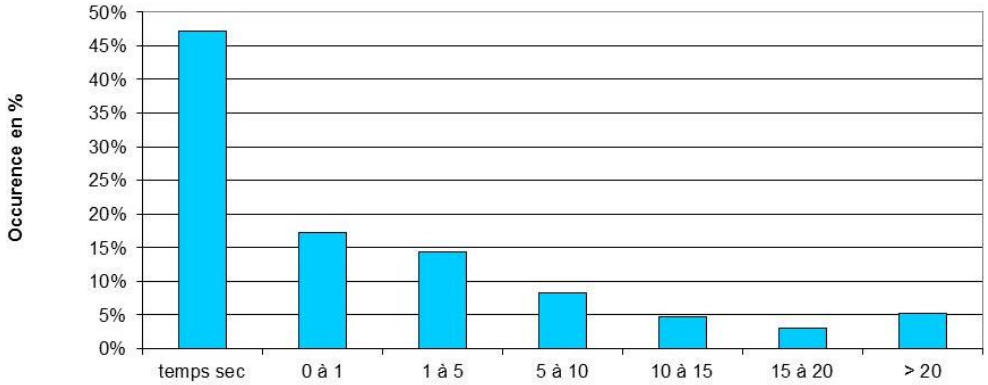


Figure 21 : Répartition des classes de pluie journalières (en mm) des mois de juin, juillet et août de 1995 à 2013 (Source : Météo France, station de Saint-Anthème)

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.

Aucune donnée concernant le vent n'est disponible sur la station météorologique de Saint-Anthème. D'après nos observations de terrain et les informations récoltées auprès de la mairie, les vents dominants sont de secteurs Sud-Est. Ceux-ci auraient donc tendance à plaquer les éléments indésirables (déchets, cyanobactéries…) sur la zone de baignade.

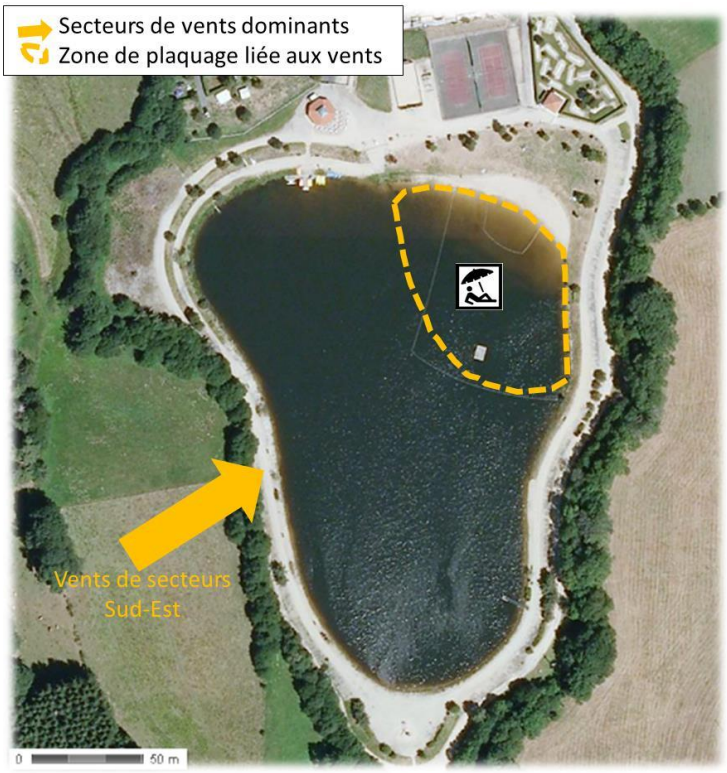


Figure 22 : Direction des vents dominants sur le plan d'eau de Saint-Anthème

La pluie, principal vecteur de contamination bactériologique, est en moyenne plus fréquente durant le mois de juillet et d'août.

La zone de baignade apparaît vulnérable au plaquage des éléments indésirables en raison des vents dominants de secteurs Sud-Est.

6.2 Caractéristiques du plan d'eau – 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 (gestion différente selon que le plan d'eau est en pisciculture ou eau libre),
- 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).

6.2.1 Description du plan d'eau

6.2.1.1 *Historique et caractéristiques morphologiques du plan d'eau*

Construit sur d'anciennes pâtures, le plan d'eau artificiel de Saint-Anthème a été **mis en eau il y a une vingtaine d'année.** D'une **profondeur maximale de 3m**, il occupe une **superficie de 2 hectares.**

Le plan d'eau est équipé d'un**e vanne de fond avec grilles.**

6.2.2 Statut juridique du plan d'eau

Le statut juridique du plan d'eau régit ses usages et sa gestion hydraulique. Sa définition permet de cibler les aspects réglementaires qui vont diriger les activités contiguës à la baignade, ainsi que les contraintes de gestion qui en découlent.

Références réglementaires :

Articles L.431-1 à L.431-5 et R431-7 du code de l'environnement et la directive du 29 janvier 2008 permettent de définir le statut juridique d'une eau close :

-L'article R.431-7 précise : « *Constitue une eau close au sens de l'article L.431-4 le fossé, canal, étang, réservoir ou autre plan d'eau dont la configuration, qu'elle résulte de la disposition des lieux ou d'un aménagement permanent de ceux-ci, fait obstacle au passage naturel du poisson, hors événement hydrologique exceptionnel.*

Un dispositif d'interception du poisson ne peut, à lui seul, être regardé comme un élément de la configuration des lieux au sens de l'alinéa précédent. »

Le plan d'eau de Saint-Anthème a un statut d'eau close.

6.2.3 Gestion actuelle du plan d'eau

Le plan d'eau est géré par la commune de Saint-Anthème. Elle assure la gestion des activités de loisirs et du plan d'eau.

6.2.3.1 *Gestion hydraulique*

Le plan d'eau de Saint-Anthème est vidangé totalement chaque année, avec maintien d'une période d'assec (3-4 mois). Les eaux vidangées sont restituées dans la rivière de l'Ance.



Figure 23 : Photographies du plan d'eau lors de la vidange annuelle de mars 2013 (Source ATHOS Environnement)

6.2.3.2 *Gestion piscicole / halieutique*

La pêche et le peuplement piscicole peuvent avoir des répercutions indirectes sur l'activité baignade, en favorisant le développement de cyanobactéries suite à un brassage des sédiments par les poissons fouisseurs et/ou des apports excessifs d'appâts.

La pêche est interdite sur le plan d'eau de Saint-Anthème.

7 CONTEXTE DEMOGRAPHIQUE ET ECONOMIQUE

L'étude de la population à l'échelle de la zone d'influence 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.

Huit communes sont présentes sur le bassin versant du plan d'eau, dont Saint-Anthème qui occupe la grande majorité du territoire (Figure 24).

Commune	Surface occupée sur le bassin versant en hectares	Surface occupée sur le bassin versant en %
Saint-Anthème	5 185	89.6
Valcivières	437	7.6
Saint-Bonnet le Courreau	80	1.4
Roche	29	0.5
Lérigneux	23	0.4
Grandif	23	0.4
Bard	5	0.09
Verrières-en-Forez	5	0.09

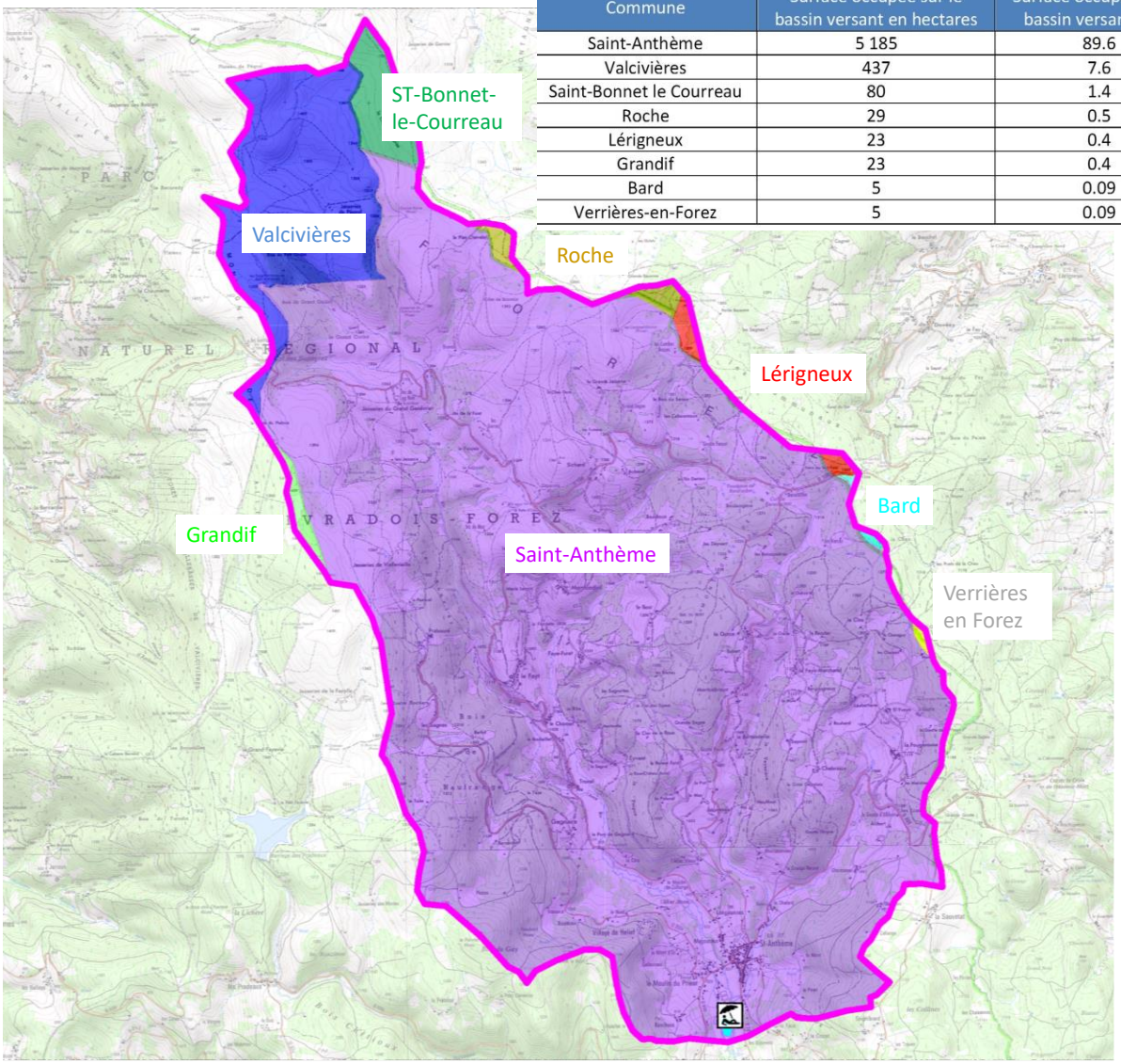


Figure 24 : Répartition surfacique communale sur le bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : ATHOS Environnement 2013)

Le paragraphe suivant concernera uniquement la commune de Saint-Anthème étant donné qu'elle est majoritairement représentée sur le bassin versant et que les territoires situés sur les 7 autres communes sont principalement recouverts de prairies ou de forêts.

7.1 Population et habitat

➔ **Echelle communale**

La Figure 26 présente l'évolution de la population de Saint-Anthème de 1968 à 2014 selon les recensements de l'INSEE. Le nombre d'habitants est de 715. La densité moyenne de cette commune est de l'ordre de 11 hab/km^2. Pour rappel, la densité moyenne du département du Puy-de-Dôme est de 79 hab/km^2. La pression anthropique sur cette commune est donc considérée comme très faible.

		Saint-Anthème
Démographie	Population 2014	715
	Densité de la population en 2014 (hab/km2)	10,3
	Superficie km²	68,69
	Nombre de logements (en 2009)	1021
	Nombre de logements vacants (en 2009)	67
	Résidences principales (en 2009)	347
	Résidences secondaires (en 2009)	607
	Taux d'occupation (nb habitant/habitation)	2,06

Figure 25 : Statistiques démographiques sur la commune de Saint-Anthème

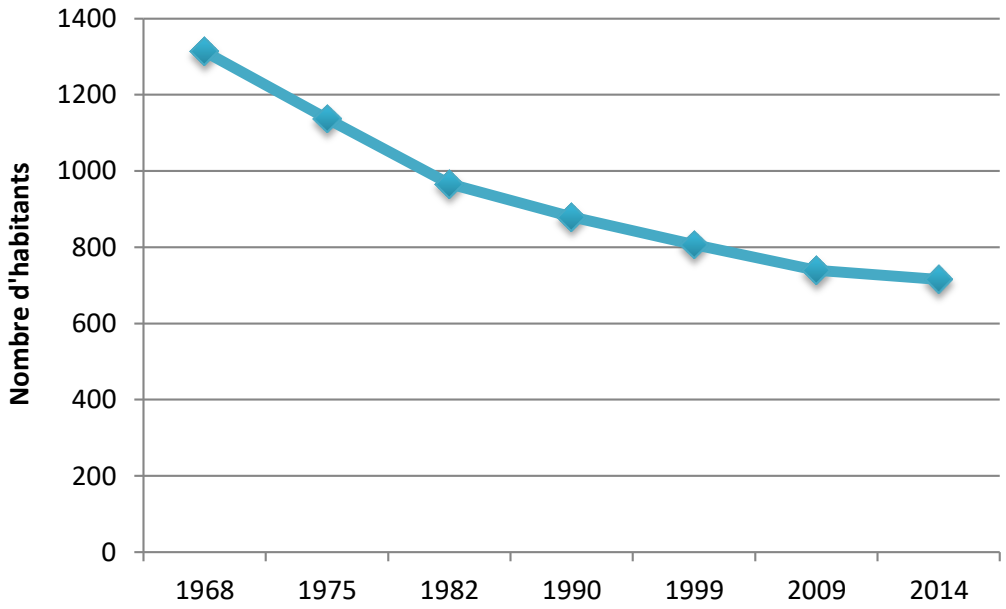


Figure 26 : Evolution de la population de la commune de Saint-Anthème depuis 1968 (Source : INSEE)

7.2 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.

➔ **Echelle communale**

La Figure 27 représente la proportion des résidences principales et secondaires en 2009 sur la commune de Saint-Anthème ainsi que son évolution depuis 1968.

Le nombre de résidences secondaires sur la commune est en très forte augmentation depuis 1982. En 2009, le nombre de résidences secondaires s'élevait à 607 et représentait la majorité du parc de logements (59%).

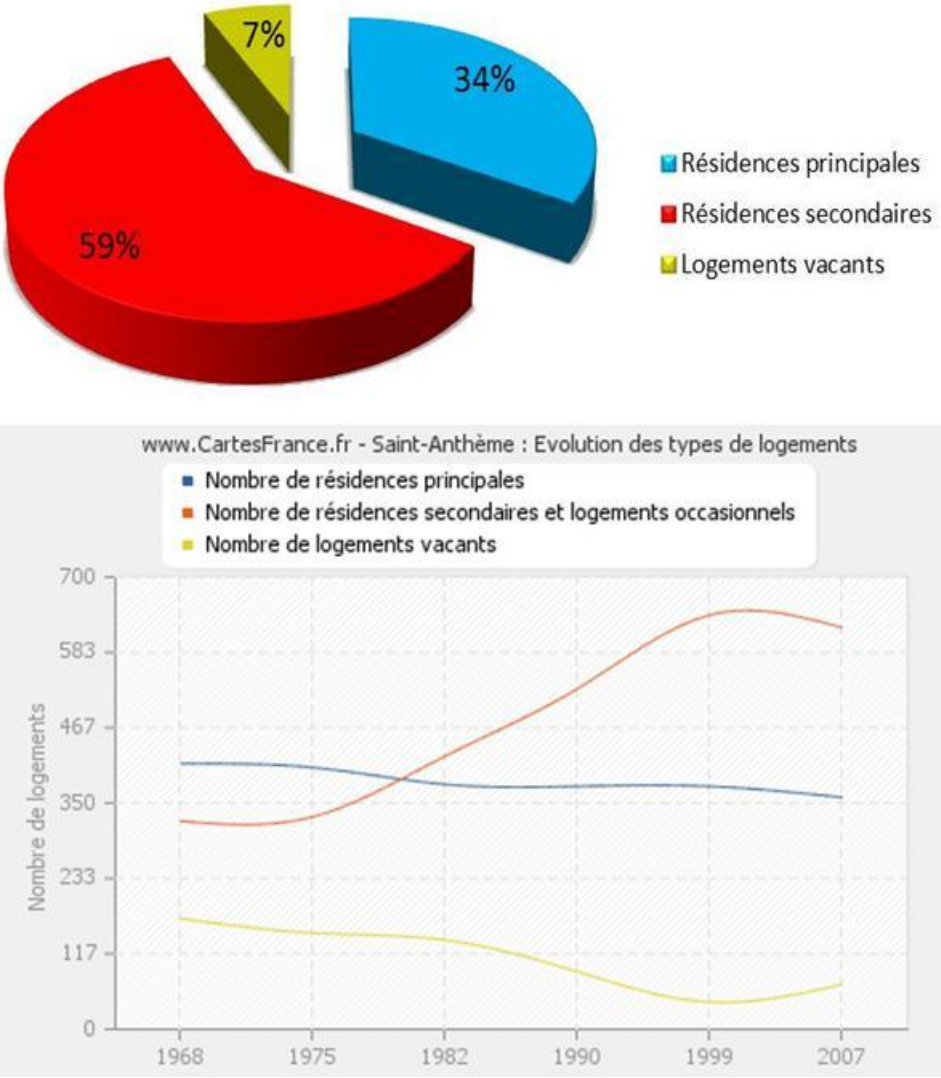


Figure 27 : Répartition du parc des logements de la commune de Saint-Anthème en 2009 et évolution depuis 1968

L'offre d'hébergement sur la commune de Saint-Anthème est très importante et diversifiée (Tableau 4). **Le nombre de vacanciers potentiels s'élève à 1 970**.

Tableau 4 : Capacité d'accueil de la commune en terme d'hébergement (Source : Mairie de Saint-Anthème)

	Résidences secondaires		Camping		Hôtel		Chambre d'hôte		Gîte et meublés	
	Nombre d'habitations	Nombre potentiels de résidents	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité
Saint-Anthème	607	1518	1	200	2	115	2	17	16	117
Capacité d'accueil totale	**1967**									

➔ **Echelle de la zone d'influence**

Excepté le camping le Rambaud (zone immédiate), la totalité des hébergements proposés par la commune de Saint-Anthème est située sur le bassin versant.

La capacité d'accueil est très importante au regard de la population permanente. Même si le site semble plus fréquenté en période hivernale (station de ski Prabouré), de nombreux estivants sont susceptibles de fréquenter le plan d'eau durant les mois de juillet et août, à cela s'ajoutant bien évidemment la population locale. Cette importante fréquentation de la plage en été constitue une source de pollution potentielle puisque l'homme est un vecteur de contaminants fécaux. Les risques de contamination associés seront évalués dans la phase 2 du présent profil.

7.3 Activités socio-économiques et agricoles

Toutes les catégories de services sont représentées à Saint-Anthème et un panel de commerces permet de répondre aux besoins des habitants. Un garage automobile est présent à proximité du plan d'eau. Celui-ci peut être source de pollution aux huiles et hydrocarbures, si les évacuations de ces déchets ne sont pas réalisées correctement.

Une station de carburant et de lavage a été construite récemment sur la commune, à proximité de la baignade (Figure 28). Les eaux pluviales susceptibles d'avoir étaient en contact avec les hydrocarbures sont collectées dans un séparateur mis sous alarme et vidangé régulièrement. De même, un second collecteur a été mis en place pour recueillir les eaux de lavage des véhicules.

Les commerces et activités présentes entrainent peu de risque de contamination, hormis un risque de pollution par les hydrocarbures en cas de rupture accidentelle des cuves de carburant de la station ou accident lors du ravitaillement (ce qui reste exceptionnel).

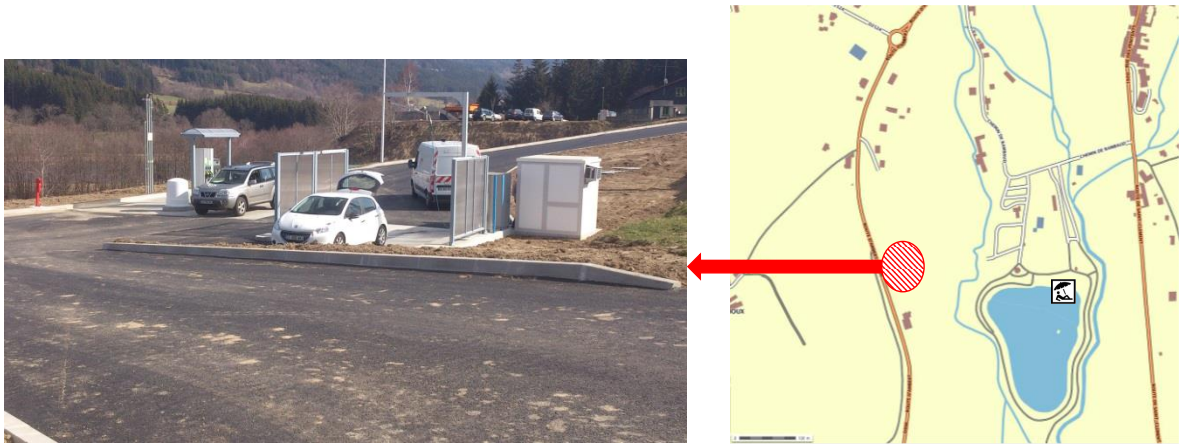


Figure 28 : Localisation et photographie de la station essence sur la commune (Source ATHOS Environnement)

8 ETUDE DE LA QUALITE DU MILIEU AQUATIQUE

8.1 Pré-requis 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]

[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.

(*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**.

8.1.1 Directive 76/160/CEE

Au cours de la saison balnéaire, les résultats sont simplement comparés aux valeurs guides et impératives fournies dans l'annexe de la directive (Tableau 5). 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 fixées 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'analyses 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 5: 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 intesitnaux

Lors de sa transposition dans le droit français, les classes de qualité ont été remaniées en quatre classes (Tableau 6). 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.**

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

Tableau 6: 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.

8.1.2 Directive 2006/7/CE

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 **eau 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 Régionales de Santé.**

Les modalités de classement de la qualité des eaux de baignade se sont vues profondément modifiées. 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 7).

Tableau 7 : 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 95e percentile.
** Evaluation au 90e percentile.

Comme le montre le Tableau 8, pour les classes de **qualités bonne et excellente**, le calcul se fait par une évaluation au **95e percentile** de la fonction normale de densité de probabilité log10 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 95e percentile est la valeur à laquelle 95% des données (résultats d'analyses microbiologiques) sont inférieures. L'ANNEXE 2 présente le mode de calcul des percentiles.

Tableau 8 : Classe de qualité des eaux de baignades intérieures selon la directive 2006/7/CE (source www.baignade.sante.gouv.fr)

	Entérocoques intestinaux				
Escherichia coli		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

Il est important de noter 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 Historique de la qualité bactériologique de l'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème

Les données d'analyse de surveillance sont fournies par l'ARS **Auvergne, délégation du Puy-de-Dôme** à la mairie de Saint-Anthème concernant la qualité microbiologique de l'eau de baignade sur le plan d'eau. Elles sont répertoriées depuis 1995. Depuis cette date, **97 analyses bactériologiques** ont été réalisées sur la baignade. En moyenne, 5 analyses par saison sont réalisées, dont une analyse en juin, en amont de la saison estivale.

8.2.1 Selon la Directive 76/160/CEE

Les résultats des 19 dernières saisons balnéaires sont présentés dans le Tableau 9. L'eau de baignade a été classée en **« Bonne »** qualité (classe A) au cours de 12 saisons estivales (soit environ 63%) et en qualité **« Moyenne »** (classe B) au cours de 7 saisons estivales (soit environ 37%).

Tableau 9: Évaluation de la qualité de l'eau de baignade sur le plan d'eau de Saint-Anthème selon la directive 76/160/CEE

	Directive 76 / 160 / CEE - Qualité de l'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème																		
Saison	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Classement	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	B	A	B	A	A	B	B	B	A
Nombre d'analyses	6	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	7

L'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème est donc conforme à la réglementation européenne depuis la mise en place du suivi de la qualité de l'eau.

Les détails des résultats d'analyses bactériologiques ayant conduit à ce classement sont présentés en ANNEXE 3 pour la période 1995-2013 (2000-2009 pour les coliformes totaux).

Les analyses bactériologiques mettent en évidence que les dépassements de la valeur guide sont très fréquents pour le paramètre *E. coli*. Deux dépassements minimum sont nécessaires pour déclasser la baignade en catégorie B. La valeur impérative n'a jamais été dépassée sur l'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème.

Outre les analyses bactériologiques, la directive 76/160/CEE prend également en compte dans le calcul de la qualité, 3 paramètres physico-chimiques à savoir : présence de substances tensio-actives (mousses persistantes), de phénols et d'huiles minérales.

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).*

C'est pourquoi le paramètre « coliformes totaux » n'est plus pris en compte dans la directive 2006/7/CE, puisqu'il n'est pas spécifique d'une pollution d'origine fécale. L'indicateur E . Coli est un meilleur marqueur.

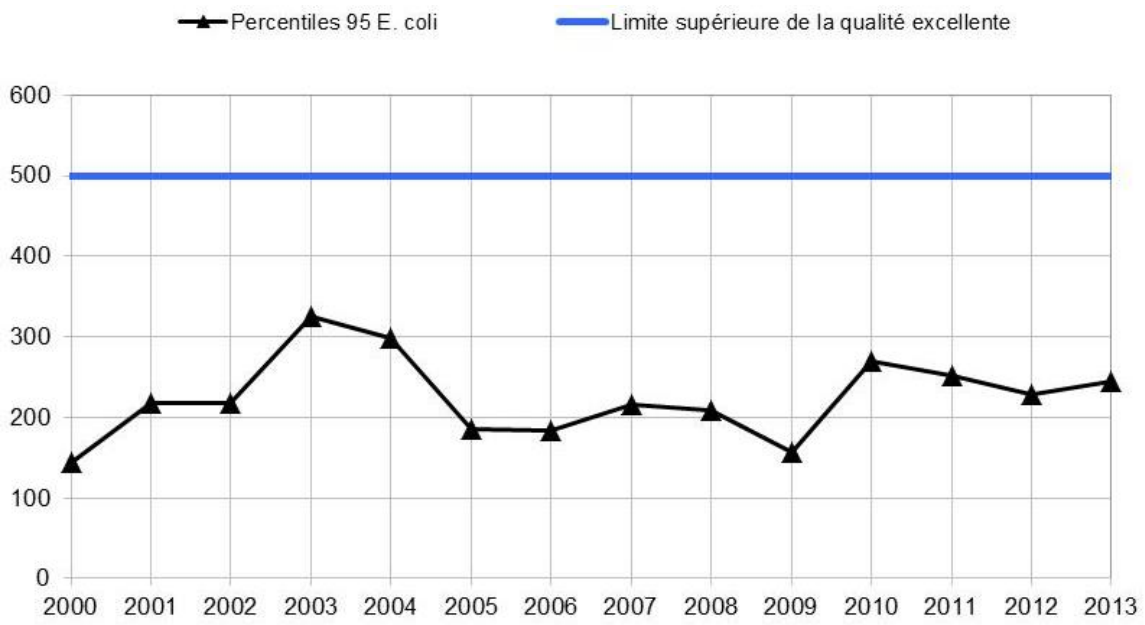
8.2.2 Selon la directive 2006/7/CE

L'évaluation de la qualité de l'eau de baignade selon la méthode de la directive 2006/7/CE ne peut se faire que sur 16 saisons balnéaires, puisque la classe de qualité est calculée sur la base de **quatre saisons balnéaires** (pas de classement possible pour 1995, 1996 et 1997).

Le Tableau 10 présente le classement de l'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème selon la directive 2006/7/CE. **Toutes les saisons sont classées en « excellente qualité ».** Ce classement peut paraître paradoxal au vu des classes de qualité obtenues avec la directive 76/160/CEE. 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.**

Tableau 10 : Simulation de classement de l'eau de baignade sur le plan d'eau de Saint-Anthème selon la Directive 2006/7/CE

Directive 2006 / 7 / CE - Qualité de l'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème															
1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC	EXC



La

Figure 29 et la Figure 30 présentent respectivement l'évolution des **95e percentiles pour le paramètre *E. coli* et Entérocoques intestinaux (E.I).** 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 du 95éme percentile pour le paramètre *E. coli* sont fluctuantes au cours du temps mais sont toujours restées très en deçà de la limite supérieure de qualité excellente. Il en va de même pour le paramètre Entérocoques.

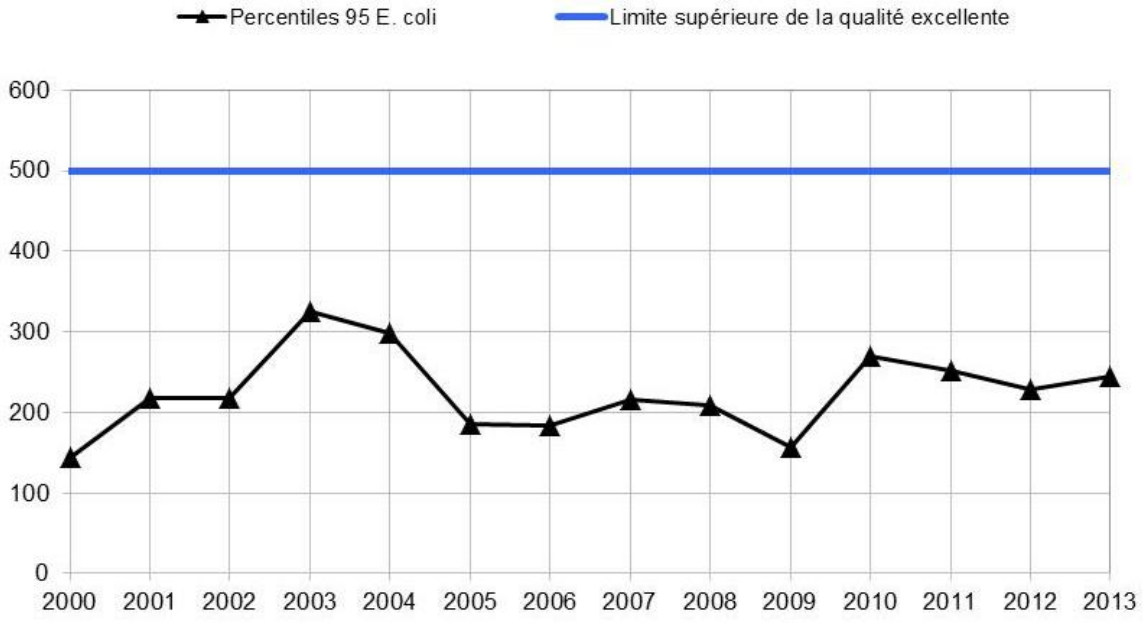


Figure 29 : Evolution des 95e percentiles pour le paramètre Escherichia coli

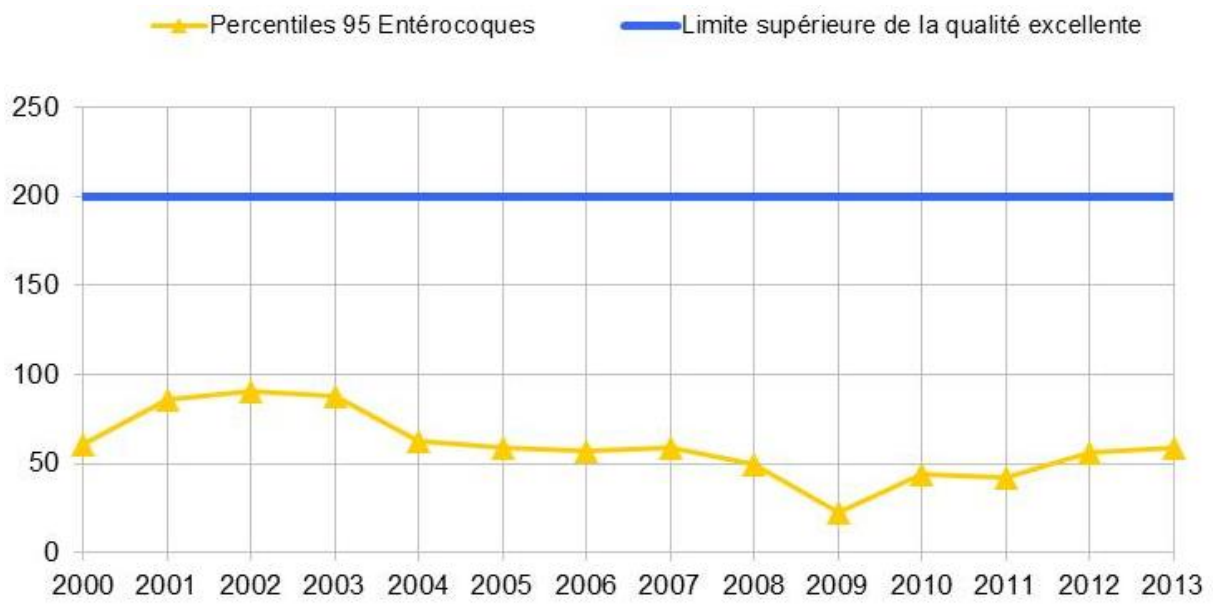


Figure 30 : Evolution des 95e percentiles pour le paramètre Entérocoques intestinaux

Afin de se concentrer sur les éléments récents de la qualité de l'eau de baignade sur le plan d'eau de Saint-Anthème, la simulation du classement de la saison balnéaire 2013 est présentée dans le Tableau 11. Le nombre d'échantillon considéré pour ce calcul est de 23 prélèvements.

Il en résulte que :

- ➔ Environ 95% de ces dénombrements sont inférieurs à 245 UFC[3]/100 mL pour le paramètre *Escherichia Coli* (95[e] percentile = 245). **Cette valeur est inférieure au seuil de « bonne qualité »** fixé à 1 000 UFC / 100 mL.
- ➔ Environ 95% des dénombrements en Entérocoques intestinaux réalisés pendant cette période sont inférieurs à 59 UFC/100 mL. (95[e] percentile = 59). **Cette valeur est inférieure au seuil d' « excellente qualité »** fixé à 200 UFC / 100 mL.

Tableau 11 : Simulation du classement de la baignade du plan d'eau de Saint-Anthème pour la saison balnéaire 2013 et seuils de qualité selon l'annexe 1 de la directive 2006/7/CE.

	95ème percentile	Excellente qualité	Bonne qualité	Qualité suffisante
Entérocoques intestinaux	59	200*	400*	330**
Escherichia coli	245	500*	1000*	900**

**Evaluation au 95éme percentile*
***Evaluation au 90éme percentile*

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

[3] UFC = Unité Formant Colonie. Il s'agit d'une unité de comptage en microbiologie. On considère qu'un UFC = 1 bactérie.

La baignade de Saint-Anthème ayant connu des épisodes ponctuels de pollution (pic d'*E. coli* à 1883 UFC/100mL le 20 août 2001), 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 en 2015, année où toutes les baignades devront être classées en catégorie au moins suffisante, sous peine d'être fermée. 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).

Le futur classement de la plage du plan d'eau de Saint-Anthème selon différents scénarios a été calculé. Pour établir des scénarios réalistes, les données utilisées correspondent à des situations qui ont déjà été observées au cours des années précédentes (Tableau 12).

- **Le scénario optimiste** correspond à une répétition des résultats de l'année 2009 (dénombrements bactériologiques les plus bas) au cours des prochaines saisons 2014 à 2016.

- **Le scénario pessimiste** considère que les résultats obtenus de 2014 à 2016 sont ceux de l'année 2001, où les résultats bactériologiques étaient les plus mauvais depuis l'ouverture de la plage (pic d'*Escherichia coli* à 1 883 UFC/100ml en août).

Tableau 12 : Evolution potentielle du classement de la baignade au cours des trois prochaines années.

Scénarios	Données	2013	2014	2015
Optimiste	2014, 2015 et 2016 = 2009	EXC	EXC	EXC
Pessimiste	2014, 2015 et 2016 = 2001	EXC	EXC	BON

Si les résultats de l'année 2009 se réitèrent pour les saisons à venir, l'eau de baignade sera en qualité « excellente » en 2015. En revanche, si les résultats bactériologiques de l'année 2001 se reproduisent sur les 3 prochaines années, l'eau de baignade sera déclasser en « bonne qualité » mais restera conforme pour un usage baignade.

L'eau de baignade sur le plan d'eau de Saint-Anthème est d'« excellente qualité » selon la directive 2006/7/CE. Si cette qualité se maintien ou s'améliore durant les prochaines saisons balnéaires, la baignade restera conforme lors du classement de 2015.

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 guides et impératives de la directive 76/10/CEE sont respectivement de 2 m et 1 m.

Depuis 1997, la transparence a été mesurée 95 fois dans le cadre du contrôle sanitaire. **88 mesures ont révélé une transparence supérieure ou égale à 1m (valeurs impératives),** soit 93% des mesures comme le montre la Figure 31. Dans seulement 4% des cas, la transparence a été inférieure à 0,5m.

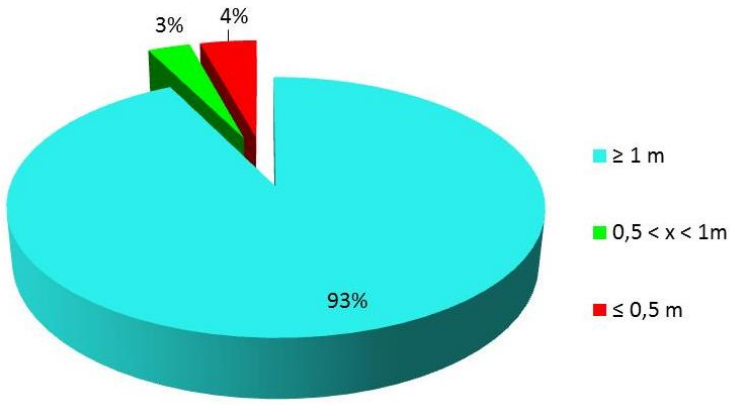


Figure 31 : Répartition des mesures de transparence de l'eau réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire de la baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : ARS 63)

La transparence mesurée est dans la majorité des cas supérieure à 1 mètre et ne pose donc actuellement pas de problème sur la baignade de Saint-Anthème.

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 dotées de matériel cellulaire leur permettant de réaliser la photosynthèse : **les cyanobactéries.**

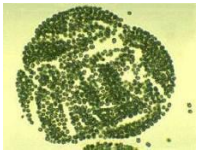
La diversité, la spécificité et l'abondance des communautés phytoplanctoniques dans un milieu aquatique sont dépendantes du niveau trophique. Un plan d'eau riche en nutriments (eutrophe), favorisera le développement de phytoplancton. L'eutrophisation est un phénomène naturel qui conduit inexorablement, 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.

Des proliférations importantes de cyanobactéries ont déjà été observées sur le plan d'eau de Saint-Anthème.

Le développement de ces organismes est donc à surveiller car ils 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 Auvergne, est exclusivement basé sur l'identification des cyanobactéries. Les espèces phytoplanctoniques ne sont pas dénombrées.

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 microorganismes 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 32). Elles présentent une grande capacité d'adaptation face aux changements du milieu.

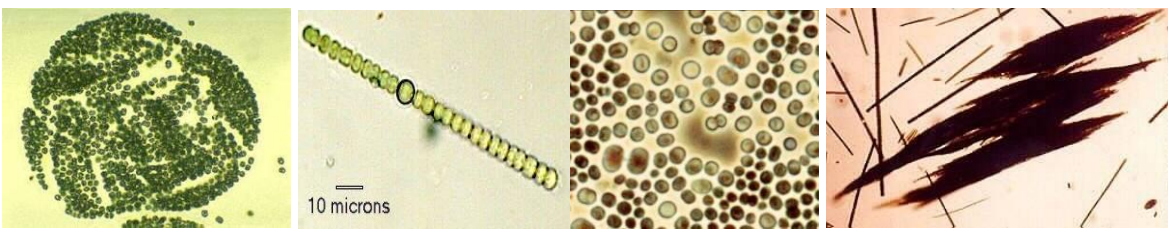


Figure 32 : Photographies de cyanobactéries, au microscope inversé (Source : www-cyanosite.bio.purdue.edu/) – de gauche à droite : Microcystis sp.; Anabaena sp. (x400) ; Microcystis aerogenosa (x 1000) ; Aphanizomenon flos-aquae(x100)

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'azote (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. Ces 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 éléments phosphatés, une température élevée et une eau stagnante. Leurs adaptations particulières leurs permettent d'être très compétitives et 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 et 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 33). 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 33 : Exemple d'efflorescences de cyanobactéries 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 cette optique, **un outil permettant d'évaluer l'existence ou non d'un risque lié au potentiel de prolifération des cyanobactéries** a été développé (ANNEXE 4).

Le risque de prolifération de cyanobactéries est apprécié dans un premier temps suivant ce modèle. Cette approche vise à déterminer **l'aptitude du plan d'eau à engendrer ou non des proliférations de cyanobactéries**. L'évaluation du risque pour la baignade de Saint-Anthème sera affinée par l'analyse des données de surveillance réglementaires.

Le Tableau en ANNEXE 5 présente l'application du diagramme sur la baignade de Saint-Anthème.

La fermeture de la baignade à deux reprises en raison de développement de cyanobactéries conduit bien évidemment à l'existence d'un risque potentiel de proliférations de cyanobactéries pour ce plan d'eau.

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 le plan d'eau de Saint-Anthème.

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 2010) ainsi que des recommandations d'analyses de toxines 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'issu 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 réalise un prélèvement au début de la saison balnéaire (début juillet). Si ce prélèvement révèle une concentration en cyanobactérie :

➔ <u>inférieure à 20 000 cell.ml^{-1}</u>, un dénombrement est réalisé 15 jours après.

➔ supérieure à 20 000 cell.ml^{-1} (mais inférieure à 100 000 cell.ml^{-1}), les dénombrements sont réalisés toutes les semaines.

➔ supérieure à 100 000 cell.ml^{-1}, les prélèvements sont reconduits toutes les semaines.

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

Le Tableau 13 résume 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. Les mesures de gestion mises en œuvre par l'ARS Auvergne, délégation du Puy-de-Dôme, dépendantes du nombre de cellules cyanobactériennes et/ou de la concentration en toxine y sont présentées.

Tableau 13 : Niveaux de risque liés aux cyanobactéries (Source : ATHOS Environnement, ARS Auvergne)

Niveau	C/ml	Gestion		Dénombrement cyanos
Ia	20 000	Information	Activité normale	Bimensuel
Ib	100 000			Hebdomadaire
IIa *[µcystine] < 25 µg/l*			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*

Il est à noter que cette réglementation es actuellement en cours d'évolution. En effet, à partir du 1er juillet 2014, le contrôle des cyanobactéries sera effectué selon la circulaire DGS/EA4/2014/166 du 23 mai 2014. D'après cette dernière, les seuils ne seront plus fixés en fonction de l'abondance totale en cyanobactéries mais en fonction de l'abondance en cellules toxinogènes. En effet, seuls quelques genres de cyanobactéries sont considérés comme producteurs de toxines (Tableau 14).

Tableau 14 : Liste des genres de cyanobactéries potentiellement toxiques

Genres de cyanobactéries potentiellement toxiques (AFSSET juillet 2006)
Aphanizonenom
Aphanothece
Anabaenopsis
Anabaena
Cylindrospermopsis
Coelosphaerium
Woronichinia
Lyngbya
Microcystis
Nostoc
Planktothrix
Phormidium
Rhaphidiopsis
Synechococcus
Pseudanabaena
Oscillatoria

Les nouveaux seuils appliqués en cas de présence de cyanobactéries toxinogènes seront les suivants :

Niveau	Cellules toxinogènes / ml	Gestion	Dénombrement des cyanobactéries
Ia	20 000	Activité normale	Bimensuel
Ib	50 000		Hebdomadaire + recherche de toxines hebdomadaire
IIa [toxines] < 13 µg/l		Interdiction de la baignade	Hebdomadaire + recherche de toxines hebdomadaire
IIb [toxines]> 13 µg/l		Interdiction de la baignade et de tout autre loisir nautique – prévenir tout contact de personnes et animaux avec l'eau	Hebdomadaire + recherche de toxines au moins bi-mensuelle
III Formation d'écumes de cyano-bactéries			

Information

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 (phase 3 du présent profil).

8.4.5.2 *Analyse des données de surveillance*

À 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 donnée pendant la saison estivale.

Le développement des cyanobactéries sur le plan d'eau de Saint-Anthème est surveillé depuis 2007. 4 à 9 dénombrements sont effectués par saison estivale (Tableau 15).

Tableau 15 : Nombre de prélèvements par saisons balnéaires de 2007 à 2013 (Source ARS Auvergne)

Années	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Nombres d'analyses	4	7	8 (+1)	8	6	8	9	51
Plage temporelle des prélèvements	du 20 juin au 8 août	du 4 juin au 27 août	du 15 juin au 25 août (+ 1 analyse le 29 septembre)	du 14 juin au 17 août	du 22 juin au 17 août	du 20 juin au 27 août	du 19 juin au 27 août	/

Sur les 51 prélèvements réalisés de 2007 à 2013 (

Figure 34), la moitié des dénombrements (**52%) sont inférieurs à 20 000 cell/ml : seuil d'alerte Ia** de la circulaire DGS/SD 7 A n°2003-27**. 34 % des dénombrements sont compris entre 20 000 et 100 000 cell/mL,** classant la baignade en **catégorie Ib**. **14% des dénombrements révèlent une concentration en cyanobactéries supérieure à 100 000 cell/ml.**

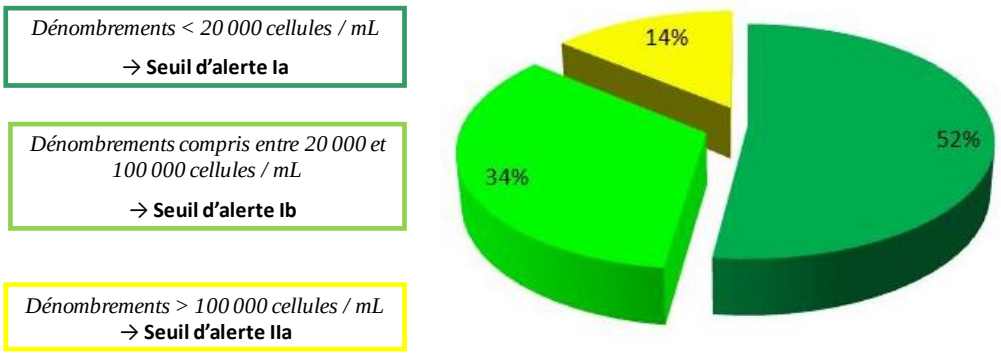


Figure 34 : Répartition des dénombrements réalisés de 2007 à 2013 en fonction des seuils de niveau d'alerte de la circulaire DGS/SD 7 A (Source ARS, délégation du Puy-de-Dôme)

La Figure 35 présente l'abondance en cyanobactéries sur la baignade de Saint-Anthème au cours des saisons 2007 à 2013.

Les abondances en cyanobactéries peuvent être ponctuellement très élevées et dépasser le seuil des 100 000 cell/ml. Cependant, on observe une nette diminution depuis 2011.

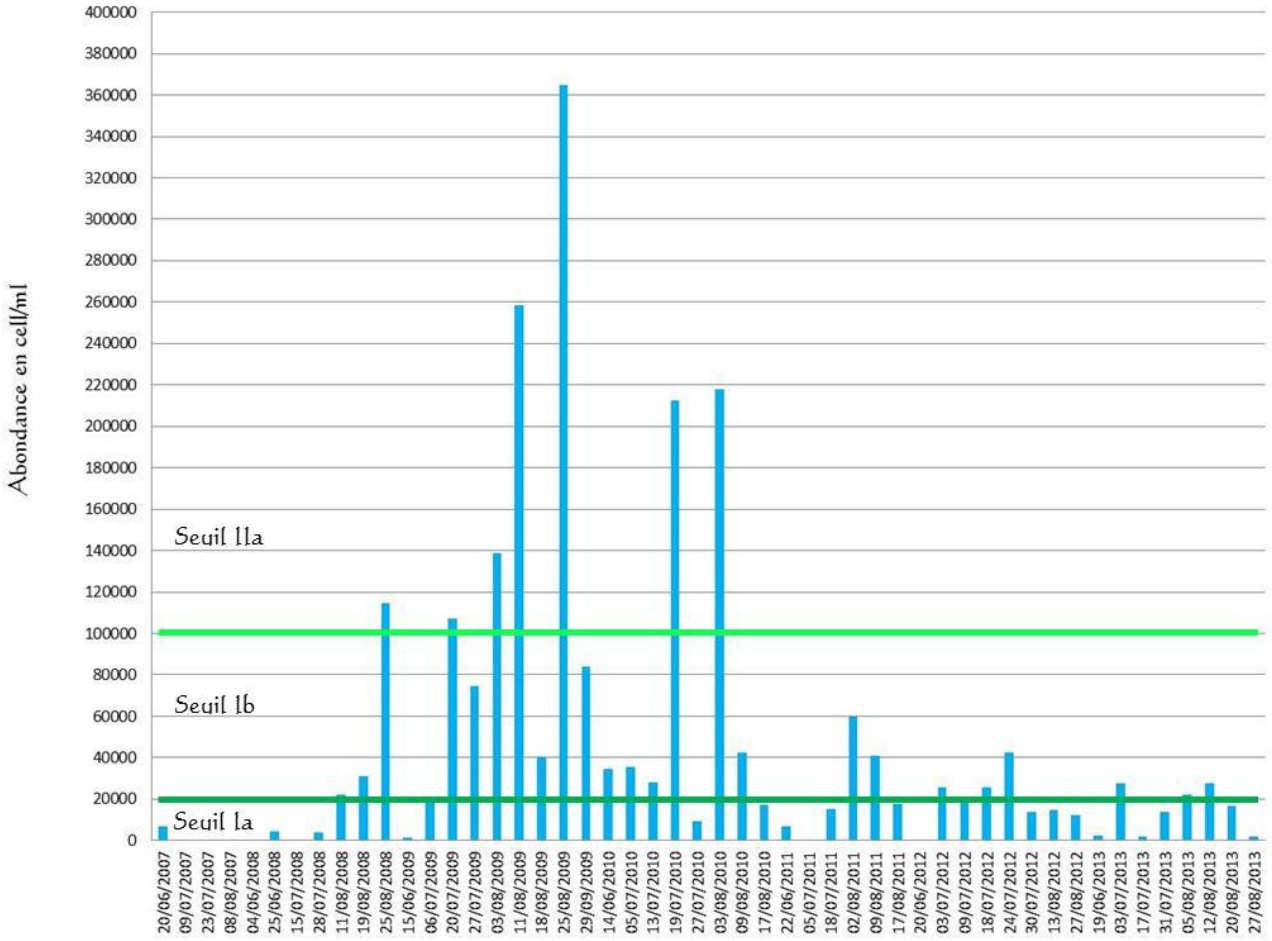


Figure 35 : Abondance en cyanobactéries sur la plage de Saint-Anthème de 2007 à 2013

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 toxiques et d'autre non.

Le genre cyanobactérien le plus abondant sur l'ensemble des prélèvements effectués au cours des 4 dernières saisons balnéaires est *Aphanocapsa* (76%) (Figure 36). Les genres le plus fréquemment rencontrés dans les dénombrements sont *Aphanocapsa* (31%) et *Synechocystis* (20%). Ces genres ne sont actuellement pas reconnus comme étant producteur de toxines. En revanche, le genre *Anabaena*, déjà rencontré sur le plan d'eau est reconnu comme producteur de toxines.

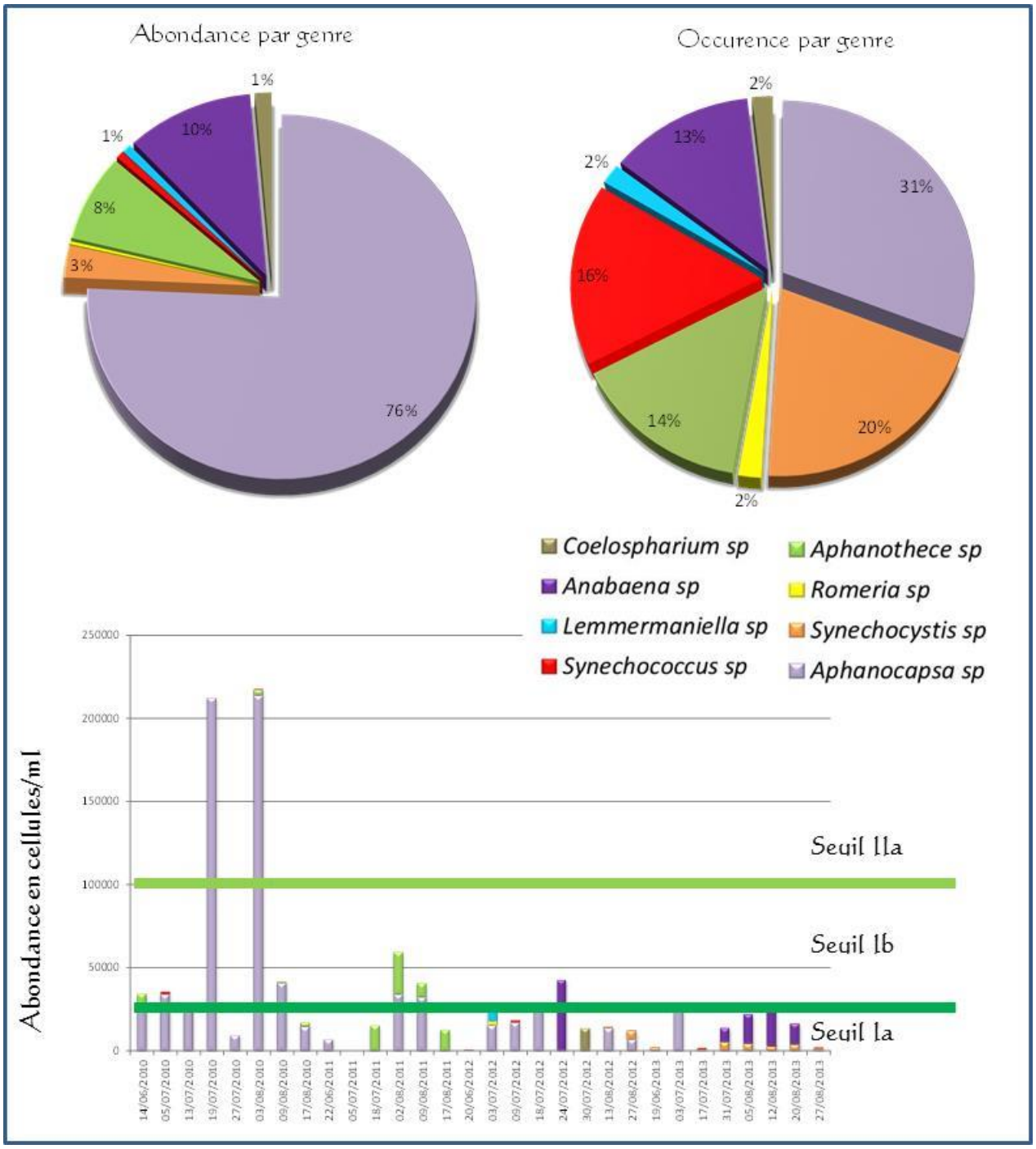


Figure 36 : Abondance et occurrence des différents genres cyanobactériens en 2010, 2011, 2012 et 2013 sur la baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (Source ATHOS Environnement)

8.4.5.3 *Formation d'efflorescences*

Les cyanobactéries peuvent se regrouper en colonies, ce qui peut conduire à la formation d'écumes en surface. Ces écumes représentent un réel risque sanitaire car elles concentrent les cellules en très grande quantité.

Le plan d'eau de Saint-Anthème a été soumis à plusieurs reprises à la formation d'efflorescences de cyanobactéries. Ce phénomène est à l'origine de plusieurs jours consécutifs de fermeture de la baignade en juillet 2012 et août 2013. Le genre cyanobactérien retrouvé dans ces efflorescences est *Anabaena*, reconnu comme étant producteur de toxines.

Il est à souligner que les proliférations cyanobactériennes à l'origine de la fermeture de la baignade ne sont pas retranscrites dans les dénombrements du contrôle sanitaire. Les efflorescences sont des phénomènes présentant une grande disparité tant au niveau spatiale que temporel. De plus, ce genre de cyanobactéries a tendance à flotter ce qui rend leur dénombrement très compliqué par la méthode Utermöhl, qui préconise une sédimentation des cyanobactéries avant une observation en microscopie inversée.

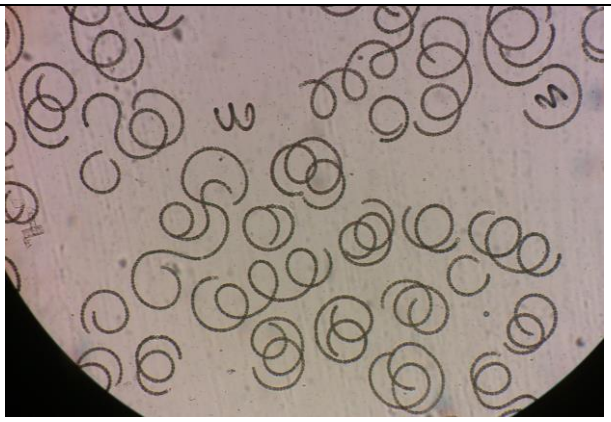




Plan d'eau de Saint-Anthème lors du bloom d'Anabaena en août 2013



Echantillon d'eau en sédimentation



Anabaena observée sous microscope (x10)

Les concentrations en cyanobactéries sur le plan d'eau de Saint-Anthème peuvent être ponctuellement très importantes, dépassant largement le seuil des 100 000 cell/ml. Toutefois, on observe une diminution générale des concentrations depuis 2011. Il est à signaler que des genres potentiellement producteurs de toxines sont présents sur le plan d'eau.

Il est difficile d'émettre des hypothèses quant aux évolutions futures, dans le sens où l'apparition des cyanobactéries est conditionnée par une multitude de paramètres (conditions météorologiques, apports en nutriments tout au long de l'année, compétition avec des espèces présentes…). Notons que toute intervention sur les mécanismes à l'origine de leur prolifération, ou sur la gestion du plan d'eau, pourra avoir des répercussions sur les proliférations de cyanobactéries en modifiant l'équilibre actuel qui régit le peuplement observé.

Les efflorescences cyanobactériennes sur le plan d'eau de Saint-Anthème ont été à l'origine de plusieurs interdictions de baignade alors que ces proliférations n'ont pas été mises en évidence lors des dénombrements du suivi sanitaire. Ce phénomène souligne l'importance de la mise en place d'un suivi visuel quotidien de la baignade.

8.5 Qualité physico-chimique de l'hydrosystème

Les proliférations de cyanobactéries sont conditionnées par les conditions physico-chimiques du milieu : les concentrations en nutriments, les conditions d'oxygénation de l'eau, la qualité du sédiment… L'analyse de ces paramètres permet d'apprécier les facteurs influençant leur prolifération.

Deux campagnes de prélèvements ont été réalisées sur le plan d'eau (zone de baignade) et sur son affluent, la première campagne correspondant à des conditions météorologiques dites « temps sec » (le 5 juillet 2013) et la seconde, à des conditions « temps pluvieux » (le 8 août 2013).

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 assimilables par le phytoplancton) :

- Nitrates (NO_3^-)
- Ortho-phosphates (PO_4^{3-})
- Ammonium ($NH4^+$)

8.5.1 Qualité physico chimique de l'eau de baignade

Les premières analyses réalisées ont été comparées aux seuils de la nouvelle codification pour l'évaluation de la qualité de l'eau (arrêté du 25 janvier 2010). L'eau de baignade peut subir des dégradations ponctuelles de sa qualité au regard des concentrations en nutriments (Tableau 16).

Ces analyses, restent ponctuelles dans le temps, et ne sont pas intégratives de la qualité réelle du plan d'eau.

Tableau 16 : Concentrations en nutriments dans la zone de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (source : ATHOS Environnement)

Date	Azote minéral maximal [NO_3^- +$NH4^+$] mg N/L	[PO_4] maximal mg P/L
05/07/2013	0.133	0.006
08/08/2013	0.527	0.013

Très bonne
Bonne
Moyenne

8.5.1 Qualité physico chimique des affluents

Les résultats des campagnes de prélèvements réalisées par temps sec et pluvieux sont présentés dans le tableau suivant :

Date	Lieu de prélèvement	[NO_3^-] mg/L	[PO_4] mg/L	[NH_4^+] mg/L
05/07/2013 Sortie temps sec	Ance	0.93	0.005	0.04
	Tronçon court circuité de l'Ance	1.51	0.05	0.09
	Arrivée TCC Ance dans le lac	0.59	0.009	0.06
08/08/2013 Sortie temps pluvieux	Ance	2.31	0.12	0.04
	Tronçon court circuité de l'Ance	4.24	0.08	0.04
	Arrivée TCC Ance dans le lac	3.91	0.16	1.36

Très bonne
Bonne
Moyenne

Les points prélevés sont présentés dans la figure suivante :



Les analyses ne mettent pas en évidence d'importantes concentrations en nutriments. De manière générale, les concentrations sont tout de même plus élevées en temps pluvieux qu'en temps sec. La qualité est jugée « moyenne » à l'arrivée du TCC dans le lac au vu du paramètre NH4.

Les concentrations en phosphore total relevées en temps pluvieux peuvent suffire à induire des proliférations cyanobactériennes.

8.6 Episodes de prolifération de macro-algues

Dans des conditions normales, les macro-algues se développent grâce :

- *à la photosynthèse, qui, à partir de différents éléments (lumière, eau, CO_2) permet de produire leur propre matière organique,*
- *aux éléments nutritifs essentiels.*

Les changements du milieu liés aux pollutions altèrent significativement la diversité biologique. Certaines espèces de macro-algues dites opportunistes s'adaptent à ces changements de condition et se développent au dépend d'espèces plus sensibles qui disparaissent. Les changements d'apports nutritifs peuvent donc bouleverser significativement la composition du milieu et de ses habitants.

8.6.1 Risque sanitaire

Les macro-algues ne présentent pas un risque sanitaire majeur, le seul risque mis en évidence dans une étude de l'ARS est celui associé à un des gaz de décomposition des organismes : le soufre, lors des marées vertes bretonnes (milieu marin).

Lors des proliférations, les nuisances engendrées observées sont :

- le manque de visibilité, qui nuit à la baignade et aux activités nautiques
- la création d'un environnement favorable pour le développement de cyanobactéries (*cf paragraphe précédent*) et niches écologiques disponibles pour l'installation de parasites (dermatite).

8.6.1.1 *Risque sur la baignade du plan d'eau de Saint-Anthème*

La présence de macro-algues a été observée sur le plan d'eau de Saint-Anthème, plus particulièrement dans la partie nord-ouest du plan d'eau (arrivée d'eau, quai de pédalo) - Figure 37. Leur développement est donc à surveiller en raison de la proximité avec la zone de baignade.



Figure 37 : Macro-algues observées sur le plan d'eau de Saint-Anthème le 5 juillet 2013 (ATHOS Environnement)

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 évènements 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 entraine 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 rejetés 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 entraineront 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'issu 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 nutriments 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**. **Le plan d'eau de Saint-Anthème est alimenté en permanence par une prise d'eau sur un tronçon court-circuité de la rivière Ance**.



Figure 38 : Photographies du principal apport du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : ATHOS Environnement 2013)

L'Ance (tronçon court circuité) est une source de pollution indirecte, liée aux contaminations dont elle fait l'objet le long de son linéaire avant d'atteindre le plan d'eau. Ces contaminations sont présentées dans la suite de l'inventaire.

9.2 Contexte de l'assainissement

Sources et références : Mairie de Saint-Anthème

La pollution urbaine provient des zones urbanisées mais aussi de maisons isolées, elle se caractérise par des concentrations importantes en ions ammonium, 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).

- ✓ **Assainissement collectif**

Une partie du bourg de Saint-Anthème est raccordée à un **système d'assainissement collectif**. Le réseau d'assainissement est séparatif et l'écoulement gravitaire (aucun poste de relèvement n'est signalé sur la zone d'étude). Les effluents bruts sont collectés et acheminés vers la **station d'épuration** située à l'aval du plan d'eau, et donc **en dehors de la zone d'étude**. D'une **capacité nominale de 800 EH**, la station dispose d'un **traitement de type « boue activée-moyenne charge** ». Les effluents traités sont ensuite rejetés dans l'Ance (aval du plan d'eau).

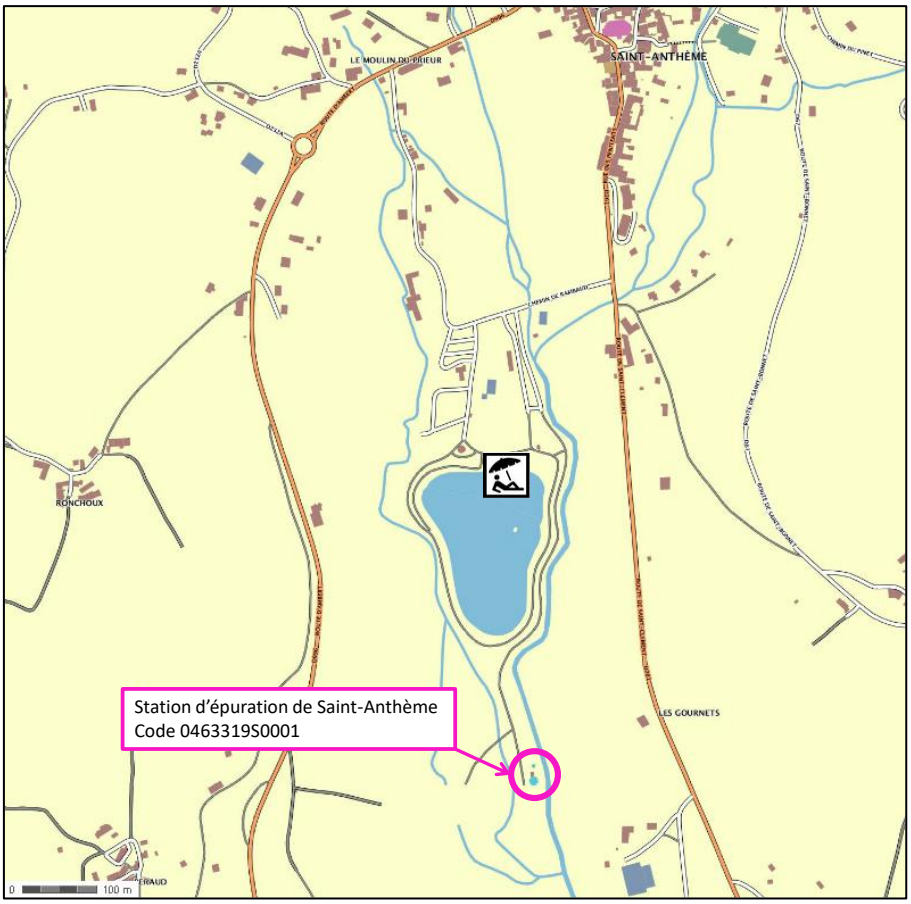


Figure 39 : Localisation de la station d'épuration de Saint-Anthème (Source : Portail sur l'assainissement communal)

L'autre partie du bourg (partie à l'est de l'église) n'est pas raccordée au réseau collectif. Un réseau unitaire est pourtant en place mais n'est pas fonctionnel, **les effluents bruts sont rejetés directement sans traitement préalable dans le ruisseau de Ronelle**. Un déversoir d'orage est également présent à proximité du lac. Celui-ci est voué à disparaître lors des travaux de raccordement au système collectif, prévus au cours de l'année 2015.

La figure suivante présente les zones raccordées au réseau collectif et celles qui ne le sont pas au niveau du bourg de Saint-Anthème.

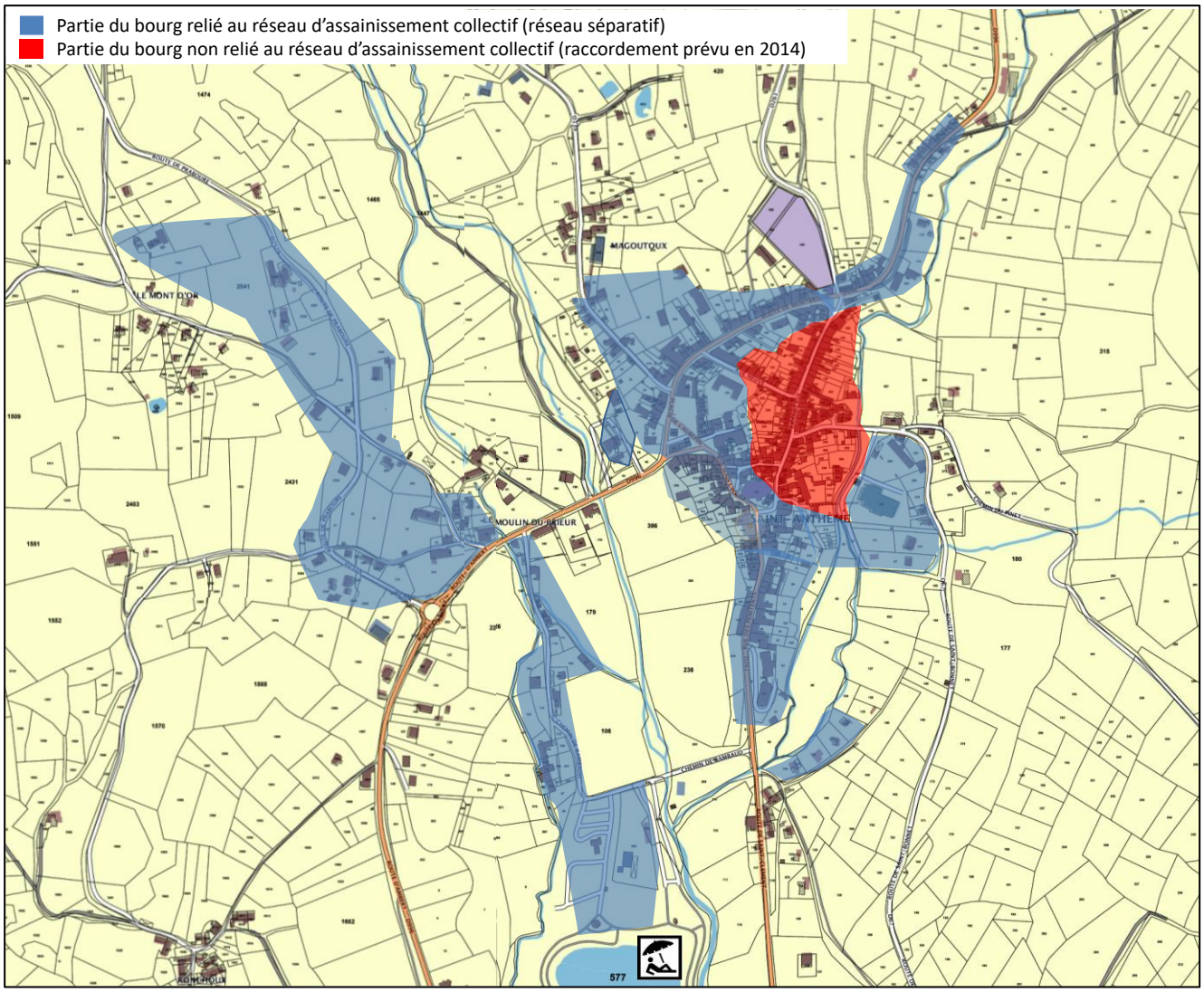


Figure 40 : Zonage d'assainissement du bourg de Saint-Anthème (Source : Mairie de Saint-Anthème)

✓ **Réseau d'eaux usées sur la zone d'étude**

Le réseau d'eaux usées qui achemine les effluents du bourg vers la station d'épuration passe directement sous la zone de baignade du plan d'eau. Les canalisations, d'un diamètre de 200mm, sont en PVC et ont été installées dans les années 90. Toute casse ou fuite auraient une répercussion directe sur la qualité de l'eau du plan d'eau.

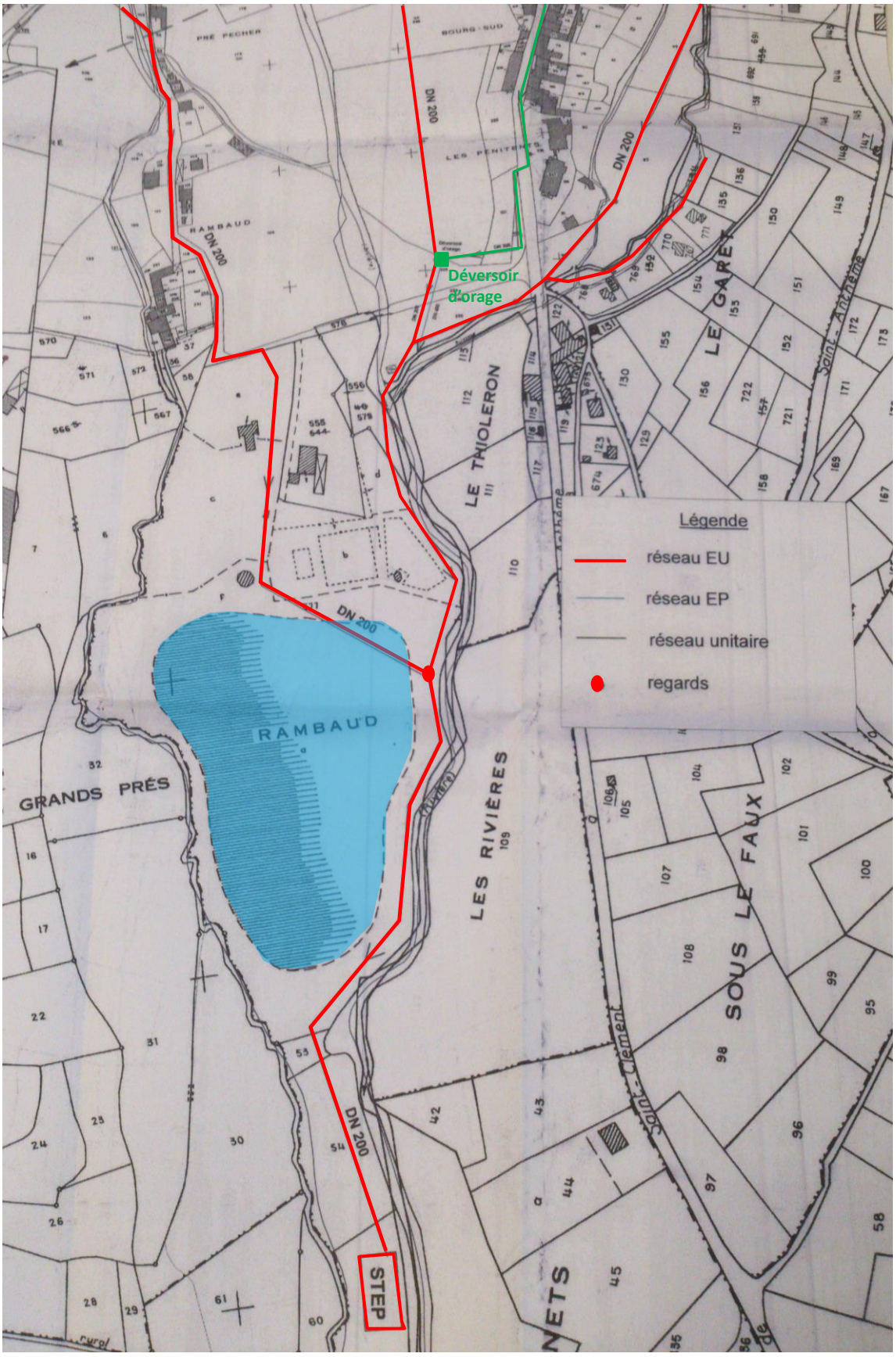


Figure 41 : Localisation des réseaux d'assainissement à proximité immédiate du plan d'eau (Source : Plan du réseau d'assainissement, DDT 63)

✓ **Assainissement non collectif**

L'ensemble des hameaux et lieux dit présents sur le bassin versant sont en assainissement non collectif, ce qui représente 309 habitations, dont 26 sont inhabitées. Le Tableau 17 présente leur répartition selon les zones d'influence.

Tableau 17 : Répartition des habitations en ANC sur les zones d'influence

Zone d'influence	Nombre d'habitations en ANC	Nombre d'habitation non occupée	Nombre d'habitants estimé
zone rapprochée	151	12	278
zone immédiate	31	2	58

Le Service Public de l'Assainissement Non Collectif (SPANC) de la commune est porté par le SIVOM d'Ambert. Toutes les habitations n'ont pu être contrôlées à l'heure de la rédaction du présent document. Les figures suivantes présentent la conformité des installations en ANC sur la zone d'étude.

Tableau 18 : Pourcentage de conformité des installations en ANC

	Zone immédiate	Zone rapprochée
Acceptable	35,6%	40,4%
Non_acceptable	4,2%	1,3%
Bon_fonctionnement	9,4%	12,6%
Inhabite	8,4%	8,0%
Aucune_information	42,4%	51,0%

La majorité des installations contrôlées ont été jugées « acceptables », très peu d'installations ont été jugées « non acceptable » et présentent un risque direct pour la qualité du milieu. **Ces premières évaluations ne sont pas représentatives étant donné que le diagnostic est loin d'être complet, 50% des installations environ n'ayant pas encore été contrôlées.**

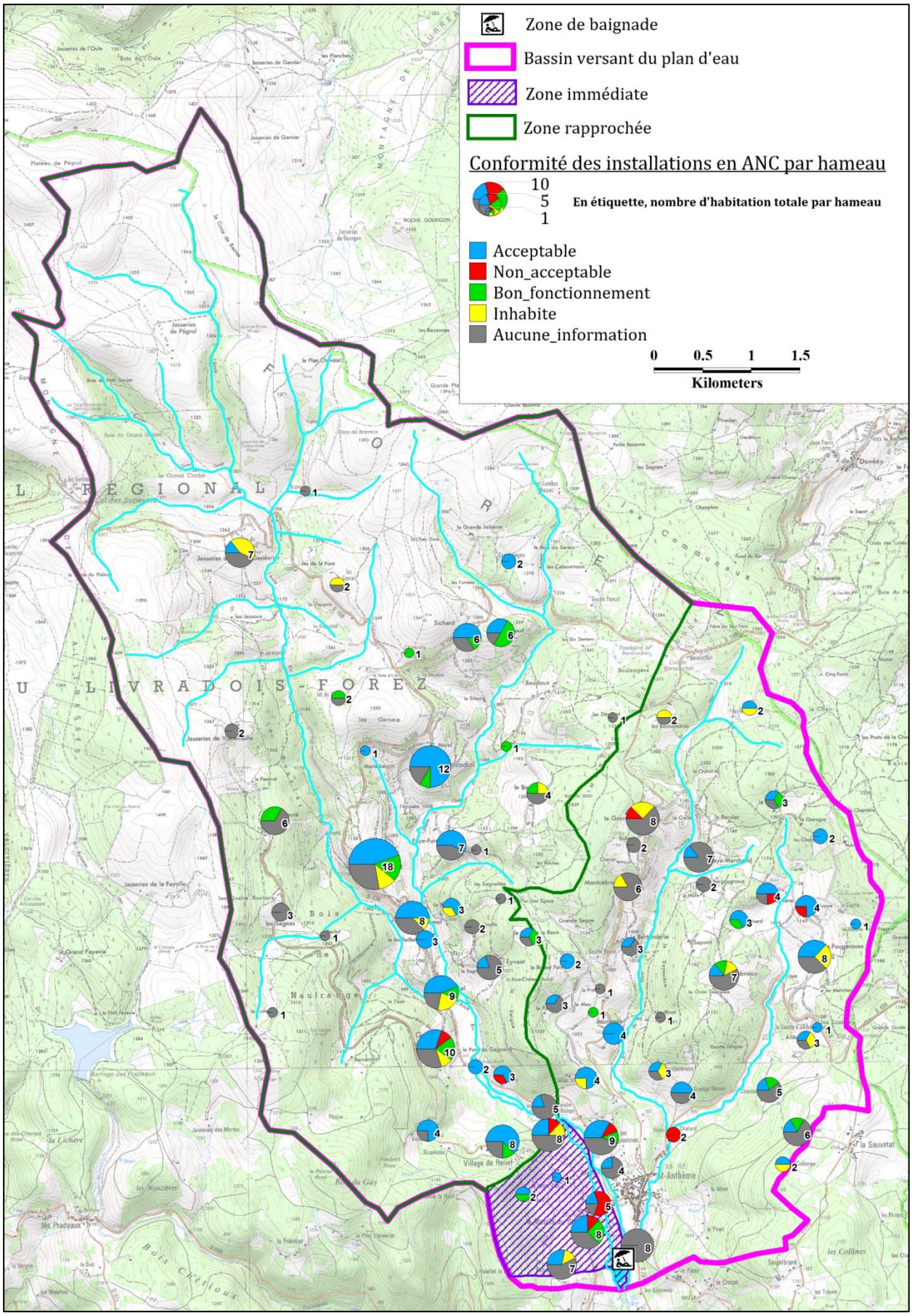


Figure 42 : Conformité des habitations en assainissement non collectif sur le bassin versant

Une partie du bourg de Saint-Anthème est raccordé au système d'assainissement collectif. La station d'épuration en elle-même n'est pas susceptible d'être source de pollution pour la baignade car elle est située en aval du lac. En revanche, le réseau acheminant les effluents bruts passe directement sous la zone de baignade. Il existe donc un important risque de pollution en cas de rupture des canalisations.

L'autre partie du bourg n'est pas raccordée et les effluents sont déversés directement dans le ruisseau de Ronelle sans traitement préalable. Ceci ne semble pas impacter la qualité de l'eau du lac en condition hydrologiques normales car le ruisseau de Ronelle conflue avec l'Ance et s'écoule ensuite le long du plan d'eau sans connexion apparente avec celui-ci. Des travaux de raccordement sont prévus au cours de l'année 2014.

L'ensemble des hameaux présents sur le bassin versant sont assainis de manière autonome et constituent une source de pollution potentielle.

9.3 Les eaux pluviales

Le plan d'eau de Saint-Anthème constitue **le réceptacle final des eaux de pluie** drainant la zone de loisirs. Ces écoulements ne sont pas canalisés et n'ont donc pas fait l'objet de prélèvements.







Figure 43 : Photographies des rigoles de drainage d'eaux de pluie (Source : ATHOS Environnement 2013)

Les eaux pluviales drainant le camping sont collectées et rejetées dans le tronçon court circuité de l'Ance, à une dizaine de mètres en amont de la prise d'eau alimentant le lac.



Le plan d'eau de Saint-Anthème reçoit directement les eaux de pluie ayant drainé la zone de loisirs.

9.4 Les activités agricoles

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 et de nutriments, notamment par le lessivage des parcelles épandues et/ou pâturées.

Le nombre d'exploitations agricoles a baissé respectivement de 42 % et 33% sur les communes de Saint-Anthème et de Valcivières entre 2000 et 2010. Sur la commune de Saint-Anthème, le nombre d'UGB a baissé de 13% entre 2000 et 2010, alors qu'il a augmenté de 20% sur la commune de Valcivières.

- ✓ **Sièges d'exploitation**

Cinq exploitations agricoles ont été recensées sur le bassin versant du lac (Figure 44). Aucune information liée à la conformité des installations n'a pu être obtenue.

La principale activité est l'élevage ovin et bovin.

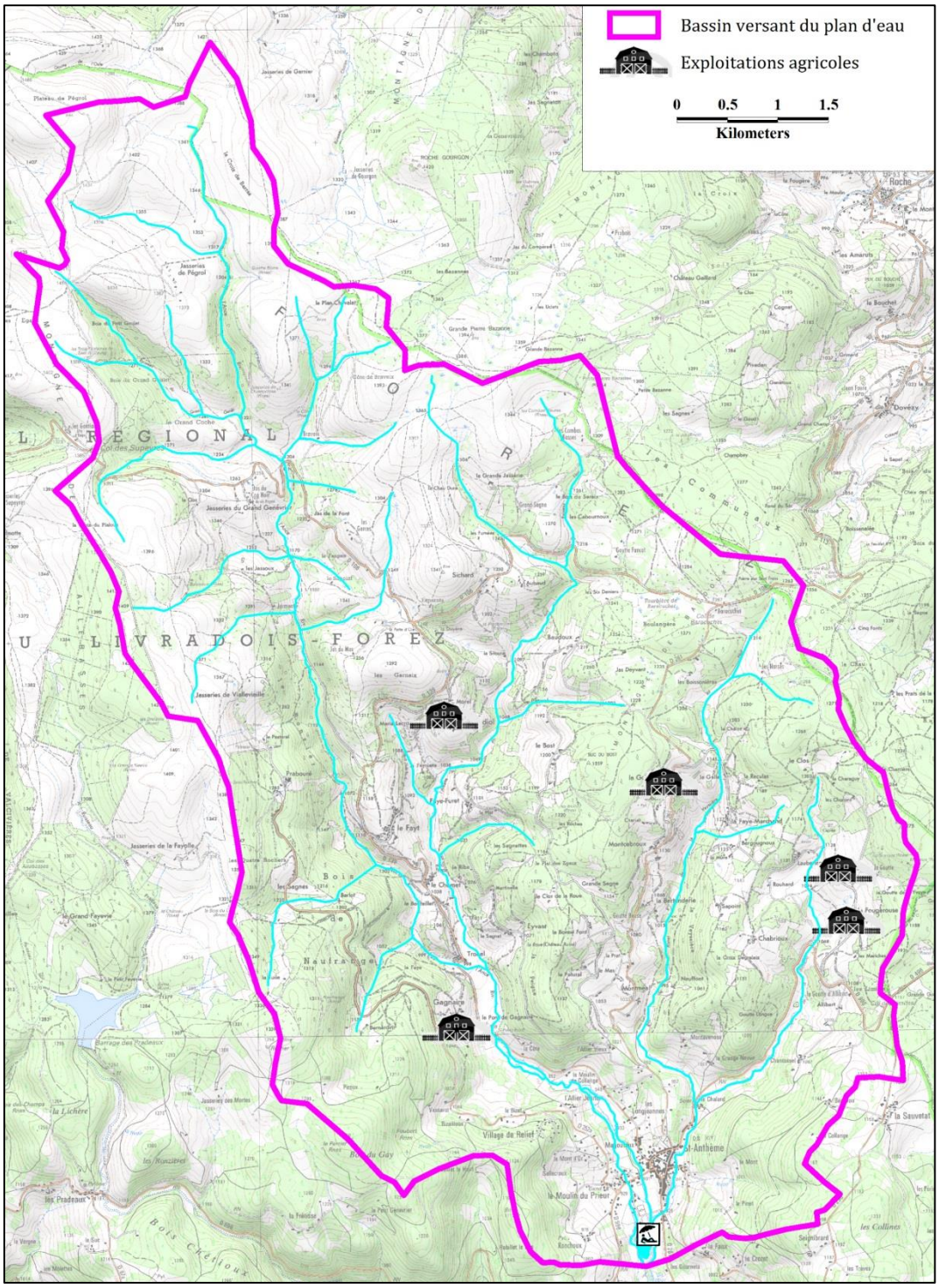


Figure 44 : Localisation des exploitations agricoles sur le bassin versant (Source : Mairie de Saint-Anthème)

Parmi les exploitations agricoles présentes, celles qui semble présenter le plus de risque est située à Gagnaire. Les abords de l'exploitation apparaissent sales, avec la **présence de fumières non couvertes**. Le risque est d'autant plus important qu'elle est située dans une **zone de forte pente**, avec de **nombreuses rigoles** drainant les aires d'exercice et aboutissant *in fine* dans le cours d'eau en contrebas (Figure 46 et Figure 47).

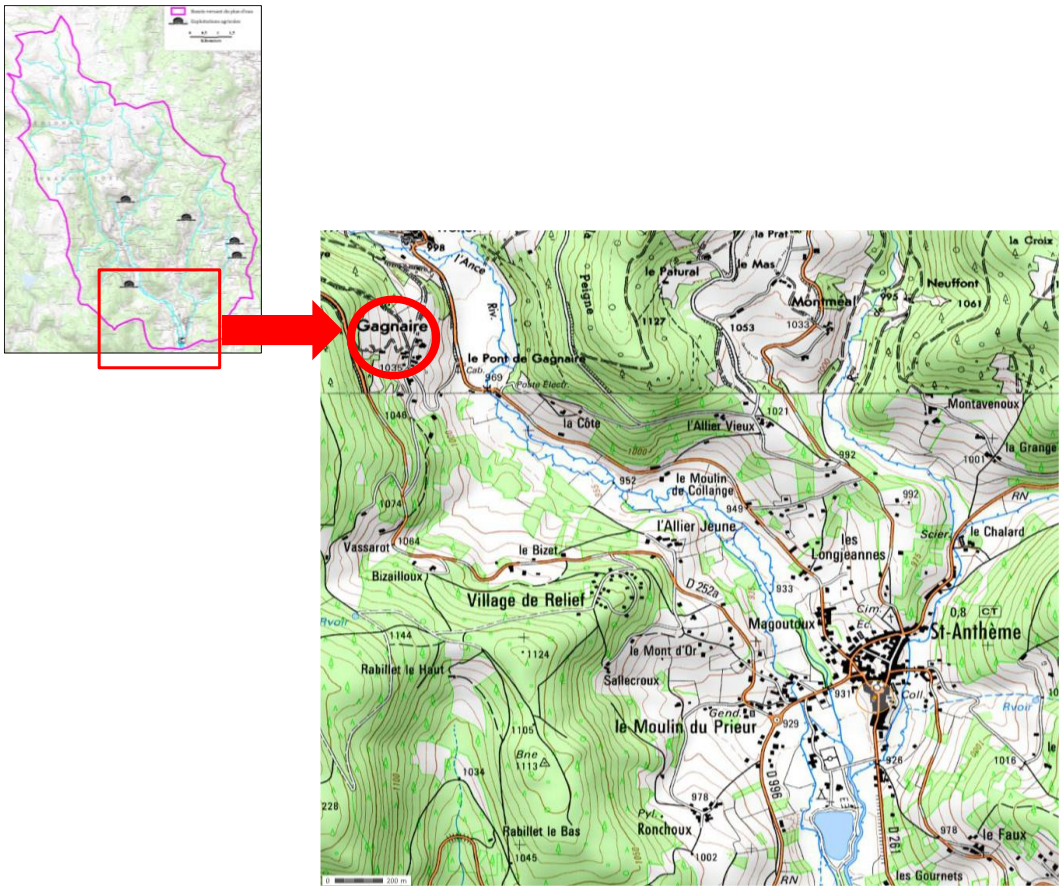


Figure 45 : Localisation de l'exploitation agricole de Gagnaire



Figure 46 : Rigole de drainage en provenance de l'exploitation agricole



Figure 47 : Parcelles pâturées à proximité immédiate de l'exploitation avec présence de fumière

✓ **Le pâturage**

Sur le bassin versant, les prairies permanentes et temporaires couvrent une superficie de 2 743 hectares soit 47% de la surface totale du bassin versant.

Le nombre d'UGB moyen sur les communes de Saint-Anthème et de Valcivières **est de 0.5 UGB/hectare correspondant à une charge théorique sur le bassin versant de 1370 UGB**. Ce nombre apparaît largement **surestimé,** nous avons donc retenu **une charge théorique sur le bassin versant de 800 UGB.**



Figure 48 : Photographie de pâturage observé sur le bassin versant

La figure suivante présente les points de pâturage observés sur le terrain. Elle n'est donnée qu'à titre indicatif car les pâturages ne sont pas exhaustifs, la prospection de terrain ayant été réalisé en mars 2014, les bêtes n'étaient pas encore toutes au pré.

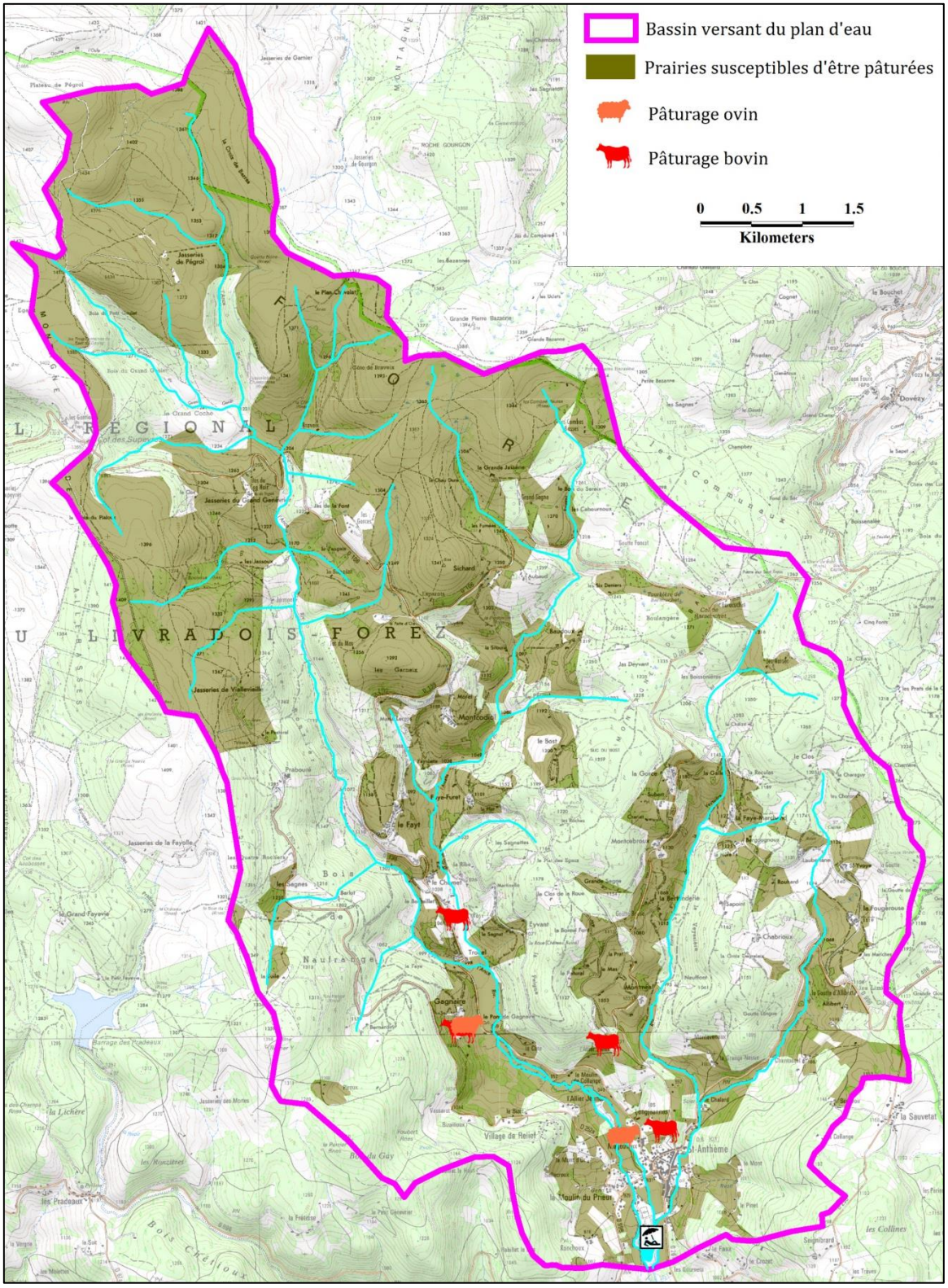


Figure 49 : Localisation des pâturages observés en mars 2014 sur le bassin versant (Source ATHOS Environnement)

Certaines parcelles pâturées sont traversées par un cours d'eau et les berges ne sont pas clôturées laissant libre accès au bétail pour un abreuvement direct au ruisseau.



Figure 50 : Exemple de parcelle susceptible d'être pâturée avec accès libre au cours d'eau observée près du lieu-dit de Tronel (Source ATHOS Environnement 2014)

La Figure 51 présente le linéaire de cours d'eau susceptibles d'être piétiné sur le bassin versant.

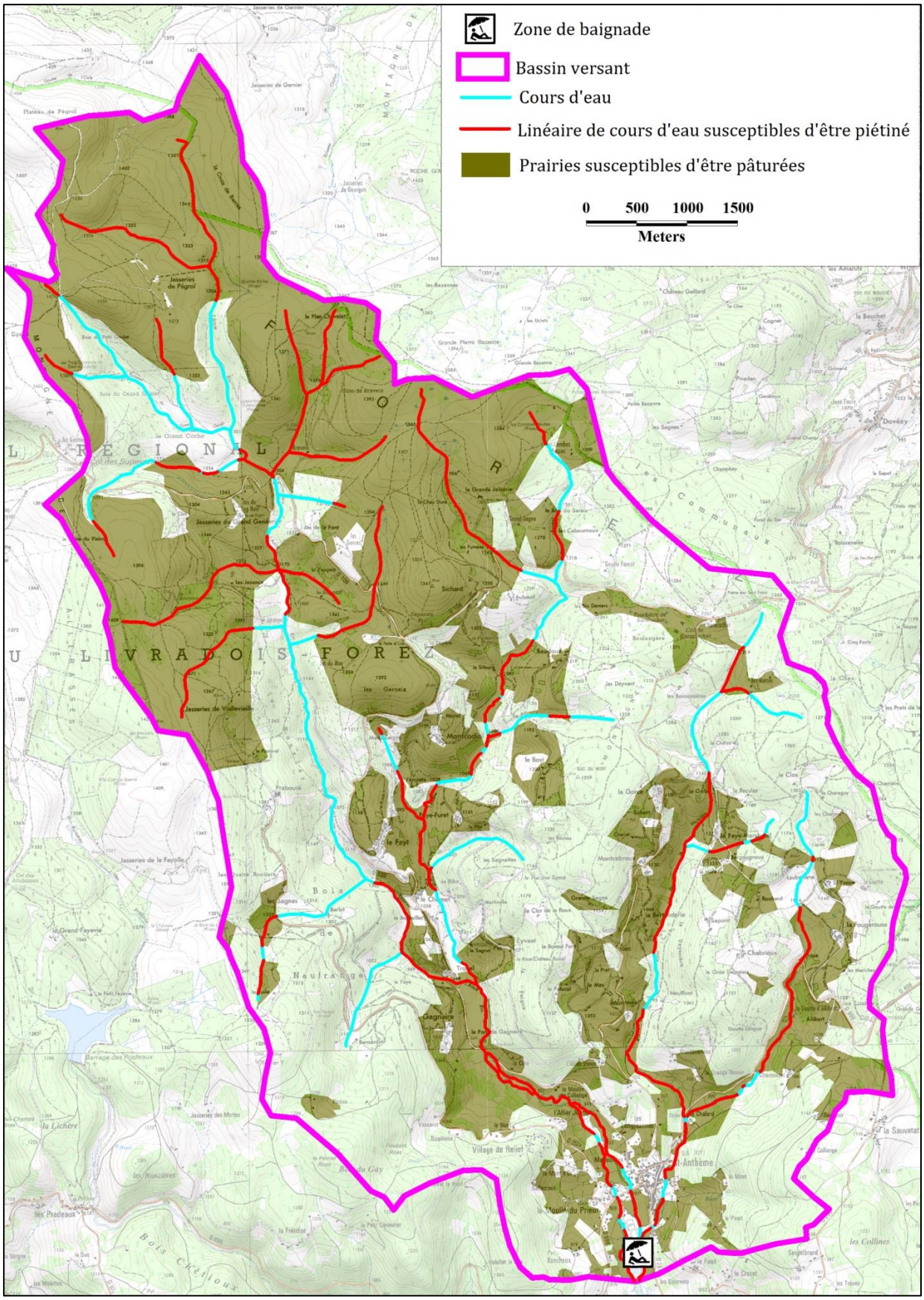


Figure 51 : Linéaire de cours d'eau susceptibles d'être piétiné

✓ **Les épandages**

Nous ne disposons pas d'information concernant les pratiques d'épandage sur le bassin versant. Néanmoins, lors de nos prospections de terrain des fumières ont été observées laissant présager des épandages sur les parcelles concernées.



Figure 52 : Photographies de fumières observées sur le bassin versant à proximité du lieu-dit « le Chomet »

➔ **Risque de pollution associé au contexte agricole**

Les sources potentielles de contamination sont à relier :

- Au risque de lessivage des aires d'exercices et des fumières des bâtiments agricoles du bassin versant.
- Au risque de contamination des cours d'eau par piétinement des bovins en pâture, ainsi qu'au lessivage des déjections émises au champ lors du pâturage.
- Au risque de lessivage des parcelles faisant l'objet d'épandage dans le cas du non-respect des prescriptions du règlement sanitaire départemental.

Les activités agricoles représentent un risque de contamination bactériologique en saison estivale et peuvent participer également au phénomène de développement des cyanobactéries, via l'apport de nutriments au plan d'eau de Saint-Anthème.

9.5 Les exploitations forestières

Des exploitations forestières ont été observées sur le bassin versant. Elles ne représentent pas un risque de pollution à proprement parler mais elles peuvent modifier la dynamique d'écoulement des eaux de pluie et les acidifier. Le stockage des hydrocarbures peut également représenter un risque de pollution en cas de déversement direct dans le milieu superficiel.



Figure 53 : Exploitation forestière présente sur le bassin versant (Source : ATHOS Environnement)

9.6 Sources potentielles de pollutions ponctuelles et/ou accidentelles

9.6.1 Conditions d'accès des animaux à la plage

Source : Mairie de Saint-Anthème / observations in situ

9.6.1.1 *Les animaux domestiques*

Les animaux domestiques sont interdits sur la plage et sur les pelouses adjacentes. Cette interdiction est signalée sur le panneau d'information situé à proximité de la zone de baignade (Figure 54).



Figure 54 : Photographie de la signalisation rappelant la règlementation sur la zone de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : ATHOS Environnement 2013)

Les animaux ne sont pas autorisés sur la plage, ce qui limite le risque de pollution, sous réserve du respect de l'interdiction.

9.6.1.2 *La faune sauvage*

Les rongeurs

La présence de rongeurs sur le pourtour du lac n'a pas été signalée par la mairie. Aucun terriers ou traces quelconques n'a été observé.

Les oiseaux

De par son cadre calme et préservé, le plan d'eau de Saint-Anthème est fréquenté par les canards**. Une dizaine d'individus est recensée durant la saison estivale**.



Figure 55 : Photographie de canards présents sur le plan d'eau de Saint-Anthème (Source : ATHOS Environnement Août 2013)

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

9.6.1.3 *Avifaune aquatique et risque de « dermatite du baigneur »*

La dermatite du baigneur est une affection cutanée causée par les larves (appelées « cercaires ») d'un ver parasite (famille des Trématodes).

Cycle de développement

Le ver adulte vit dans le tube digestif des oiseaux aquatiques et libère ses œufs par le biais des fientes. A l'éclosion des œufs, des miracidiums sont libérés et contaminent les mollusques aquatiques (hôte intermédiaire), qui vont relâcher à leur tour des « cercaires » dans l'eau. **Ces larves sont libérées de la fin juin jusqu'à la fin août**. Elles se déplacent rapidement vers la surface 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. Celles-ci s'infiltrent normalement à travers la peau des oiseaux pour s'y développer jusqu'au stade adulte (hôte définitif). Certains peuvent également contaminés les baigneurs, qui deviennent alors des hôtes accidentels. La figure suivante résume le cycle de développement du ver parasite.

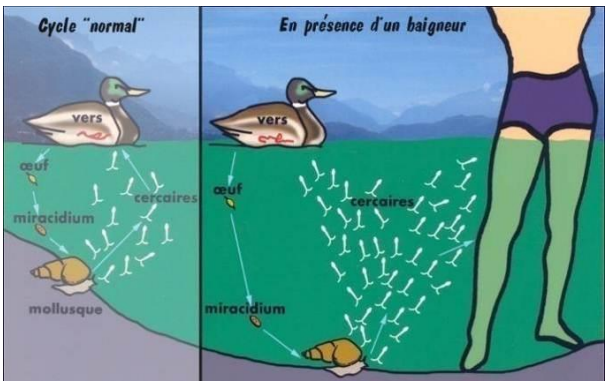


Figure 56 : Cycle de développement du parasite responsable de la dermatite du baigneur

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**. L'homme n'étant l'hôte habituel des parasites, ils ne peuvent survivre et cela interrompt le cycle de développement. Le sujet peut alors ressentir une **démangeaison et des irruptions cutanées apparaissent** (résultat d'une réaction immunitaire).

Les hôtes intermédiaires que constituent les mollusques, 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).

Aucun cas de dermatite n'a été signalé sur la baignade de Saint-Anthème.

9.6.1.4 *Risque de leptospirose*

Les **leptospiroses** parfois appelées « maladie du rat » sont des maladies infectieuses d'origine bactérienne. Les germes responsables de la maladie sont des bactéries portées par certains animaux infectés qui les rejettent par leurs urines.

Mode de contamination

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.

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.

Conséquences sur la santé

Les symptômes apparaissent 1 à 2 semaines en moyenne **après la contamination.** Il s'agit d'une **fièvre élevée** (en général >39°), 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...

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

Aucun cas de leptospirose n'a été déclaré sur la baignade de Saint-Anthème. Le risque reste tout de même présent, il suffit d'une contamination accidentelle, suite à la présence de rongeurs à proximité du plan d'eau.

9.7 Activités de loisirs

9.7.1 La baignade

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

9.7.2 Risque de vidange sauvage de camping-cars

Une borne de vidange de camping-cars a été installée à proximité du plan d'eau, à l'entrée du camping, afin d'éviter tout risque de vidange sauvage. **Cette borne de vidange est raccordée au réseau d'assainissement collectif.**

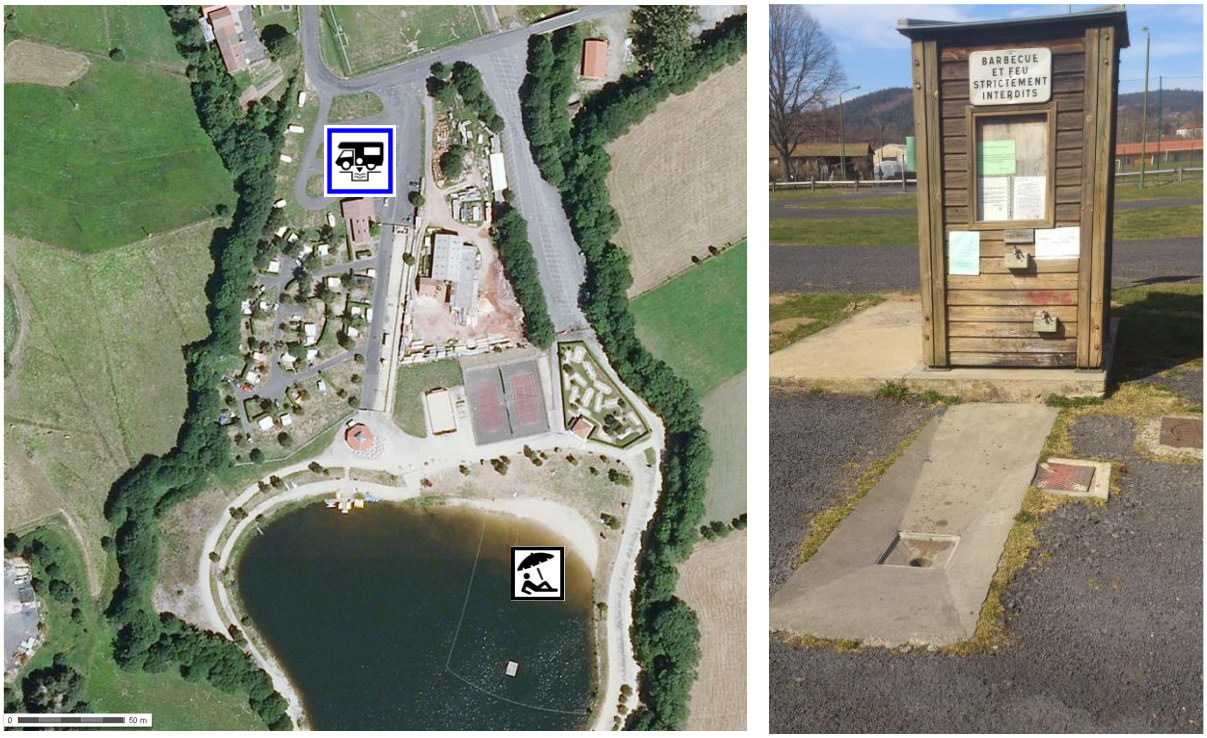


Figure 57 : Localisation de la borne de vidange de camping-cars

9.8 Macro-déchets

La présence de macro-déchet 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 autour de la zone de baignade. En saison estivale, elles sont ramassées quotidiennement le soir, ce qui réduit le risque d'attirer des nuisibles autour du plan d'eau pendant la nuit.



Figure 58 : Poubelles (avec tri sélectif) présentes autour du plan d'eau.

Le risque que les poubelles attirent les nuisibles à proximité du plan d'eau pendant la nuit est très réduit en raison de la fréquence de ramassage des déchets.

9.9 Manifestation exceptionnelle

Chaque année, des **feux d'artifice** sont tirés sur le plan d'eau le week-end de la dernière semaine d'août. Cette pratique peut être source d'un **enrichissement nutritif** de l'eau du lac car les **composés pyrotechniques** sont **riches en éléments phosphorés** (à l'origine de la croissance cyanobactérienne).

Les retombées des feux d'artifices sur le lac peuvent contribuer à enrichir les eaux en éléments nutritifs.

10 SYNTHESE DES SOURCES DE POLLUTIONS POTENTIELLES SUR LA BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE SAINT-ANTHEME

Trois types de pollutions/risques sont susceptibles d'affecter la baignade :

- ✓ **Les pollutions bactériologiques** ayant lieu durant la saison estivale
- ✓ **Les pollutions physico-chimiques** (nutriments azotés et phosphorés), apportées tout au long de l'année au plan d'eau, pouvant alimenter la croissance estivale du phytoplancton et des **cyanobactéries** durant la saison estivale.

Les aléas engendrant ces deux types de pollution ont souvent une origine commune (les apports de germes témoins de contamination fécales sont presque systématiquement accompagnés d'apports en nutriments).

- ✓ **Les risques d'infection cutanée et parasitaire** (dermatite et leptospirose).

Les sources de pollution inventoriées sont les suivantes :

Les écoulements superficiels :

- **Le plan d'eau de Saint-Anthème est alimenté par une prise d'eau sur un tronçon court circuité de l'Ance**. Cet écoulement n'est pas source de pollution à proprement parler mais constitue le **vecteur des polluants occasionnés par les activités anthropiques**.

L'assainissement :

- Une partie du bourg de Saint-Anthème est raccordée au **réseau d'assainissement collectif. La station d'épuration est située à l'aval du plan d'eau, et donc en dehors de la zone d'étude, elle n'engendre pas de risque de pollution. En revanche, le réseau acheminant les effluents à la station de traitement passe sous la zone de baignade, ce qui constitue un risque de pollution pouvant être très important en cas de rupture de canalisations ou fuite.** L'autre partie du bourg ne dispose actuellement d'aucun système d'assainissement, les effluents étant directement rejetés dans le ruisseau de Ronelle. Un raccordement est prévu au cours de l'année 2015.

- **L'ensemble des hameaux et lieux dits présents sur le bassin versant sont en assainissement non collectif.** La majorité des installations contrôlées ont été jugées « acceptables » ; cependant, il reste à contrôler environ la moitié du parc des habitations en assainissement autonome à l'heure de la rédaction du document.

Les eaux pluviales :

- Le plan d'eau de Saint-Anthème est le réceptacle final de**s eaux de pluies drainant la zone de loisirs.**

Les activités agricoles :

- Cinq **exploitations agricoles** sont implantées sur le bassin versant du plan d'eau et représentent un risque en cas **de lessivage des aires d'exercices et des fumières**. De nombreux **points de pâturage** ont été observés, ceux-ci peuvent entraîner des contaminations en cas de **piétinement du cours d'eau** par le bétail ou lors du **lessivage des parcelles. Les activités agricoles représentent un risque de contamination bactériologique en saison estivale et peuvent participer également au phénomène de développement des cyanobactéries, via l'apport de nutriments au plan d'eau de Saint-Anthème.**

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** n'entraine pas un risque de pollution bactériologique, mais **physico chimique**. **L'interdiction de cette activité sur le lac limite tout risque liée à cette pratique.**
- **Les feux d'artifice tirés chaque année sur le plan d'eau représente un risque de contamination par retombés des composées pyrotechniques dans l'eau, ceux-ci étant concentrés en éléments phosphatés (responsables de développement algal).**

La faune sauvage :

- **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 entrainer 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.

10.1 Cartographie des sources potentielles de pollution

La cartographie des sources potentielles de pollution, et en particulier leur intégration dans un SIG, permet d'optimiser la compréhension des pressions pouvant affecter la baignade. La cartographie présentées ci-dessous (Figure 59), constitue une synthèse de l'inventaire réalisé dans le cadre du présent profil, et permet au gestionnaire de bénéficier d'un support lui permettant d'identifier les sources potentielles de pollutions en cas de pollution constatée sur la baignade.

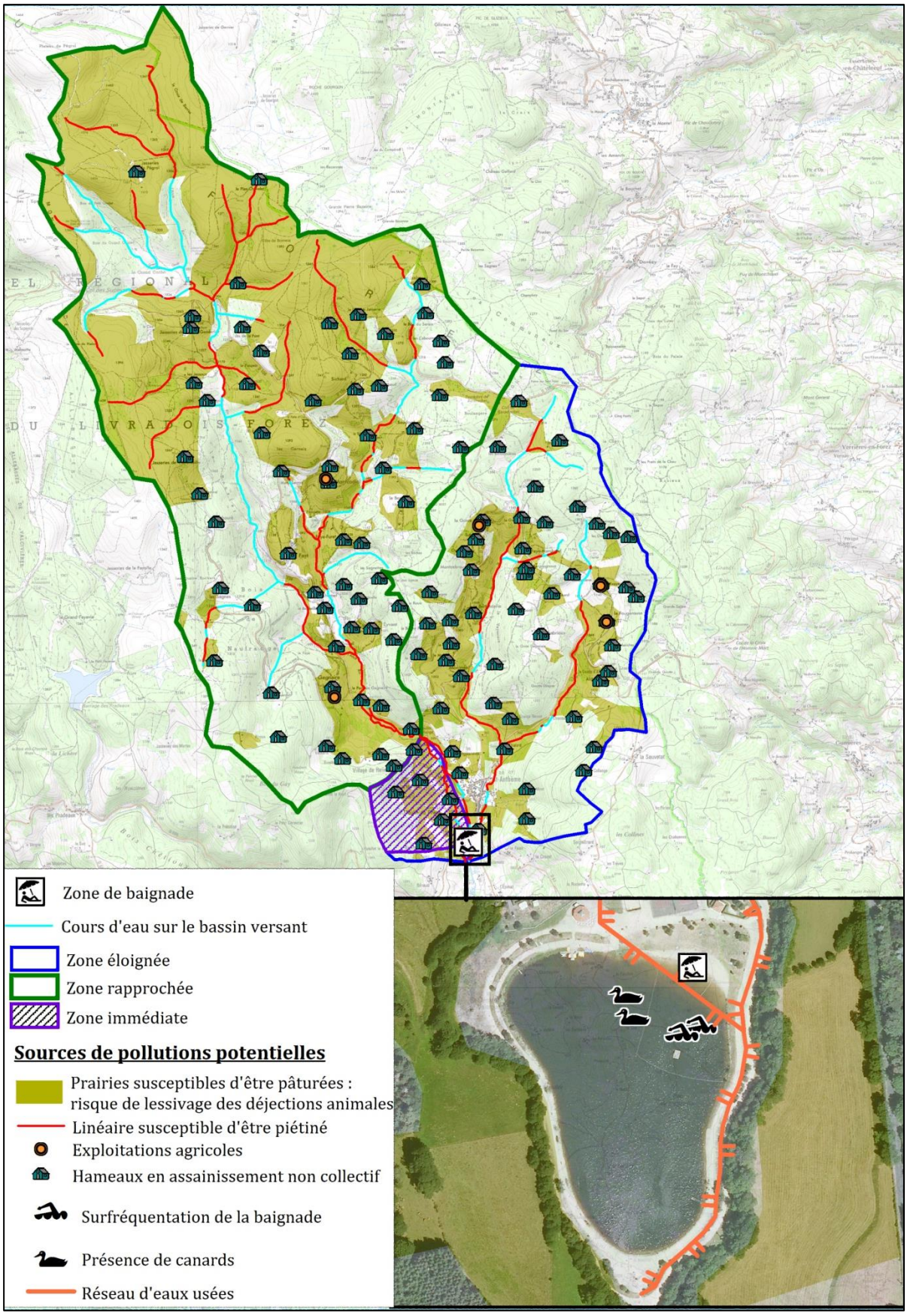


Figure 59 : Cartographie des sources de pollution bactériologique potentielles sur le bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème

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.

11 CARACTERISATION DES SOURCES DE POLLUTIONS BACTERIOLOGIQUES

Dans ce chapitre, notre attention porte particulièrement sur *E.Coli* qui constitue un véritable indicateur de pollution. Seules les charges bactériologiques imputables aux sources de pollution se situant sur les zones immédiate et rapprochée ont été estimées dans cette partie, en tenant compte que la totalité des rejets émis sur la zone rapprochée n'est pas susceptible d'atteindre le plan d'eau étant donné que ce dernier est alimenté par le TCC, dont le débit ne représente que 42% du débit total de l'Ance à la séparation des bras.

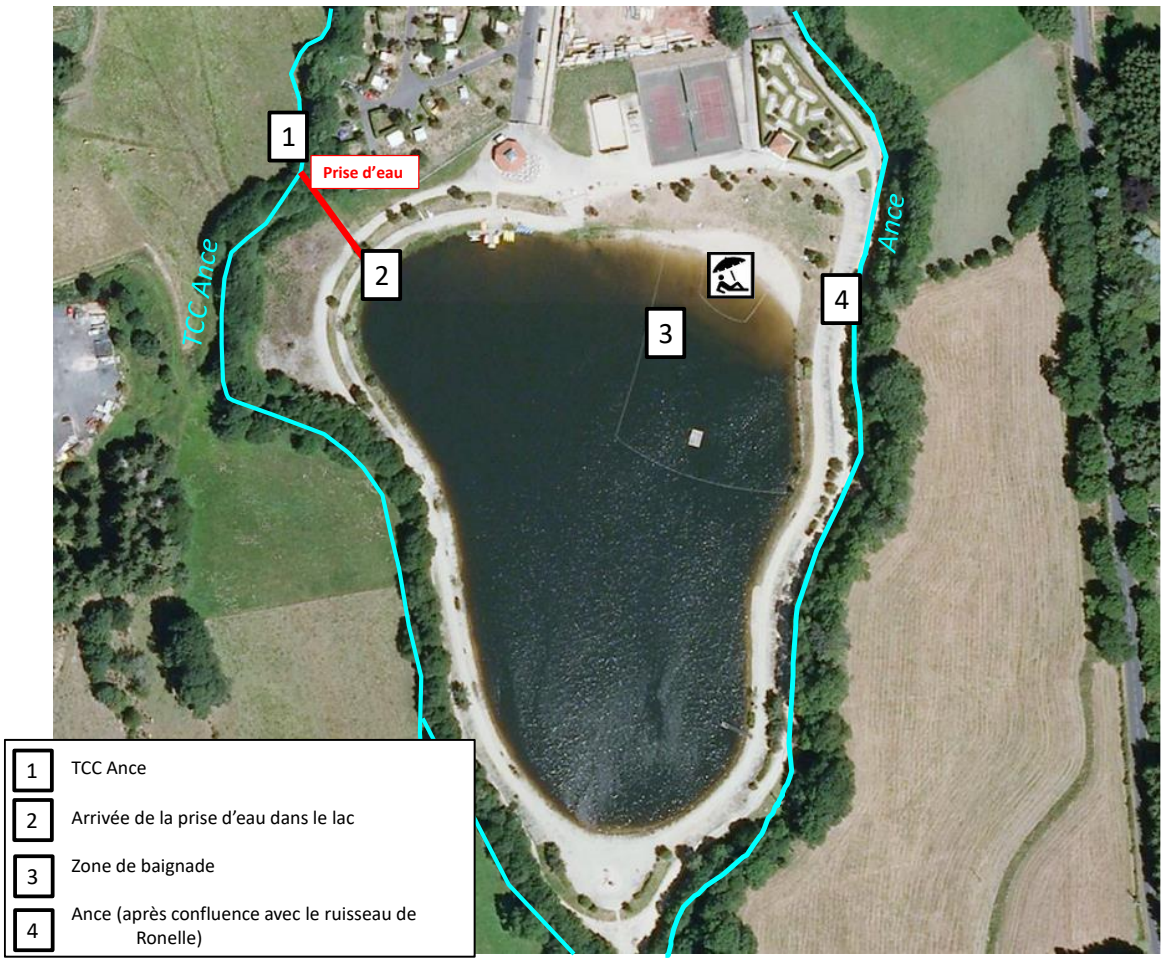
11.1 Ecoulements naturels

Deux campagnes de prélèvement bactériologiques ont été réalisées : une **par temps sec** (le 5 juillet 2013) et **une par temps pluvieux** (le 8 août 2013).

De fortes concentrations en germes bactériens ont été retrouvées par **temps sec** sur la **zone de baignade**, rendant **l'eau non conforme** pour un usage baignade. De fortes valeurs ont également été rencontrées à la fois **par temps sec et par temps pluvieux** sur le **tronçon court circuité de l'Ance** avant la prise d'eau alimentant le lac.

Tableau 19 : Résultats d'analyses bactériologiques

	Temps sec (5 juillet 2013)			Temps pluvieux (8 août 2013)		
	E.Coli / 100 ml	Entérocoques / 100 ml	Débit (l/s)	E.Coli / 100 ml	Entérocoques / 100 ml	Débit (l/s)
1. Tronçon court circuité de l'Ance	**2 800**	**14 000**	130	**5 700**	**1 800**	225
2. Arrivée de la prise d'eau dans le lac	190	<15	80	**5 000**	**1 500**	144
3. Zone de baignade	**2 000**	**17 000**	-	380	61	-
4. Ance (après confluence avec le ruisseau de Ronelle)	**3 700**	550	-	**8 300**	**1 200**	-



Ces analyses confirment que les tributaires du lac sont des sources d'apports bactériologiques pour la zone de baignade, qui peut subir d'importantes contaminations.

11.2 Contexte de l'assainissement

✓ **Assainissement collectif**

Le risque de contamination bactériologique lié à l'assainissement collectif concerne les défauts d'étanchéité du réseau ou une casse accidentelle sur le réseau de collecte.

La charge bactériologique imputable aux défauts d'étanchéité du réseau d'assainissement collectif est difficilement quantifiable. Notons toutefois que la charge moyenne retrouvée dans les eaux usées est de 4x 10^7 E.Coli / 100ml. Une casse ou fuite au niveau des canalisations situées en dessous de la zone de baignade

auraient un impact particulièrement important sur la qualité de l'eau de baignade.

✓ **Assainissement non collectif**

Un abattement bactériologique de 4 U.log a été appliqué aux installations en assainissement non collectif « acceptables » et de « bon fonctionnement » (AESN, 2010). Pour les installations « non acceptables », **aucun abattement n'a été appliqué**. Il en va de même pour les installations non contrôlées, ce qui **tend à surestimer les flux bactériologiques imputables à l'assainissement autonome.**

Nous avons considéré qu'un habitant rejette **2,14 E+08 *E. coli* par jour** (AESN) et que 1% des particules émises vers le milieu sont susceptibles d'être entrainées lors des précipitations.

Il est à noter que les installations en assainissement non collectif ne constituent un risque pour la baignade que lors des précipitations ou lorsqu'il existe des rejets directs dans la rivière.

Tableau 20 : Flux bactériologiques journaliers en provenance de l'assainissement autonome sur le bassin versant

	Zone rapprochée			
	Acceptable	Non_acceptable	Bon_fonctionnement	Aucune_information
Nombre d'installations	61	2	19	77
Nombre d'habitants	122	4	38	154
E. coli rejetés par jour	2,61E+11	8,56E+09	8,13E+10	3,30E+11
E. coli émis vers le milieu après abattement	2,61E+07	8,56E+09	8,13E+06	3,30E+11
Coefficient de perte vers le milieu	**1%**			
E. coli susceptibles de ruisseller vers le cours d'eau	2,61E+05	8,56E+07	8,13E+04	3,30E+09

TOTAL	**3,38E+09**
E. coli susceptibles d'atteindre le plan d'eau après abattement de 42% lié au débit	**1,42E+09**

	Zone immédiate			
	Acceptable	Non_acceptable	Bon_fonctionnement	Aucune_information
Nombre d'installations	9	5	3	12
Nombre d'habitants	18	10	6	24
E. coli rejetés par jour	3,85E+10	2,14E+10	1,28E+10	5,14E+10
E. coli émis vers le milieu après abattement	3,85E+06	2,14E+10	1,28E+06	5,14E+10
Coefficient de perte vers le milieu	**1%**			
E. coli susceptibles d'atteindre le plan d'eau	3,85E+04	2,14E+08	1,28E+04	5,14E+08

TOTAL	**7,28E+08**

Le flux bactériologique en provenance des habitations en assainissement autonome et susceptibles d'atteindre le plan d'eau est de 2,15E+09 E. coli/jour. Ce chiffre ne tient pas compte de l'autoépuration le long du linéaire de l'Ance.

11.3 Les 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 les toits. ***Selon l'Agence de l'eau Seine Normandie, la concentration en germes témoins de contamination fécale dans les eaux de ruissellement d'eaux pluviales est comprise entre 10^4 et 10^6 UFC/100mL.***

Aucun émissaire pluvial canalisé n'a été recensé sur le pourtour du plan d'eau de Saint-Anthème.

11.4 Agriculture

11.4.1 Pâturage

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).

Le cheptel bovin moyen rencontré sur la zone d'influence a été évalué à **800 UGB.**

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 21 : Estimation des flux bactériologiques d'origine agricole sur les surfaces pâturées des zones rapprochée et immédiate

Zone d'influence	Nombre d'UGB estimé	Nombre d'E. coli bruts /jour	Coefficient de perte	Nombre d'E. coli bruts /jour après abattement lié à la perte de débit
Zone rapprochée	700	7,49E+10	1%	3,15E+08
Zone immédiate	50	5,35E+09	1%	5,35E+07
			TOTAL	**3,68E+08**

En période de temps sec, le risque lié au pâturage demeure si les animaux ont accès sans restriction au cours d'eau. La contamination a lieu par stationnement dans le lit du cours d'eau et piétinement.

Si l'on considère que 1% des déjections accumulées sur les pâtures sont susceptibles d'être remobilisées lors des précipitations, le flux total apporté par le pâturage serait de 3.68E+08 E. coli/jour.

11.4.2 Les pratiques agricoles

La logistique agricole (transports de matières fermentescibles), le lavage des aires d'exercices, l'état des aires de stockage et fosses à lisier des exploitations contribuent également à influencer la charge bactériologique susceptible d'atteindre le plan d'eau.

L'impact de ces paramètres n'est toutefois pas quantifiable dans l'état actuel des connaissances.

11.5 Sources de pollution ponctuelles et/ou accidentelles

11.5.1 Risques de contamination par les animaux

Hormis le risque de dermatite du baigneur (évoquée dans les chapitres précédents) qui peut être transmise par l'intermédiaire des canards et autres oiseaux aquatiques, un risque bactériologique existe également en cas de déjections sur la plage ou dans la zone de baignade. Des canards étant régulièrement présents sur le plan d'eau de Saint-Anthème, le flux bactériologique potentiel imputable à ces animaux a été estimé. Pour cela, les hypothèses suivantes ont été émises :

- ✓ Les canards fréquentent la zone de baignade durant la nuit pour fouiller le substrat brassé dans la journée par les baigneurs.
- ✓ Les canards fréquentent la zone de baignade dans son intégralité. Ils prospectent indifféremment les zones profondes (>1m) et les zones non profondes (<1m).

Une courbe logarithmique a ensuite été construite (Figure 60) en considérant qu'un canard rejette $3{,}4.10^8$ *E.Coli*/jour (AESN 2009), et qu'il rejettera la moitié de son quota quotidien **durant la nuit**, sur la zone de baignade.

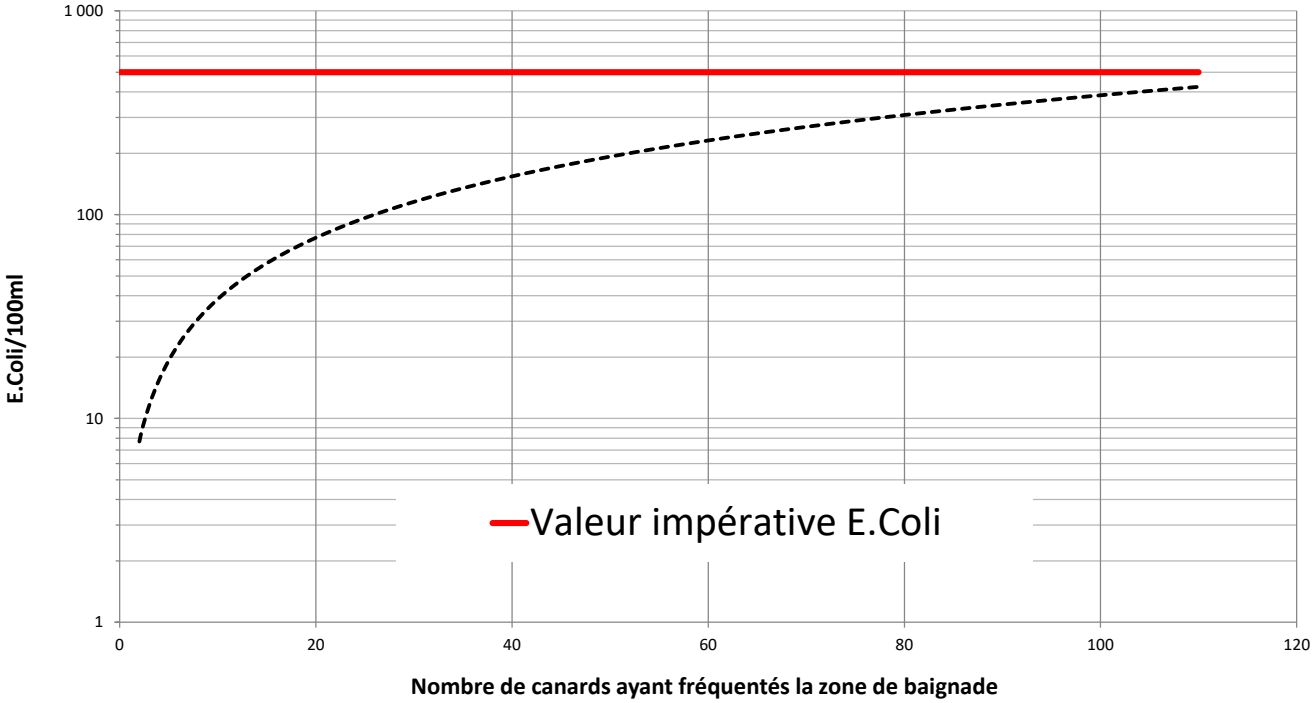


Figure 60 : Estimation des flux bactériens imputables aux canards sur la zone de baignade

En raison d'un très grand volume de baignade, il faudrait que plus de 100 canards soient présents pour entrainer une dégradation de la qualité de l'eau, ce qui reste une fréquentation très exceptionnelle.

11.5.2 La baignade

On distinguera deux types de risque :

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

➔ **Risque de pollution bactériologique**

Une dégradation significative de la qualité de l'eau de baignade peut être observée à partir de 883 baigneurs, affluence déjà observée sur le plan d'eau de Saint-Anthème.

Tableau 22 : Estimation de la concentration bactériologique en cas de forte affluence sur la zone de baignade

	E. coli	Entérocoques intestinaux
Limite inférieure du seuil de qualité « Excellente » selon la directive 2006/7/CE (UFC/100 ml)	500	200
Apports moyens par visiteurs (guide AESN 2009)	2,00E+07	1,00E+07
Nombre de baigneurs max pour ne pas dépasser les seuils	1103	883

Il existe un risque de dégradation bactériologique de l'eau de baignade en cas de très forte affluence, celui-ci semble intervenir à partir de 880 baigneurs.

➔ **Risque de contamination inter-humaine**

Outre le risque de contamination bactériologique au regard des germes témoins de contamination fécale, utilisé dans le classement des eaux de baignade, une surfréquentation de la baignade peut entrainer des risques de transferts de pathologies contagieuses, qu'il convient d'estimer. Le risque de contamination inter-humaine est évalué à partir de la figure suivante, 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 inter-humaine lors de la baignade :

- 20 m^3 / baigneur si la surface de baignade est > 5 000 m^2
- 15 m^3 / baigneur si la surface de baignade est comprise entre 1 500 et 5 000 m^2
- 10 m^3 / baigneur si la surface de baignade est < 1 500m^2

La baignade du plan d'eau de Saint-Anthème couvre une superficie de 4 814 m^2. Le seuil minimal recommandé est donc de 15 m^3 / baigneur.

Pour la baignade, **le risque intervient au-delà de 295 baigneurs.**

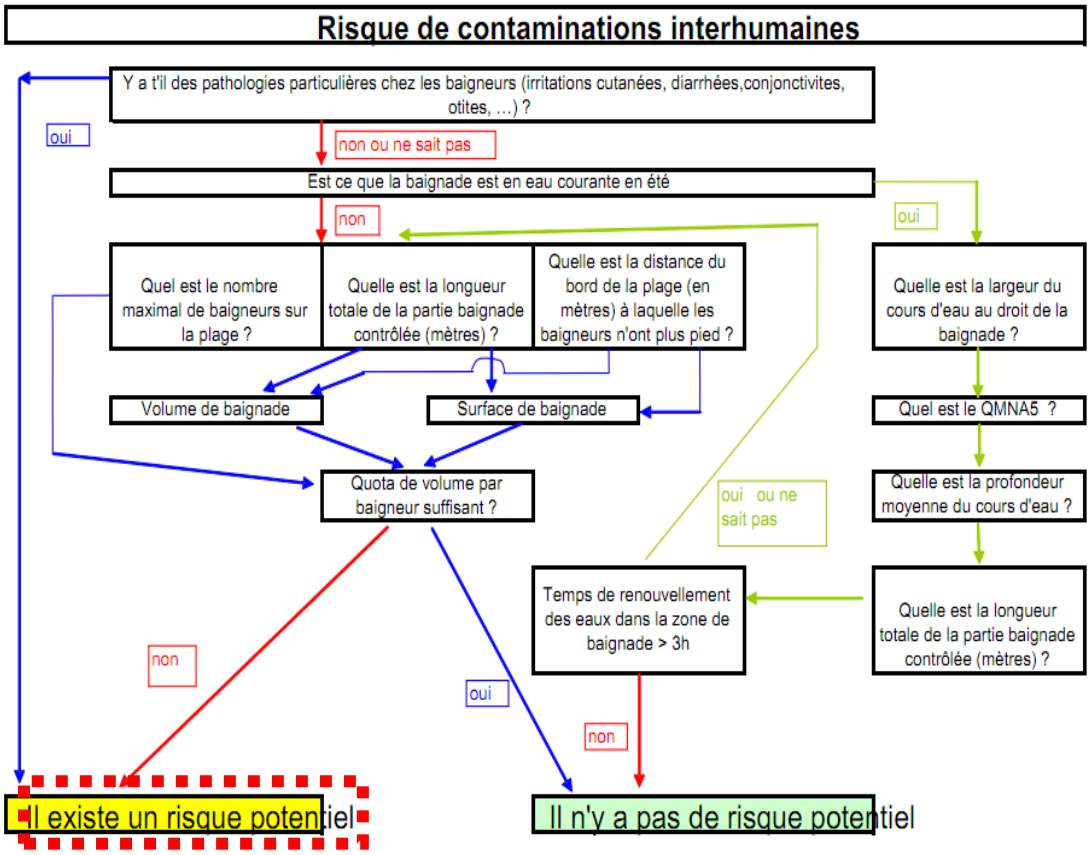


Figure 61 : Diagramme décisionnel visant à identifier le risque de contamination interhumaine lors de la baignade (source AELB/SAFEGE)

Le risque de contamination inter-humaine est avéré à partir d'une fréquentation de plus de 295 baigneurs.

12 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, adaptée aux milieux stagnants puisqu'elle n'intègre pas les facteurs courantologiques et climatiques.

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 :

$$C = Co * \frac{1}{1 + \frac{2.3 * V}{T90 * Q}}$$

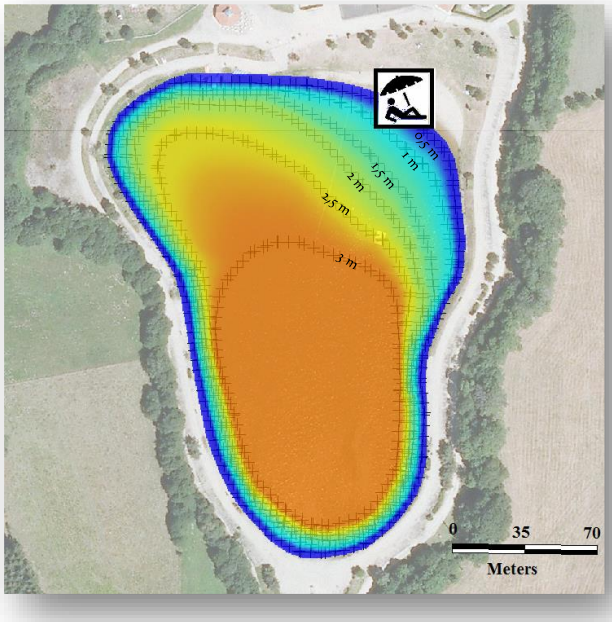
Avec

- ✓ Co : concentration initiale en germes dans l'eau usée rejetée ;
- ✓ V : volume du réacteur (m3);
- ✓ T90 : 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 théorique de chaque rejet. **Ainsi, l'impact de la prise d'eau sur le tronçon court circuité de l'Ance a pu être modélisé.**

Les modélisations sont basées sur les flux bactériologiques calculés **à partir des mesures de débits et des analyses bactériologiques réalisées durant l'année 2013.**

Plusieurs *scénarii* ont été testés permettant de se placer en **conditions de temps sec et temps pluvieux** et en **faisant varier le T90** (temps nécessaire à l'abattement de 90% de la charge bactériologique initiale). En effet, en l'absence d'UV, principal facteur d'abattement bactériologique, la charge bactériologique persiste plus longtemps dans le milieu. Ainsi, nous avons considéré un T90 deux fois plus important dans les conditions les plus défavorables.



Le volume de chaque réacteur a été estimé à partir d'un modèle numérique du plan d'eau reconstitué sur la base des quelques données bathymétriques disponibles ou déduites (figure ci-contre).

Des modélisations présentées dans les figures ci-après ressortent les observations suivantes :

- ✓ **Les flux bactériologiques mesurés** sur l'arrivée de la prise d'eau dans le lac **ne semblent pas avoir d'impact sur la zone de baignade par temps sec** et ce quel que soit le T90.
- ✓ **Les flux bactériologiques mesurés** sur la prise d'eau par **temps pluvieux** ne **semblent pas avoir d'impact sur la zone de baignade en conditions favorables** (T90=10h). En revanche, pour un T90=20h, les concentrations sur la zone de baignade peuvent atteindre 1 000 *E. coli*/100 mL, déclassant **la baignade en qualité « moyenne »** (selon la Directive 76/160/CEE). Il est à noter que quel que soit les

valeurs du T90, les concentrations en germes bactériens restent importantes au niveau du ponton d'embarquement des canoës (jusqu'à 5 000 *E. coli*/100 mL).

Les prélèvements réalisés sur la zone de baignade par temps pluvieux corroborent les résultats des modélisations, puisque la concentration en *E. coli* ce jour-là était de 380 UFC/100 mL (concentration théorique prévue par le modèle : entre 200 et 500 *E. coli*/100 mL).

En revanche, par temps sec, alors que la modélisation prévoit une concentration théorique inférieure à 50 *E. coli*/100 mL, la concentration s'élevait à 2 000 *E. coli* sur la baignade, **rendant l'eau non conforme pour un usage baignade.** Ces résultats ne remettent pas en cause la **représentativité des modélisations**, puisqu'il convient de signaler que les **modélisations intègrent un seul rejet** (l'arrivée de la prise d'eau en l'occurrence). Ces modélisations ne permettent pas de visualiser l'impact de l'ensemble des sources de pollution croisées (ce qui nécessiterait une modélisation plus poussée). **D'autres sources de pollution peuvent donc expliquer les fortes concentrations en germes bactériens sur la zone de baignade par temps sec, comme par exemple la présence de canards.**

Les modélisations réalisées mettent en évidence un risque de contamination bactériologique de l'eau de baignade par temps pluvieux.

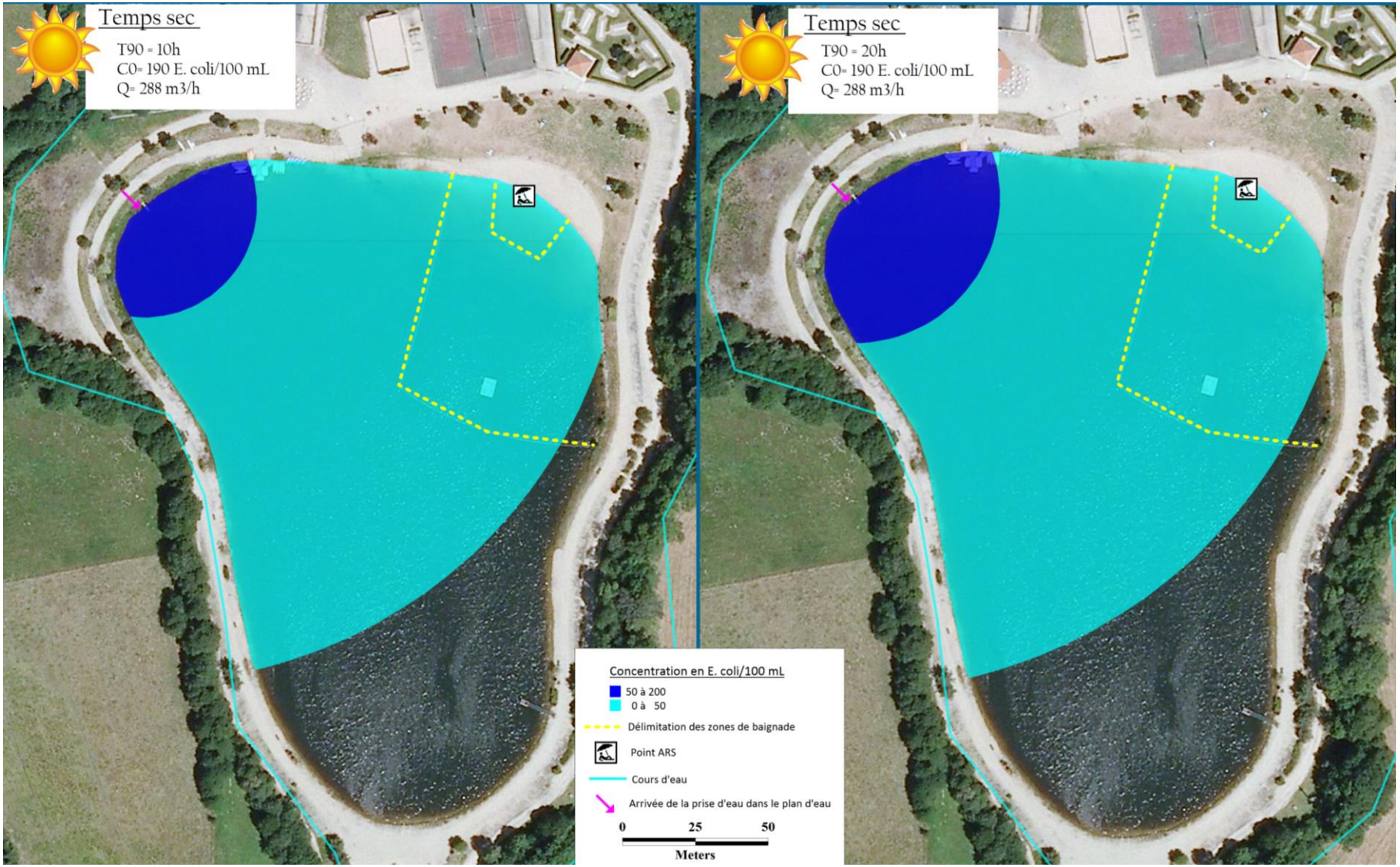


Figure 62 : Modélisation de la dilution des flux bactériologiques apportés par la prise d'eau par temps sec (Source : ATHOS Environnement 2013)

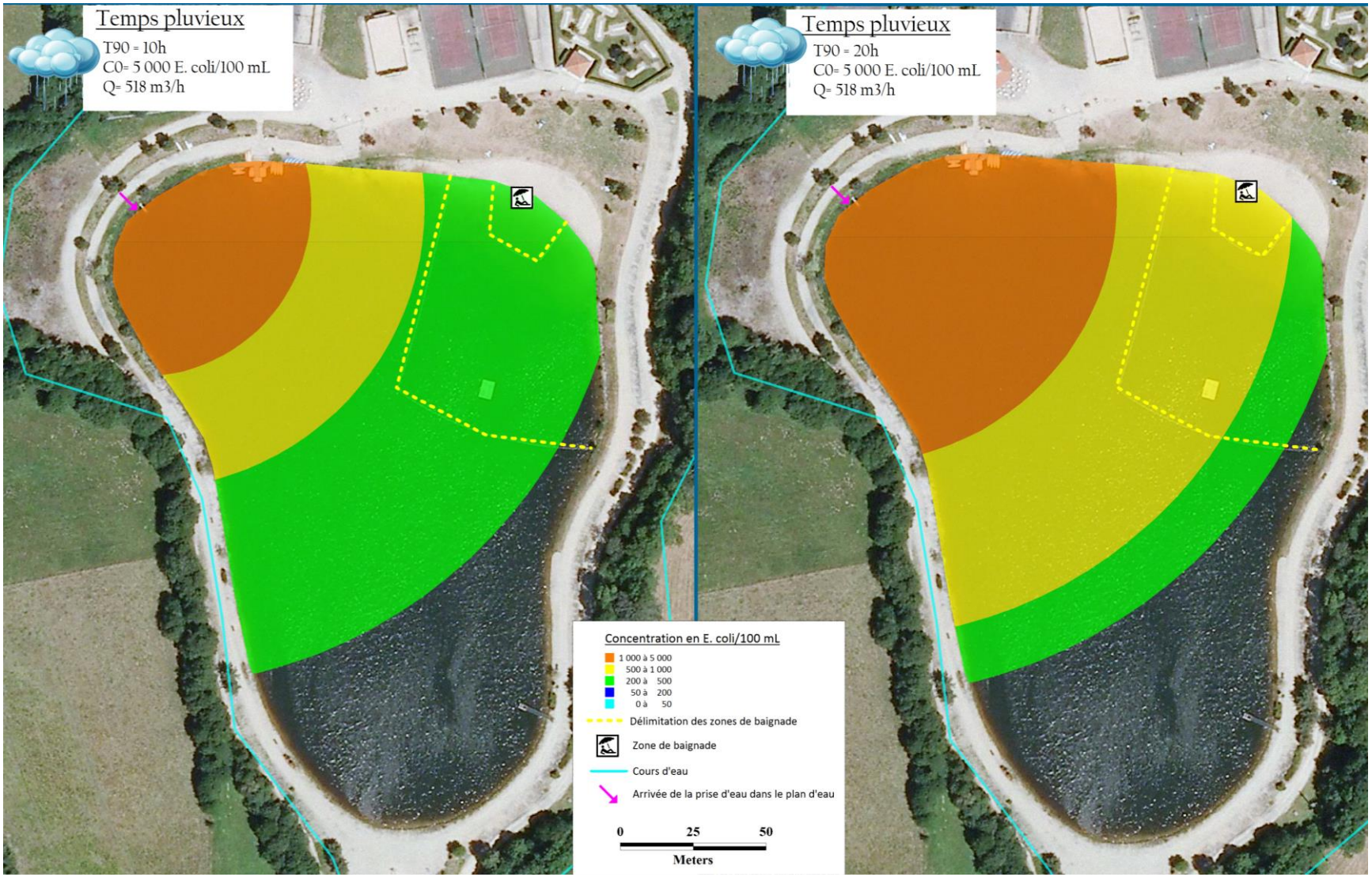


Figure 63 : Modélisation de la dilution des flux bactériologiques apportés par la prise d'eau par temps pluvieux (Source : ATHOS Environnement 2013)

13 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 la baignade.

13.1 Notion de pollution à court terme

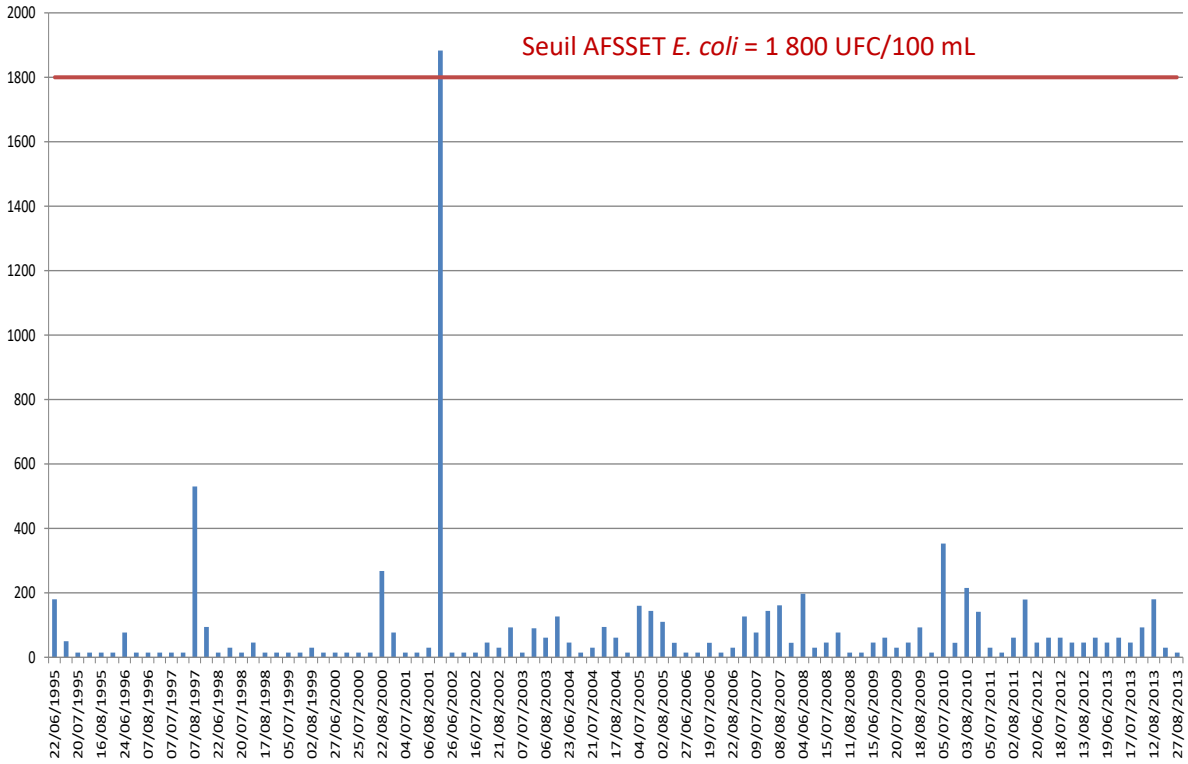
Une pollution à court terme, définit à l'article D.1332-15 du code de la santé publique comme une contamination microbiologique affectant la qualité des eaux de baignade pendant moins de 72 heures et dont les causes sont aisément identifiables, peut être identifiée par un dépassement de l'une des valeurs 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 détail dans la phase 3 du présent profil).

La définition d'une pollution à court terme sur la zone de baignade tient compte des données microbiologiques de l'ARS pour les saisons 1995 à 2013. Chaque analyse a été comparée aux seuils AFSSET (Figure 64).

Un seul dépassement des seuils AFSSET a eu lieu sur le plan d'eau de Saint-Anthème. En effet, le 20 août 2001, la concentration en E. coli a atteint 1 883 UFC / 100 mL.

✓ *Paramètre E. coli*



✓ *Paramètre Entérocoques*

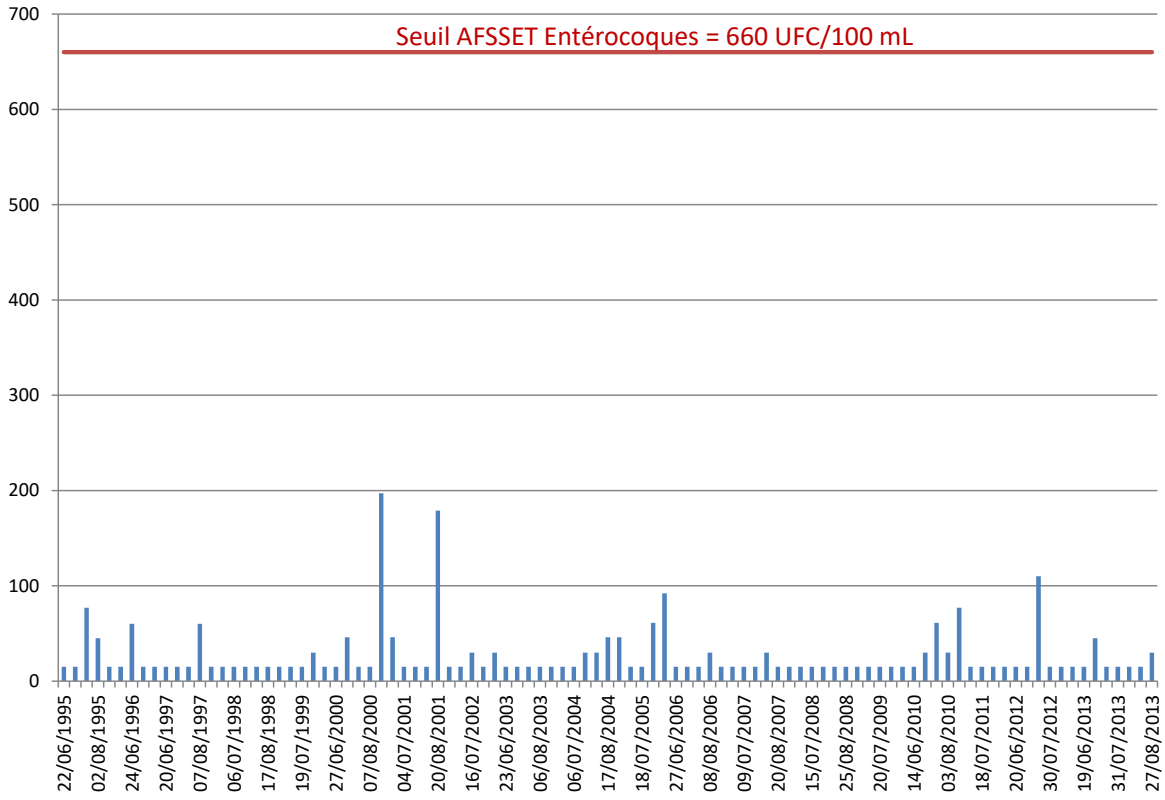


Figure 64 : Répartition des analyses bactériologiques au regard des seuils fixés par l'AFSSET sur la baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (sources : ARS 63, AFSSET)

13.2 Définition d'indicateurs de contamination

Nous avons vu précédemment que la pluie, une casse sur le réseau d'assainissement ou encore une sur fréquentation de la baignade pouvaient être des facteurs potentiels dans l'apparition de pollutions sur la baignade.

13.2.1 Dysfonctionnement liés à l'assainissement

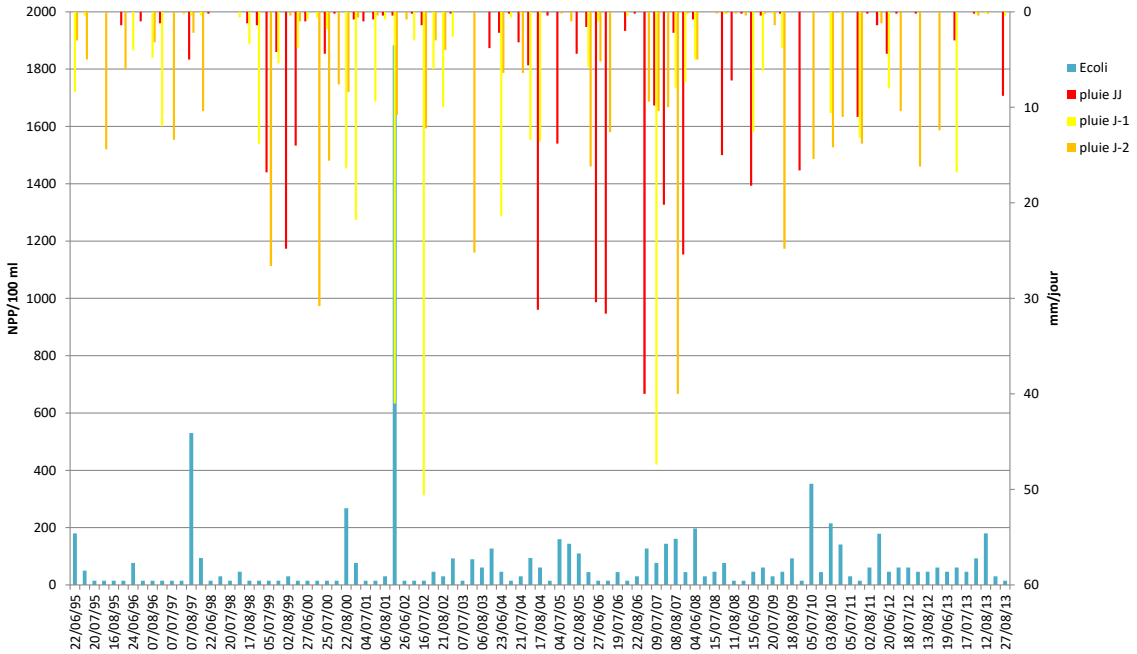
- ✓ Casse ou fuite sur le réseau d'assainissement collectif (particulièrement celui qui passe sous la zone de baignade).

Si une casse sur le réseau d'assainissement se produit lors de la saison estivale, le gestionnaire de la baignade devra en être informé et des mesures de gestion seront déclenchées en cas d'atteinte de la zone de baignade.

13.2.2 La pluviométrie

La pluie est un facteur prépondérant dans l'apparition des pollutions, puisqu'elle conditionne le débit des affluents, le lessivage des parcelles, la remise en suspension des polluants accumulés dans les fossés et cours d'eau du secteur, ainsi que la mise en charge et les exfiltrations des tronçons de réseau d'eaux usées.

Dans un premier temps une analyse visuelle de la répartition des analyses *vis-à-vis* de la pluviométrie 24h et 48h avant les prélèvements est réalisée afin de voir si des tendances peuvent en être dégagées.



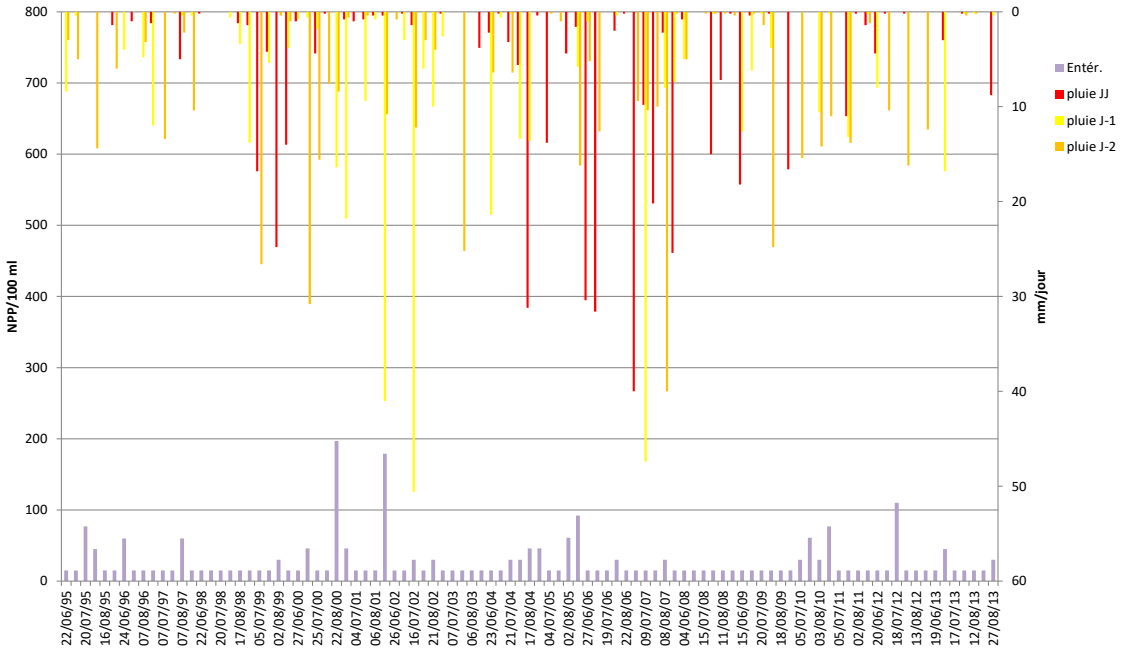


Figure 65 : Pluie du jour même, de la veille et de l'avant-veille du prélèvement ARS confrontées aux analyses E.Coli/100 ml et E.I/100 ml pour le plan d'eau de Saint-Anthème (sources : Météo France, ARS 63)

Il paraît difficile d'émettre des tendances de prime abord. Une analyse statistique plus affinée a donc été réalisée.

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 3 périodes (le jour même, la veille, et l'avant-veille) a été réalisée (Tableau 23).

Le coefficient de corrélation permet de décrire la force d'association entre deux variables mais ne permet pas d'en déduire une relation de causalité.

Aucune force d'association significative n'a pu être mise en évidence entre les paramètres bactériologiques et la pluviométrie (seulement 39% de la variabilité du paramètre *E. coli* peut être liée à la pluviométrie).

Tableau 23 : Analyse de corrélation entre les paramètres microbiologiques et la pluviométrie du jour du prélèvement, de la veille, et de l'avant-veille pour la baignade plan d'eau de Saint-Anthème

	pluie JJ	pluie J-1	pluie J-2
Ecoli	-0,05	0,39	0,14
Entér.	-0,09	0,35	0,15

13.2.3 Définition d'un seuil d'alerte pluviométrique

La définition d'indicateurs de pollution et de valeurs seuils correspondantes permet au gestionnaire de la baignade de prévoir l'occurrence d'une pollution et de mettre en place l'ensemble des mesures de gestion requises en amont.

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 suivantes 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
- **Violet :** 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

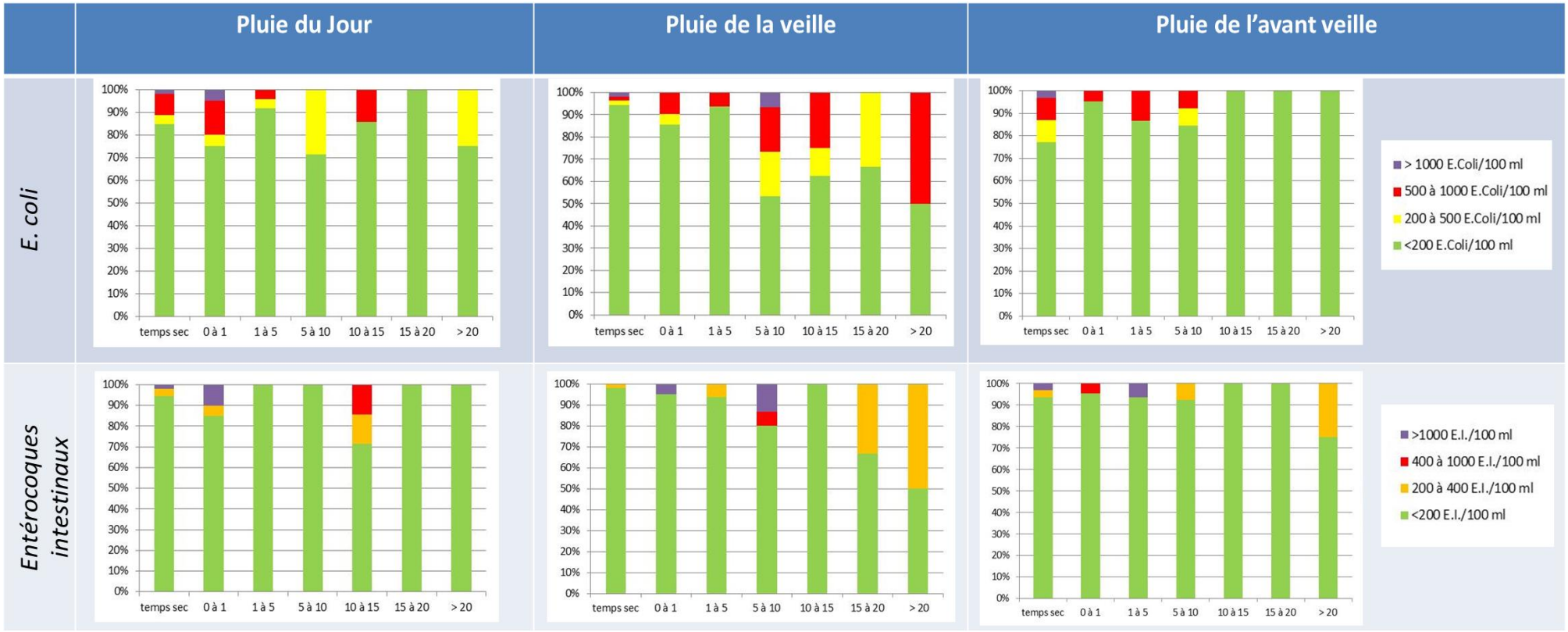


Figure 66 : Pourcentage d'occurrence des analyses bactériologiques par classe de pluie, pour la pluie du jour du prélèvement de la veille et de l'avant-veille du prélèvement réalisé par l'ARS sur la baignade de Saint-Anthème (Source : Météo France station de Saint-Anthème, ARS 63)

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

- ✓ **Les dégradations de la qualité de l'eau de baignade observées par temps sec pour le paramètre *E. coli* n'est pas négligeable (plus de 10% des analyses réalisées par temps sec révèlent une dégradation de la qualité de l'eau).**
- ✓ Une dégradation de la qualité de l'eau est observée dans 30 à 50% des cas, pour le paramètre *E. coli* lorsque la pluviométrie de la veille du prélèvement est supérieure à 5mm.
- ✓ La baignade est plus sujette aux contaminations par le paramètre *E. coli*.

Il est important de souligner que ces résultats statistiques sont à prendre avec précaution. Seules deux analyses ont révélé des concentrations en E. coli > 500 UFC/100mL, soit seulement 2% des analyses.

Pour cette raison, dans un premier temps, le seuil d'alerte pluviométrique a été fixé à 20 mm, mais il sera nécessaire de l'affiner par la suite.

En raison d'un risque potentiel de dégradation de la qualité de l'eau de baignade suite à un fort évènement pluvieux, et par principe de précaution suite à un manque de données, il est préconisé de déclencher des mesures de gestion préventive (détaillées dans la phase 3 du présent profil) suite à un évènement pluvieux supérieur à 20 mm/j, conduisant à la fermeture préventive de la baignade.

14 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 15 jours pluvieux par mois durant la saison estivale, la fréquence de contamination liée à la pluie est donc d'environ 1 jour sur 2.

- ➔ **Localisation du rejet combiné et charge bactériologique** : pour les rejets dont l'impact n'est pas directement modélisable, la hiérarchisation est réalisée sur la base de la distance du rejet par rapport aux baignades et de la charge véhiculée.

- ➔ **Durée probable de la pollution** : définie en fonction du T90[4] estimé à environ 10h (source : Guide national pour l'élaboration des profils baignade - AESN 2009).

- ➔ **Impact théorique sur la baignade** : le résultat des modélisations réalisées sur les rejets canalisés permettent de définir l'impact théorique avéré ou non sur les baignades et de discriminer les rejets les plus à risque.

Le Tableau 24 présente la hiérarchisation des sources de pollution pour la baignade du plan d'eau de Saint-Anthème.

[4] 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 24 : Hiérarchisation des sources de pollution bactériologiques pour la baignade de Saint-Anthème

	Plage du plan d'eau de Saint-Anthème								
	REJETS A RISQUES				EVALUATION DU RISQUE				
Zone d'influence	**Rejets**	**Type**	**Fréquence**	**Localisation du rejet**	**Situation à risque**	**Charge bactériologique**		**Durée probable de la contamination (1)**	**Niveau de risque**
Zone immédiate	**Arrivée du TCC Ance dans le plan d'eau**	Canalisé	Permanent	Plan d'eau - Proximité de la zone de baignade	Amplifiée en cas de fortes pluies	4,32E+09	*E.Coli/jour*	**de 10h à 20h en fonction de la météo**	**Fort**
Zone rapprochée et immédiate	**Pâturage (lessivage et piétinement des cours d'eau)**	Diffus	Quotidienne	Ance et son TCC	Forte pluie, piétinement des cours d'eau	3,70E+08	*E.Coli/jour*		**Moyen**
	Assainissement non collectif non conforme	Diffus	Quotidienne	Ance et son TCC	En cas de pluie	2,15E+09	*E.Coli/jour*		**Moyen**
Zone immédiate	**Eaux pluviales**	Diffus	1 jour sur 2	Plan d'eau - Proximité de la zone de baignade	Episodes pluvieux	1,00E+06	*E.Coli/100 mL*		**Faible**
	Casse sur le réseau d'eaux usées sous la baignade	Canalisé	Exceptionnel	Plan d'eau	Casse sur le réseau	4,00E+07	*E.Coli/100 mL*		**Faible**
	Canards (déjections sur la zone de baignade)	Occassionel	Exceptionnel	Zone de baignade	Fréquentation de la plage par 100 individus	3,40E+08	*E.Coli/canard/jr*		**Faible**
	Baignade (sur-fréquentation)	Occasionnel	Exceptionnel	Zone de baignade	Forte affluence (> 880 baigneurs)	2,00E+07	*E.Coli/baigneur*		**Faible**

15 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 possible accumulation de ces apports dans le sédiment du plan d'eau (charge interne) - Figure 67.

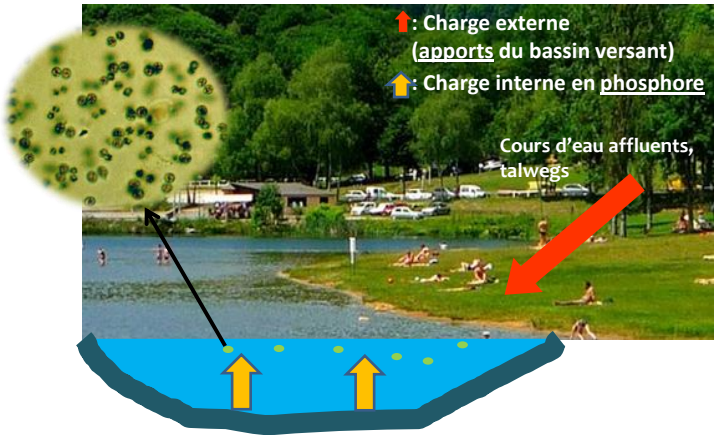


Figure 67 : Charge interne et charge externe en phosphore, mécanismes favorisant la prolifération des cyanobactéries (source : ATHOS Environnement)

Les principales causes favorisant la prolifération des cyanobactéries sur le plan d'eau de Saint-Anthème sont liées à :

1) **La charge externe en nutriments : accélération de l'eutrophisation**
   a. Apports des principaux affluents du plan d'eau :
      - liés à l'assainissement non collectif
      - liés au contexte agricole du bassin versant
   b. Apports du ruissellement sur la zone de loisirs (en saison)

2) **La charge interne en nutriments « mémoire du plan d'eau », et réserve de cyanobactéries**
   a. Stockage des nutriments dans le sédiment du lac, et remise à disposition des nutriments dans certaines conditions
   b. Accumulation de « souches » de cyanobactéries dans le sédiment en hiver, et colonisation de la colonne d'eau dès que les conditions sont favorables.

Ces points sont détaillés dans les chapitres suivants.

15.1 La charge externe en nutriments

15.1.1 Assainissement Non Collectif - ANC

*En références à la Directive européenne relative aux eaux résiduaires et à l'arrêté du 10 novembre 2001, on admet qu'un habitant rejette une charge polluante journalière correspondant à 90 g de MES, **15 g d'azote, 4 g de phosphore total**, 60 g de DBO5 et une quantité de matière organique égale à 57 g. Les flux polluants issus du contexte de l'assainissement seront calculés suivant ces concentrations.*

Un dispositif d'ANC conforme permet un abattement important de la charge en phosphore et en azote. Ce sont donc les dispositifs d'ANC non acceptables qui représentent une source de pollution.

Dans le cas de rejets domestiques non agglomérés, on estime qu'en moyenne **3% du phosphore et 30% de l'azote sont disponibles dans le milieu par lessivage et ruissellement**. Il faut remarquer que ces coefficients de disponibilité sont applicables uniquement s'il n'existe pas de rejets directs dans les ruisseaux.

Tableau 25 : Estimation des flux de nutriments imputables au contexte de l'assainissement autonome

Azote	Zone immédiate	
	Non_acceptable	Aucune_information
Nombre d'installations	5	12
Nombre d'habitants	10	24
kg azote rejetés par an	54,75	131,40
kg azote par an émis vers le milieu après abattement	16,43	39,42
TOTAL	**55,85**	

Phosphore	Zone immédiate	
	Non_acceptable	Aucune_information
Nombre d'installations	5	12
Nombre d'habitants	10	24
kg phosphore rejetés par an	14,60	35,04
kg phosphore par an émis vers le milieu après abattement	0,44	1,05
TOTAL	**1,49**	

Azote	Zone rapprochée	
	Non_acceptable	Aucune_information
Nombre d'installations	2	77
Nombre d'habitants	4	154
kg azote rejetés par an	21,90	843,15
kg azote par an émis vers le milieu après abattement	6,57	252,95
kg azote par an susceptibles d'atteindre le plan d'eau après abattement lié au débit	2,76	106,24
TOTAL	**109,00**	

Phosphore	Zone rapprochée	
	Non_acceptable	Aucune_information
Nombre d'installations	2	77
Nombre d'habitants	4	154
kg phosphore rejetés par an	5,84	224,84
kg phosphore par an émis vers le milieu après abattement	0,18	6,75
kg phosphore par an susceptibles d'atteindre le plan d'eau après abattement lié au débit	0,07	2,83
TOTAL	**2,91**	

TOTAL kg AZOTE 164,84 TOTAL kg PHOSPHORE 4,40

Au total, 164.8 kg d'azote et 4,4 kg de phosphore liés au contexte de l'assainissement autonome sont susceptibles d'atteindre le plan d'eau chaque année et servir de support à la croissance cyanobactérienne.

15.1.2 Apports annuels en nutriments d'origine agricole

Pour les bovins dans les prés, les valeurs des rejets en matières en suspension, matières oxydables, azote organique et phosphore par UGB, extraites de la publication des « Journaux Officiels » relative à la pollution des eaux et à la redevance 2003, sont pour ***1 UGB de : 0,2 kg/j d'azote et 44 g/j de phosphore.***

Les apports organiques en nutriments en provenance de l'agriculture ont été estimés à partir du nombre d'UGB présent sur les zones d'influence et sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 26 : Estimation des flux de nutriments en provenance des activités agricoles

Zone d'influence	Nombre d'UGB estimé	Total des apports en Azote tonnes/An	Total des apports en Azote tonnes/An après coefficient d'abattement	Total des apports en Azote tonnes/An après abattement lié à la perte de débit
Zone rapprochée	700	51,00	15,30	6,43
Zone immédiate	50	3,60	1,08	1,08
			TOTAL	**7,51**

Zone d'influence	Nombre d'UGB estimé	Total des apports en Phosphore tonnes/An	Total des apports en phosphore tonnes/An après coefficient d'abattement	Total des apports en phosphore tonnes/An après abattement lié à la perte de débit
Zone rapprochée	700	11,00	0,11	0,05
Zone immédiate	50	0,80	0,01	0,01
			TOTAL	**0,06**

Les apports en éléments nutritifs sont essentiellement liés au contexte agricole du bassin versant. Ceux-ci constituent la charge externe du plan d'eau et s'accumulent dans les sédiments du lac (charge interne) et sont susceptibles de contribuer à la prolifération des cyanobactéries lors de relargage (chapitre suivant).

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

Les apports en phosphore du bassin versant s'accumulent dans le plan d'eau. 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. La Figure 68 présente les résultats obtenus.

NaOH-P	*HCl-P*	*PO*	Ptot
901.78	182.26	115.98	**1200.02**

Charge interne : 85%

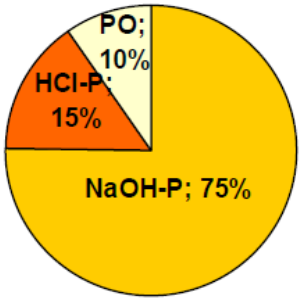


Figure 68 : Répartition des différentes formes de phosphore dans le sédiment du plan d'eau de Saint-Anthème exprimées en mg de P par kg de sédiment

A l'issue de ces analyses, il apparait **que le sédiment du plan d'eau de Saint-Anthème constitue une réserve de phosphore**, dont une fraction est potentiellement relargable dans les conditions de désoxygénation de l'interface eau/sédiment. La concentration en phosphore potentiellement remobilisable représente 85% de la charge totale en phosphore, soit 901,8 mg/kg de sédiment sec. Des épisodes de désoxygénation du fond peuvent conduire au relargage du phosphore qui contribue alors au développement des cyanobactéries.

15.3 Accumulation de « souches » de cyanobactéries dans le sédiment

Il a été démontré que les cyanobactéries possèdent un cycle de développement annuel : une partie de **la population hivernale située à la surface des sédiments** est capable, au 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 prolifèrent chaque été** lorsque les conditions deviennent favorables.

15.4 Impact de la gestion hydraulique

L'absence de renouvellement de la masse d'eau implique un réchauffement accéléré de l'eau et une stagnation de la colonne d'eau favorable à l'implantation de cyanobactéries.

Les vidanges annuelles du plan d'eau de Saint-Anthème avec maintien d'un assec sont bénéfiques, elles permettent la minéralisation du phosphore contenu dans le sédiment.

La problématique cyanobactérie tend à se généraliser sur l'ensemble des plans d'eau. Les méthodes curatives sont difficiles à mettre en place et n'ont à l'heure actuelle pas suffisamment fait leurs preuves. La prévention, qui passe par la réduction des apports en éléments nutritifs via le bassin versant doit être appliquée au mieux.

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.

16 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.

16.1 Propositions d'actions de réduction des pollutions bactériologiques

16.1.1 Réduction des contaminations liées à l'assainissement

✓ **Assainissement collectif**

La partie du bourg de Saint-Anthème située à l'est de l'église doit être raccordée au système d'assainissement collectif au cours de l'année 2015, ce qui endiguera les déversements d'eaux usées dans le ruisseau de Ronelle, observés jusqu'alors.

✓ **Réseau d'eaux usées sur la zone immédiate**

Nous préconisons une inspection télévisée du réseau d'eaux usées qui passe sous la zone de baignade afin de détecter d'éventuelles fuites ou usures des canalisations. En effet, même si une rupture de canalisation apparait exceptionnelle, les conséquences sur la qualité de l'eau de baignade pourraient être importantes.

	Coût U € H.T.	Quantité	Coût Total € H.T.
Inspection télévisée d'une conduite d'assainissement	1,80 €	500 ml	900 €
Forfait déplacement installation et repli du matériel	450,00 €	1 U	450,00 €
Fourniture d'un rapport	110,00 €	1 U	110,00 €
TOTAL € H.T.			**1 460,00 €**

✓ **Assainissement non collectif**

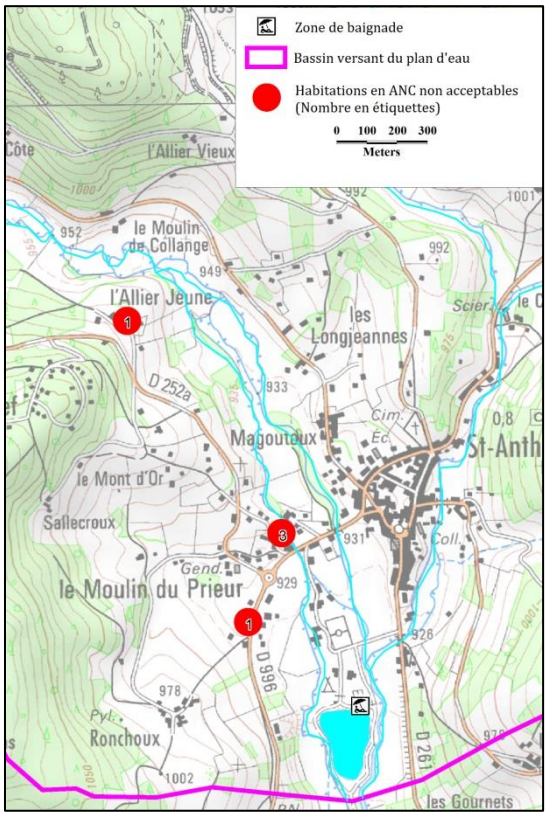
Environ la moitié du parc des installations en ANC n'a pas fait l'objet de contrôle au jour d'aujourd'hui. **La priorité devra donc être mise sur le contrôle de ces habitations**.

Les habitations jugées « non acceptables » devront faire l'objet de réhabilitation. L'attention devra être portée plus particulièrement sur celles situées sur **la zone immédiate**.

Cela concerne :

- une habitation à l'Allier Jeune,
- une sur la route d'Ambert
- 3 au Moulin du Prieur (Figure 69).

Figure 69 : Localisation des installations non acceptables sur la zone immédiate à réhabiliter en priorité



Avec un coût unitaire moyen de l'ordre de 6 000 euros à 8 000 euros, le coût global de réhabilitation serait compris entre **30 000 et 40 000 euros**.

Nombre d'installations	Coût €HT
5	**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.

✓ **Eaux pluviales**

Les eaux pluviales drainant le camping sont collectées et rejetées dans le tronçon court circuité de l'Ance, avant la prise d'eau alimentant le lac. L'accent doit être mis sur la **sensibilisation des usagers**, dans le but de limiter les sources de contamination des eaux pluviales, les mauvaises pratiques étant principalement dues à **une méconnaissance des usagers.**

Mauvaises pratiques	Message à transmettre	Moyens
Rejet d'agents de nettoyage 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 à la rivière. Il est donc interdit de rejeter des eaux de lavage dans le pluvial.	**Affichage**
Déjections animales sur la chaussée	Les déjections sont lessivées par la pluie et entrainées vers le plan d'eau. Il conviendra donc de ramasser les déjections canines éventuellement présentes sur la chaussée.	**Affichage, installation de distributeurs de sacs plastique + poubelles**

Coût Unitaire en euros TTC

150 à 250 euros



16.1.2 Réduction des contaminations liées aux activités agricoles

Afin de diminuer les sources de pollution bactériologique (ainsi que les apports en nutriments) en provenance du contexte agricole, nous proposons d'agir sur les points suivants (détails présentés dans les paragraphes qui suivent) :

- ➔ **Optimiser la gestion des épandages**
- ➔ **Optimiser la gestion du pâturage**
- ➔ Au regard du manque d'information mis à disposition par les services compétents dans le cadre du présent diagnostic, nous proposons d'**affiner le degré de connaissance vis-à-vis des exploitations agricoles présentes sur la zone d'étude**.

✓ **Epandages**

Nous rappelons que selon le Règlement Sanitaire Départemental du Puy de Dôme (RSD63), les épandages sont proscrits :

- A moins de 35m d'un cours d'eau
- A moins de 200m d'une zone de baignade
- A moins de 100m des habitations
- Sur la neige et sols gelés

La Figure 70 présente les 538 ha de parcelles proscrites d'épandage au regard des différents critères mentionnés. Cette superficie représente 19% des prairies présentes sur le bassin versant.

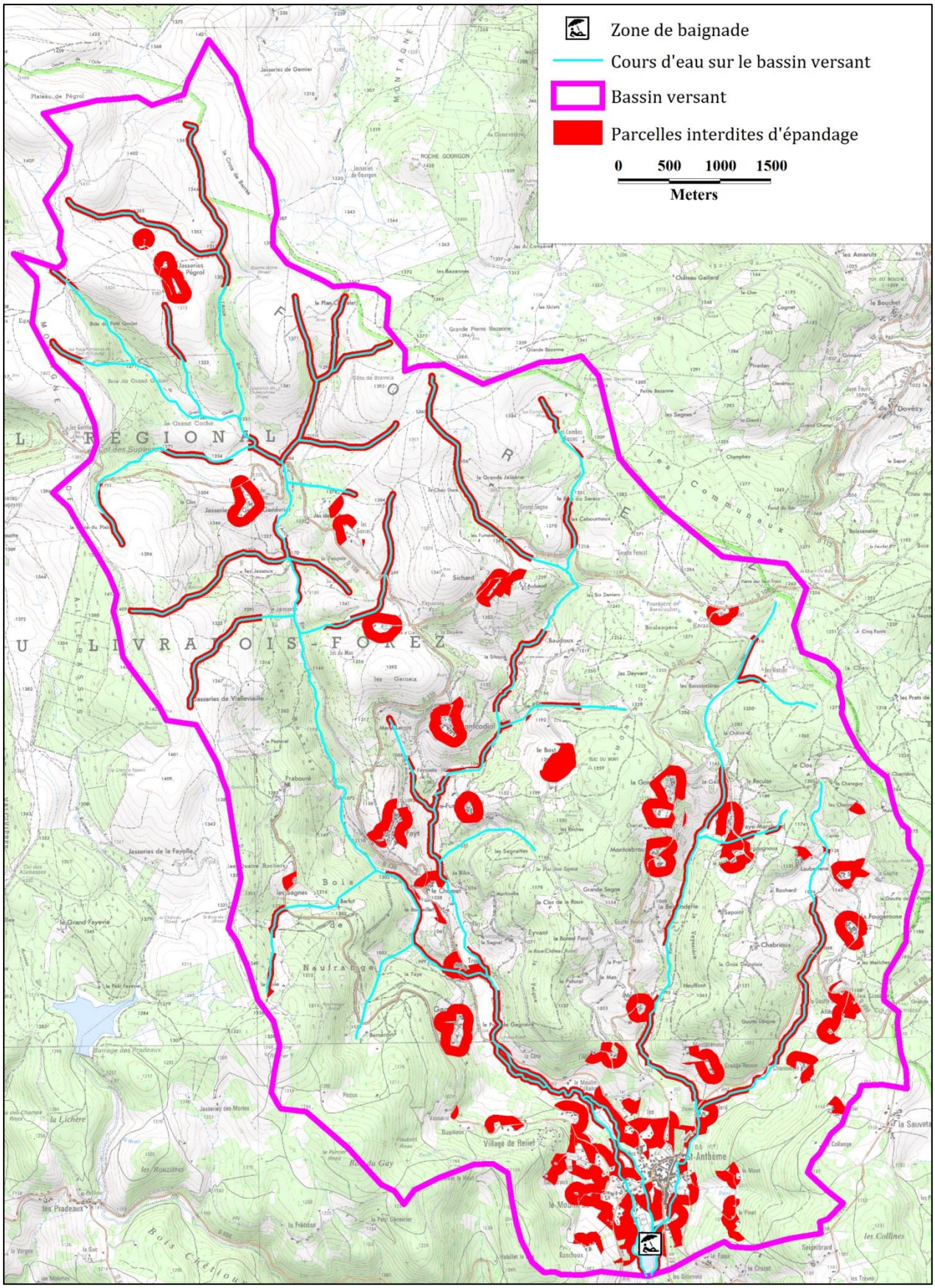


Figure 70 : Localisation des parcelles non épandables selon le RSD 63

✓ **Pâturages**

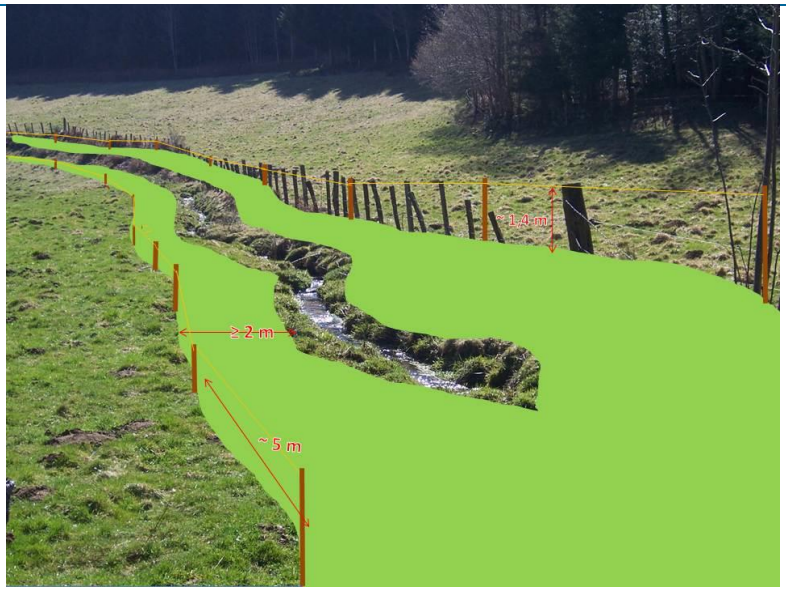
Les moyens de diminution des contaminations du réseau hydrographique sont :

- **Limiter l'accès des animaux aux cours d'eau**, qui entraine 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 pluies. 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, flocs bactériens, composés azotés…). L'efficacité des bandes enherbées est de l'ordre de 50% à 90% selon la largeur choisie.



Proposition :

Schéma de végétalisation et clôture des berges.

Figure 71 : exemple de protection de cours d'eau face au piétinement bovin et lessivage des parcelles

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.

Au total, 40 km de cours d'eau seraient concernés sur le bassin versant. Dans un premier temps, la priorité doit être mise sur la zone immédiate, c'est-à-dire sur le linéaire du tronçon court circuité de l'Ance qui alimente directement le plan d'eau. Ceci représente seulement 1,8 km.

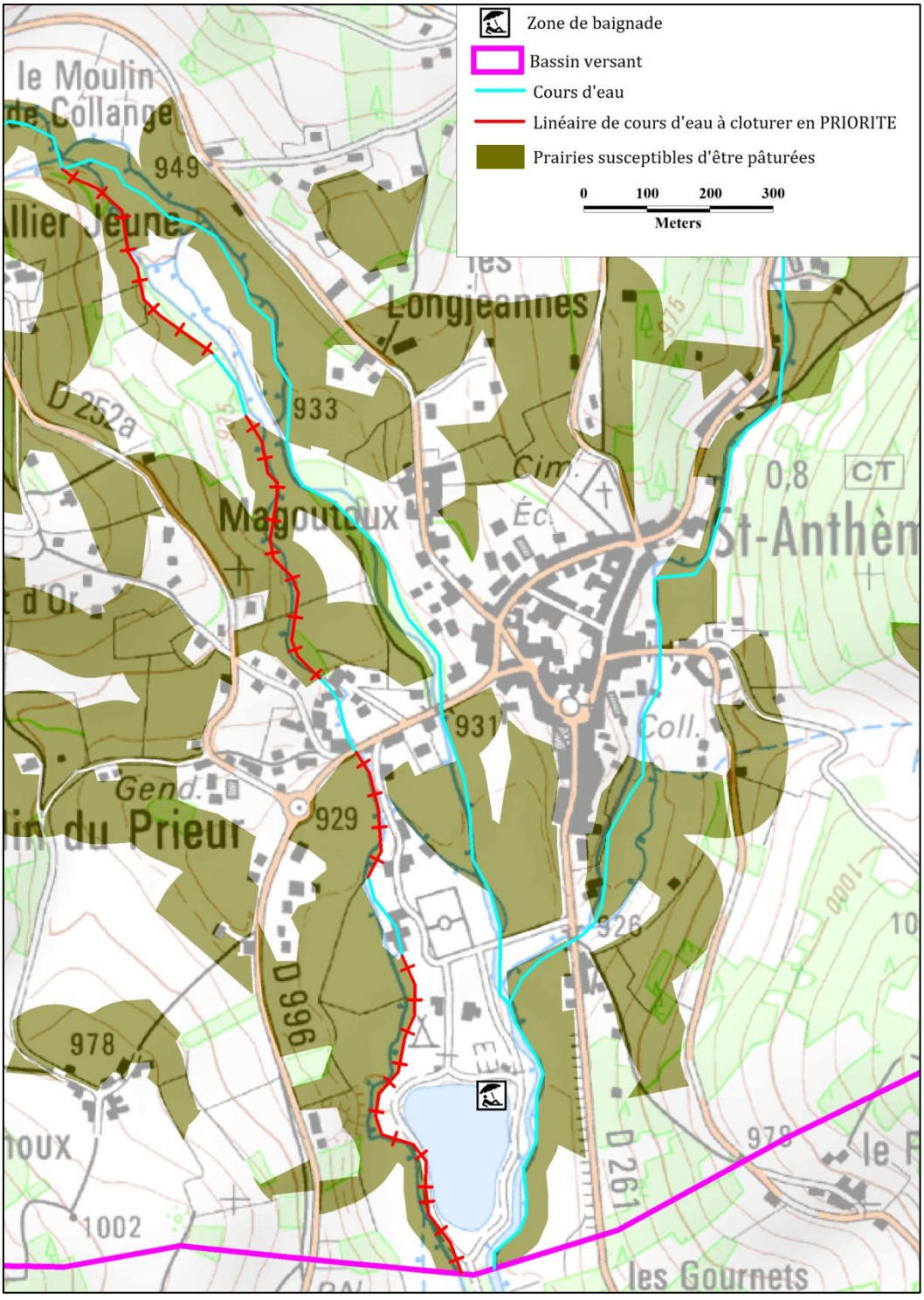


Figure 72 : Localisation des tronçons de cours d'eau à végétaliser et clôturer, en PRIORITE

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.

Tableau 27 : Estimation des coûts de protection des cours d'eau vis-à-vis du piétinement et du lessivage des pâturages sur les tronçons à risque

Type d'opération	Quantité	Coût €HT
Clôture des berges (rive droite / rive gauche) des cours d'eau.	**3600 m**	
➔ Clôture type « clôture électrique » + Piquets et attaches	3600 m	2500 €
➔ Poste batterie + batterie (nombre à définir) Ou	5	800 €
➔ Poste + Panneau solaire		1075 €
Bande enherbée sur au moins 2 m de large sur chaque rive	*5200m2*	
TOTAL (nombre de poste d'alimentation à définir précisément)		**≈ 4375 €**

➔ **<u>Installation d'abreuvoirs déportés</u>**

La pose de clôtures le long des berges des cours d'eau ne permettra plus aux animaux de s'abreuver. C'est pourquoi il conviendra **d'installer des abreuvoirs déportés par rapport au cours d'eau.**

Afin de garantir l'efficacité des actions proposées, les abreuvoirs devront être **implantés à au moins 35 m des cours d'eau**, et si possible dans une zone où le ruissellement ne pourra pas induire une contamination du cours d'eau sous-jacent. En effet, les zones d'abreuvement sont soumises à une forte fréquentation de bovins. La concentration en contaminant sera donc élevée aux alentours de l'abreuvoir.

L'abreuvement des animaux pourra être réalisé de deux façons :

➔ En raison d'un relief marqué sur la plupart des parcelles**, un approvisionnement par gravité ou vase communicant** pourra être réalisé (Figure 73). Il est primordial de restituer proprement l'eau de l'abreuvoir au cours d'eau, pour ne pas générer de flaque d'eau piétinée (Figure 73).
C'est un système peu coûteux et dont l'installation est très facile. Les conditions sont simples : une source d'eau suffisante (ruisseau, source) dont l'élévation ou la pente permet d'emplir l'abreuvoir par gravité. Un tuyau de trop plein retourne l'eau excédentaire au ruisseau ou dans un drain souterrain.

Pour prévenir les bouchons d'air, on doit s'assurer de donner à la conduite une pente uniforme.

➔ Pour les parcelles où la méthode précédente n'est pas applicable, les abreuvoirs seront alimentés par des **tonnes à eaux** (comme c'est déjà le cas sur certaines parcelles).

L'estimation des coûts se base sur le fait qu'un dispositif d'abreuvement sera installé par parcelles traversées par un cours d'eau. Nous retiendrons que 100 m de tuyau PE seront utilisés par abreuvoir. Les abreuvoirs sont ronds, en polyéthylène, pour une meilleure intégration paysagère.

Tableau 28 : Estimation des coûts de protection de mise en place d'abreuvoirs déportés sur les pâturages à risque

Type d'opération	Quantité	Coût €HT
Installation d'abreuvoirs en polyéthylène + 100 m de Tuyau PE	10	3000 €
TOTAL		***3000 €***

Abreuvoir à approvisionnement gravitaire proposé :

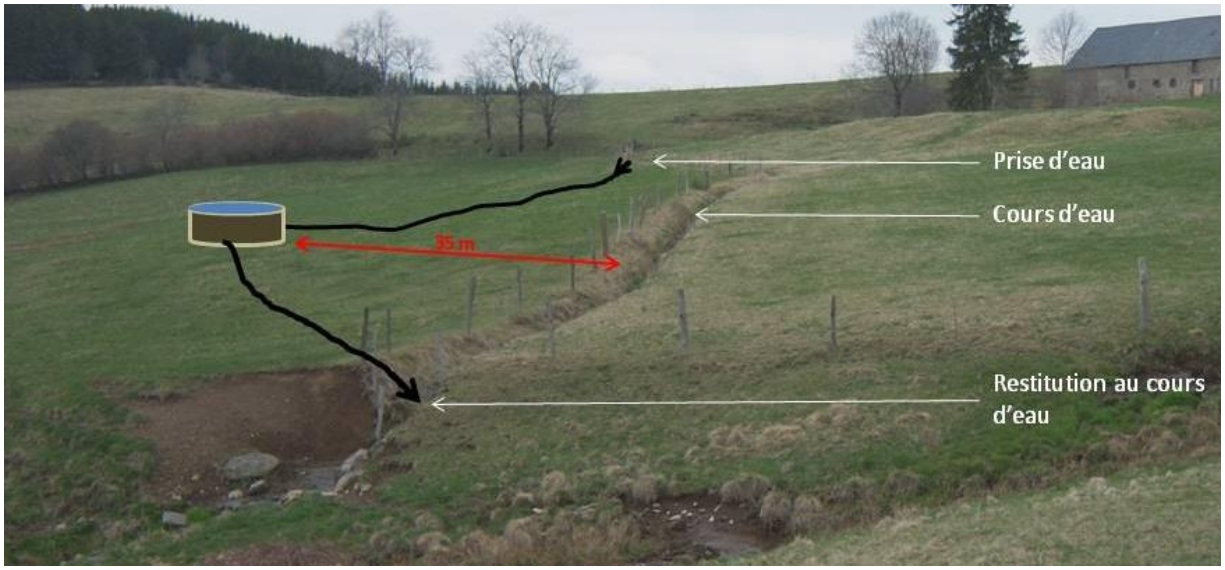


Figure 73 : Schéma de fonctionnement d'un abreuvoir déporté en zone de pente

✓ **Sièges d'exploitation :**

Un recensement exhaustif et un diagnostic individuel des installations agricoles présentes sur le bassin versant permettront de statuer sur le risque réel de contamination des ruisseaux.

Une attention particulière sera portée sur l'exploitation de Gagnaire. Le point devra être fait sur :

➔ la récupération des eaux de ruissellement des aires d'exercice, de la fumière et des aires de transit

➔ le devenir des matières fermentescibles (épandages : lieux et périodes)

16.1.3 Réduction des contaminations liées aux déjections de canards sur la zone de baignade

Les exemples de tentatives d'éradication des colonies de canards sur les plans d'eau concernés par cette problématique indiquent qu'il est très difficile d'aboutir à une disparition totale des colonies sur le long terme. De plus, la présence de ces oiseaux aquatiques peut conférer un réel atout pour le plan d'eau en dehors de la saison de baignade, contribuant à l'ornementation du site.

Nous préconisons donc de concentrer les efforts sur la saison estivale. La problématique pourra être abordée en deux temps :

Tableau 29 : Moyens d'actions proposés contre la présence de canards durant la saison de baignade

Moyens de lutte contre les nuisances engendrés par la présence de canards	
Eloignement des canards déjà présents en début de saison de baignade	Capture des individus avant la période de reproduction (mi-mars) (demande d'autorisation préfectorale) Eloignement sur site favorable à leur implantation (lagunes, bras morts,…)
Maintien d'une gestion évitant leur implantation durant la saison	Maintien de l'arrêté municipal d'interdiction de nourrir les oiseaux aquatiques. Affichage explicite sur les accès au plan d'eau (parking, sentiers d'accès aux plages et plages). Mise en place d'une signalétique ludique, interpellant les usagers.

Un affichage explicite relatant l'interdiction de nourrir les canards doit être installé sur les principaux points d'accès au plan d'eau et aires de présence de canards (pelouses).

Une fiche format A3 destinée à informer le public sur les conséquences du nourrissage des canards est présentée dans la figure suivante. Celle-ci pourra être affichée sur les panneaux d'information déjà en place à l'entrée de la zone de loisirs et dans la partie sud du plan d'eau.

Impression de fiche d'information (au nombre de 4)	**800 €**

4 BONNES RAISONS DE NE PAS NOURRIR LES OISEAUX AQUATIQUES :

***La concentration de canards sur la zone de baignade**, entraine inexorablement la contamination du sable, des pelouses et des zones peu profondes de l'eau de baignade par les déjections. **Les enfants sont les premiers concernés** par les risques de contact avec ces déjections (châteaux de sable, pataugement dans la zone peu profonde).*
*Le contact direct avec les déjections aviaires entraine un **risque de développement d'infection parasitaire et bactériologique**.*

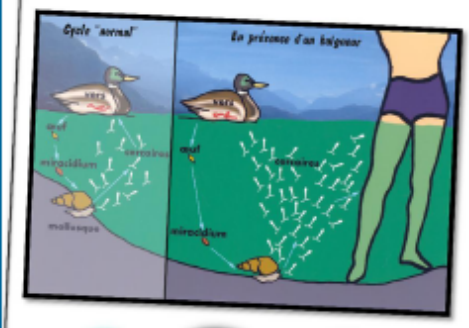
N°1 RISQUES INFECTIEUX POUR LA SANTE HUMAINE ET SALUBRITE GENERALE



Un canard rejette quotidiennement autant de bactéries fécales (telles que *E.Coli*) dans ses excréments que **5 humains**.

En nourrissant les 50 individus régulièrement présents sur le lac de Saint-Rémy-sur-Durolle pendant la saison estivale, ***c'est comme permettre à 250 humains d'utiliser le plan d'eau comme collecteur d'eaux usées !***

N°2 RISQUE DE CONTRACTION DE LA DERMATITE DU BAIGNEUR





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

Lors de la baignade, les cercaires **se collent à votre peau** jusqu'au moment où vous sortez de l'eau. Sous l'action du soleil, la peau s'assèche et les cercaires piquent votre peau pour y pénétrer. Elles y meurent ensuite. Peu de temps après la baignade, **de petites plaques rouges apparaissent sur la peau**. Quelques heures plus tard, les plaques rouges se gonflent pour ressembler à des piqûres d'insectes.

En sortant de l'eau, asséchez votre peau en la frottant vigoureusement avec une serviette. Il faut éviter de laisser la peau s'assécher au soleil ou à l'air libre.

Informez les autres baigneurs et la mairie de Saint-Rémy-sur-Durolle si vous êtes affectés par la dermatite.

Si les démangeaisons persistent après plusieurs jours ou si votre état de santé vous inquiète, consultez votre médecin.

Malgré l'apparition d'éruptions cutanées et de démangeaisons, la dermatite du baigneur ne représente pas un danger important pour la santé.

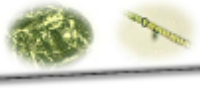
N°3 POLLUTION DU PLAN D'EAU

Le pain, généralement utilisé pour nourrir les canards par les riverains, **n'est pas adapté au système digestif des canards**. **Les déjections** qu'ils entraînent représentent une **source de pollution importante pour le lac.**



Comme les humains, les animaux assimilent une partie seulement des éléments nutritifs; ***le reste se retrouve dans leurs excréments et devient un excellent engrais pour les algues, telles que les cyanobactéries.***

Le fumier aviaire est en moyenne 6 à 20 fois plus riche en phosphore, principal élément responsable des proliférations de cyanobactéries, que le fumier bovin !



N°4 SANTE ET BIEN ETRE DES ANIMAUX



Le pain est une nourriture de faible qualité comparé à des plantes ou des insectes aquatiques. Nourrir les canards provoque **une dépendance alimentaire**, les rendant **très vulnérables** à l'automne, où la nourriture est rare et difficile à trouver. **Les canards perdent également leur méfiance naturelle** envers les humains et deviennent des **cibles faciles** pour les chasseurs ou les prédateurs naturels.

De plus, en apportant de la nourriture, on augmente les risques d'attirer d'autres espèces, moins désirables (rats porteurs de la leptospirose).

S'ils manquent de nourriture, les oiseaux vont migrer et le problème va se résoudre de lui-même.

POUR VOTRE BIEN ETRE, CELUI DU PLAN D'EAU ET DES ANIMAUX, ABSTENONS NOUS DE NOURRIR LES OISEAUX AQUATIQUES

ATHOS

Figure 74 : Panneaux d'information sur les conséquences du nourrissage des canards

16.2 Propositions d'actions pour la réduction des proliférations de cyanobactéries

Remarque : Nous avons vu que les proliférations de cyanobactéries sont liées à des apports significatifs en phosphore. Il est primordial d'agir sur les apports externes, avant de mettre en place des actions visant à intervenir sur la charge interne.

16.2.1 Actions sur la charge externe en nutriments



Chaque année, le 14 juillet, les feux d'artifice sont tirés à proximité du plan d'eau. Les composés pyrotechniques étant chargés en phosphore, il conviendra de limiter les retombées dans le lac.

L'ensemble des actions de réduction des pollutions bactériologiques proposées précédemment sont concomitantes avec la diminution des apports en phosphore vers le plan d'eau, renforçant d'autant plus leur impact positif sur la qualité de l'eau de baignade.

16.2.2 Actions sur la charge interne en nutriments

16.2.2.1 *Méthodes curatives*

Les actions sur la charge interne n'interviennent qu'au second plan. Il est primordial d'agir sur les apports en priorité, sans quoi toute tentative d'élimination du stock interne sera vaine.

L'évolution naturelle d'un plan d'eau, en l'absence d'entretien, est le comblement progressif, ce qui le rend alors très difficile à gérer.

La mise en place de vidange annuelle avec période d'assec sur le plan d'eau de Saint Anthème apparaît favorable pour la limitation du développement des cyanobactéries.

Si malgré la réduction des apports en nutriments *via* le bassin versant, les proliférations en cyanobactéries persistent, nous recommandons une étude des sédiments afin de voir si des cyanobactéries sont présentes et si des zones désoxygénées sont mises en évidence (profil oxygène température, carottage). Si tel est le cas, un curage des sédiments pourra être effectué afin d'évacuer la charge interne en phosphore et également d'éviter la recolonisation de la colonne d'eau en saison estivale par les cyanobactéries benthiques.

Curage de sédiments sur le plan d'eau	**50 €/m3**

D'après nos observations visuelles, il semblerait que les sédiments ne soient pas présents en couche épaisse sur le plan d'eau de Saint-Anthème.

Nous ne préconisons pas de méthodes chimiques préjudiciables au milieu récepteur, et d'efficacité très limitée sur le long terme.

16.3 Propositions d'actions pour la réduction des risques de contamination par les animaux

Ce risque est à relier à la présence de canards, chiens et rongeurs à proximité du plan d'eau.

16.3.1 Risque de dermatite du baigneur

Les plans d'actions proposés précédemment dans le cadre de la diminution des risques de contamination bactériologique (canards) **sont concomitants avec la réduction du risque de développement de dermatite du baigneur.**

Il est également préconiser 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 les canards.

Sensibiliser les usagers aux risques et symptômes correspondants par un affichage ludique sur le poste de secours en informant de la conduite à suivre pour limiter au maximum les risques :

- ➔ 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 limnées)

16.3.2 Risque de leptospirose

Il est recommandé de procéder aux **piégeages des rongeurs si leur présence est avérée** (présence constatée sur site, épreintes, terriers, 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 piégeurs 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 €



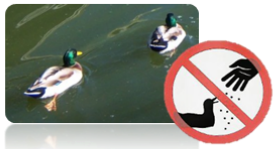
Figure 75 : Exemple de piège à ragondin

17 SYNTHESE DES ACTIONS A MENER

Les actions proposées pour la réduction des risques de contamination bactériologique et de prolifération de cyanobactéries sur le plan d'eau de Saint-Anthème sont respectivement résumées dans la Figure 76 et la Figure 77.

SYNTHÈSE DES ACTIONS DE RÉDUCTION DES CONTAMINATIONS BACTÉRIOLOGIQUES SUR LE PLAN D'EAU DE SAINT-ANTHEME

Réduction des apports polluants



Déplacement des canards avant la reproduction (mi mars), si présence avérée

↓

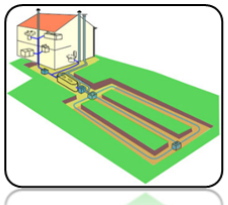
Maintien de l'arrêté d'interdiction de nourrir les oiseaux aquatiques



↓

Affichage et signalisation explicite sur site (parkings, accès à la plage, mairie,…)

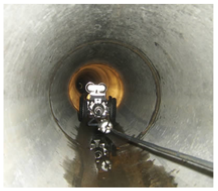
800 €



Mise en conformité des installations non conformes sur la zone immédiate

Diagnostic des installations non contrôlées à ce jour

30 000 à 40 000€



Inspection régulière des réseaux d'eaux usées situés sous la zone de baignade

1 460€



Sensibilisation des usagers sur le devenir des eaux pluviales

Installation de poubelles avec sac plastique pour le ramassage des déjections

150 à 250 €



Epandage selon les prescriptions du RSD 63.

Interdiction des épandages :
- sur sols détrempés ou gelés
- à moins de 35 m des cours d'eau ou 100 m des habitations
- À moins de 200m des zones de baignade

Protection des cours d'eau :
- Pose de clôtures et maintien d'une bande enherbée
- Pose d'abreuvoir déportés
- Limitation de l'accès des cours d'eau au bétail

7 400€

TOTAL | **De 40 000 à 50 000€**

Figure 76 : Synthèse des actions proposées pour la réduction des risques de contamination bactériologique sur le plan d'eau de Saint-Anthème



Figure 77 : Synthèse des actions proposées pour la réduction des risques de proliférations de cyanobactéries sur le plan d'eau de Saint-Anthème

18 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 6)

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.

18.1 Risque bactériologique

18.1.1 Procédure de gestion d'une pollution à court terme anticipée

Cette procédure est déclenchée en réponse aux indicateurs de pollution suivants (Figure 78):

- **Pluies supérieures à 20 mm/j** (à affiner à l'usage)
- Une fréquentation de la baignade dépassant **880 baigneurs simultanés**
- **Plus de 100 canards sur la zone de baignade**
- **Un accident lié à l'assainissement** collectif (casse ou fuite sur le réseau)
- **Un accident lié aux activités agricoles** (déversement de lisier).

La fréquentation sera estimée par le maître-nageur à 16h (ou au pic de fréquentation), et archivée dans le cahier de surveillance. **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 adaptée.**

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 7 afin d'**informer le public sur la fermeture préventive** de la baignade.



La fermeture de la baignade doit être clairement signalée sur le mât de signalisation.

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 8). Cette fiche guidera le gestionnaire dans la mise en place des procédures de gestion afin de rester en conformité avec la réglementation.

18.1.2 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 79

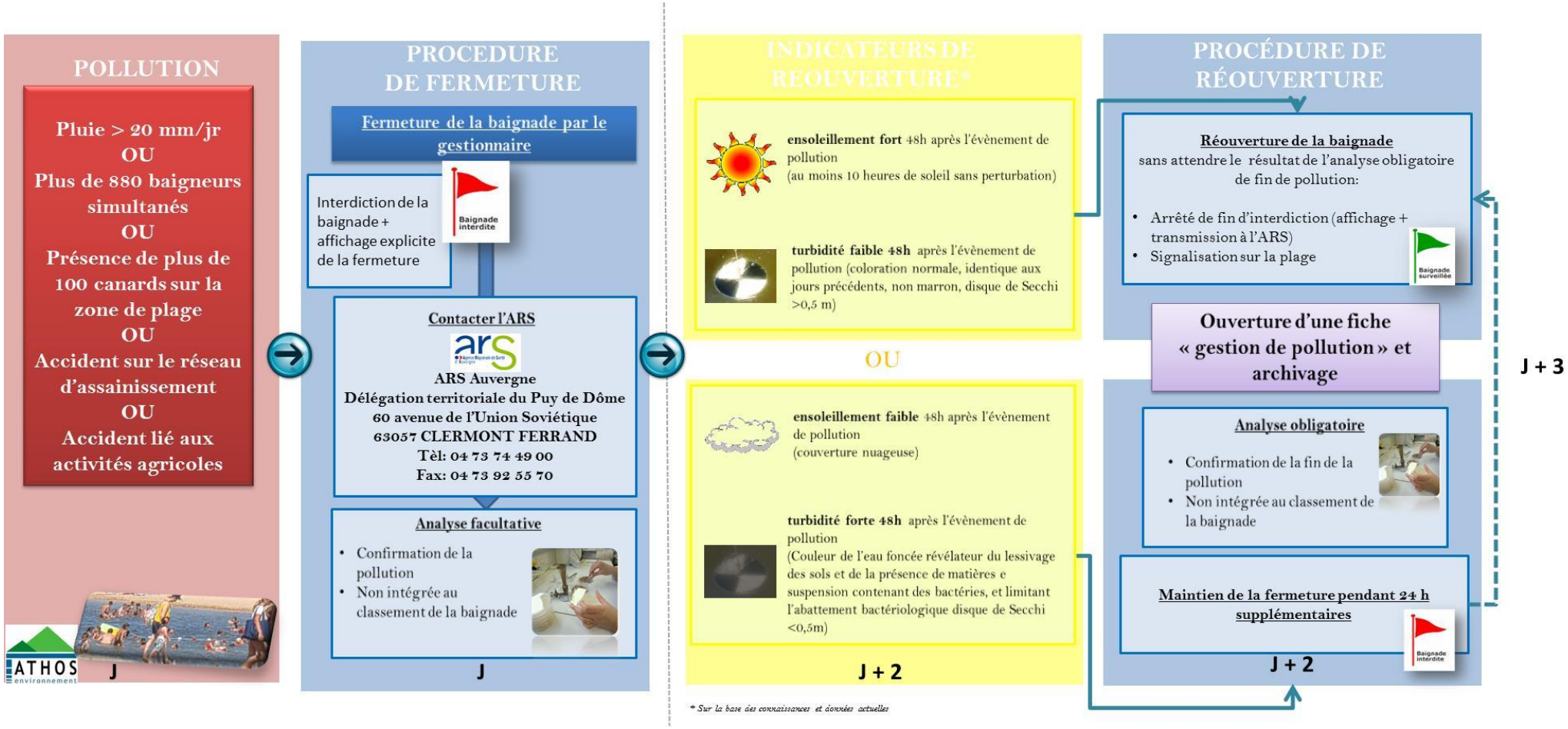


Figure 78 : Procédure de gestion d'une pollution anticipée (ATHOS Environnement)



Figure 79 : Procédure de gestion d'une pollution non-anticipée (ATHOS Environnement)

18.2 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.

18.2.1 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 le plan d'eau 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 (> à 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 µg/l). Ce paramètre ne peut pas être considéré comme spécifiquement représentatif d'une prolifération de cyanobactérie.

Nous proposons de réaliser une mesure de pH à l'ouverture de la plage, et en fin de journée. Ces relevés seront archivés dans le cahier de surveillance de la baignade. En cas d'écart important durant la même journée (plus de 2 unités pH), il conviendra de mettre en place une surveillance accrue.

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 80**. 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 gestionnaire du plan d'eau de Saint-Anthème pour tous conseils ou appuis techniques concernant l'évaluation d'une situation supposée à risque, par une assistance téléphonique.

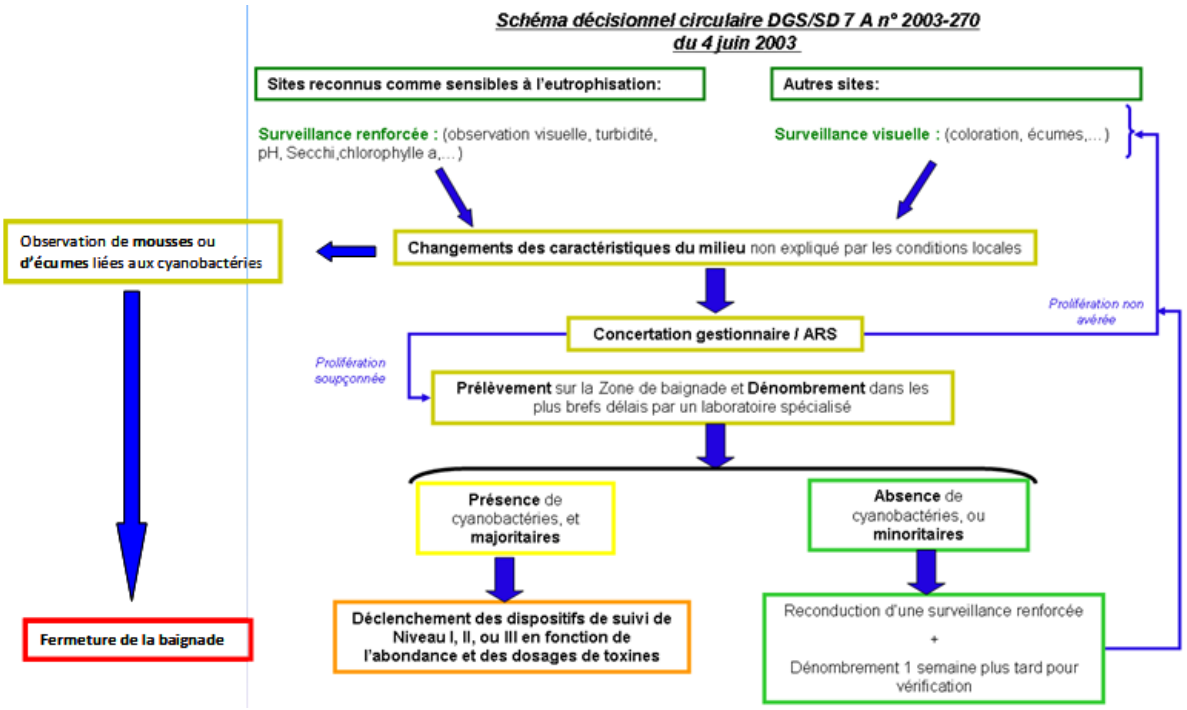


Figure 80 : Schéma décisionnel basé sur les recommandations de la DGS/SD 7 A n°2003-270 pour la gestion sanitaire du risque lié aux cyanobactéries

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	Cellules toxinogènes / ml	Gestion	Dénombrement des cyanobactéries
Ia	20 000	Activité normale	Bimensuel
Ib	50 000		Hebdomadaire + recherche de toxines hebdomadaire
IIa [toxines] < 13 µg/l		Interdiction de la baignade	Hebdomadaire + recherche de toxines hebdomadaire
IIb [toxines]> 13 µg/l		Interdiction de la baignade et de tout autre loisir nautique – prévenir tout contact de personnes et animaux avec l'eau	Hebdomadaire + recherche de toxines au moins bi-mensuelle
III Formation d'écumes de cyano-bactéries			

Information

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 81). Elles s'accumulent sur le bord de la plage, dans les zones de faible profondeur, principalement fréquentées par les enfants, et 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 81 : Exemple de prolifération de cyanobactéries (sources : Mairie d'Ambert)

18.3 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 de la zone de baignade**, à côté des résultats du contrôle sanitaire de la qualité de l'eau.

18.3.1 Affichage des comptes rendus d'analyse

A l'issu de chacune des analyses réalisées par l'ARS, la fiche de compte rendu devra être affichée sur chaque zone de baignade.

Résultats bactériologiques : Les comptes rendu 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 82), 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.



Figure 82 : Fiche d'information du public sur les cyanobactéries

19 MISE A JOUR DU PROFIL BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE SAINT-ANTHEME

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 de baignade de Saint-Anthème est « Excellente » au regard de la directive 2006/7/CE pour l'année 2013. Le profil devra donc être révisé en cas de dégradation de la qualité de l'eau de baignade.

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.

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.*

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.

Documents utilisés pour le diagnostic

LEROUX, 2008. Les Cyanobactéries des baignades du Puy-de-Dôme : étude du potentiel de prolifération par l'analyse des sédiments et des apports en nutriments – ATHOS Environnement / LMGE, Université de Clermont-Ferrand Mémoire de stage de Master 2 FREMAC.

TARRADE, 2006. Evaluation des modalités de gestion de deux sites de baignade sujets à des proliférations de cyanobactéries – DDASS 63, Université de Limoges. Mémoire de stage de DUT GBOIAB.

Documents de travail

AFSSET ; *Qualité microbiologique des eaux de baignade – Valeurs seuils d'un échantillon unique pour les eaux de baignade : étude de faisabilité méthodologique.* Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET), p. 56.

AELB ; *Cahier des charges de type 1,2 et 3 pour l'élaboration des « profils de baignade en eau douce », 13 octobre 2010,* Agence de l'Eau Loire Bretagne

AESN ; *Guide d'élaboration des profils de vulnérabilité des eaux de baignade.* Document provisoire de juillet 2009, Agence de l'Eau Seine-Normandie, p. 156.

DGS ; *Guide national pour l'élaboration d'un profil des eaux de baignade,* Direction Générale de la Santé, p. 17.

Extrait du règlement sanitaire départementale du Puy de Dôme ; Titre VIII : Activités d'élevages et autres pratiques agricoles (arrêté préfectorale du 30 juillet 1991)

KAUSKIK S.-J., 2005. Besoins et apport en phosphore chez les poissons. INRA Prod. Anim., 2005, 18 (3), 203-208. UMR, NuAGe.

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 1er janvier 2008,

20 LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la zone de baignade sur le plan d'eau de Saint-Anthème (Source : IGN, ARS)..... 12
Figure 2 : Panneaux d'informations situés à proximité de la zone de baignade (Source : ATHOS Environnement 2013)..... 13
Figure 3 : Fréquentation de la zone de loisirs en juillet et août 2013 (Source : Mairie de Saint-Anthème)..... 13
Figure 4 : Photographies des différents aménagements autour du plan d'eau (Source : ATHOS Environnement 2013)..... 15
Figure 5 : Localisation de la commune de Saint-Anthème (Source : http://www.1france.fr)..... 16
Figure 6 : Bassin versant de la rivière Ance et territoire du contrat de rivière associé (Source : ODE43)..... 17
Figure 7 : Caractéristiques des stations de mesure sur l'Ance (Source : Banque Hydro)..... 18
Figure 8 : Bassin versant d'alimentation du plan d'eau..... 19
Figure 9 : Aménagements permettant l'alimentation du plan d'eau..... 20
Figure 10 : Coupe transversale du plan d'eau et de l'Ance..... 21
Figure 11 : Définition des zones d'influence sur le plan d'eau de Saint-Anthème..... 22
Figure 12 : Carte géologique du bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : BRGM)..... 24
Figure 13 : Topographie du bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : http://www.cartes-topographiques.fr)..... 25
Figure 14 : Mesures de débit réalisées le 20 mars 2014 (Source : ATHOS Environnement)..... 26
Figure 15 : Localisation et photographie de la prise d'eau alimentant le plan d'eau..... 27
Figure 16 : Occupation des sols sur le bassin versant du lac des Hermines (Source : IGN-CRAIG, CLC_2006)..... 29
Figure 17 : Localisation de la station météorologique utilisée (Source : Géoportail, Météo France)..... 30
Figure 18 : Pluviométrie mensuelle moyennée de 1995 à 2013 pendant la saison estivale..... 31
Figure 19 : Nombre moyen mensuel de jours pluvieux de 1995 à 2013 pendant la saison estivale..... 31
Figure 20 : Intensité moyenne cumulée par jours pluvieux de 1995 à 2013 pendant la saison estivale..... 32
Figure 21 : Répartition des classes de pluie journalières (en mm) des mois de juin, juillet et août de 1995 à 2013 (Source : Météo France, station de Saint-Anthème)..... 32
Figure 22 : Direction des vents dominants sur le plan d'eau de Saint-Anthème..... 33
Figure 23 : Photographies du plan d'eau lors de la vidange annuelle de mars 2013 (Source ATHOS Environnement)..... 35
Figure 24 : Répartition surfacique communale sur le bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : ATHOS Environnement 2013)..... 36
Figure 25 : Statistiques démographiques sur la commune de Saint-Anthème..... 37
Figure 26 : Evolution de la population de la commune de Saint-Anthème depuis 1968 (Source : INSEE)..... 37
Figure 27 : Répartition du parc des logements de la commune de Saint-Anthème en 2009 et évolution depuis 1968..... 38
Figure 28 : Localisation et photographie de la station essence sur la commune (Source ATHOS Environnement)40
Figure 29 : Evolution des 95e percentiles pour le paramètre Escherichia coli..... 47
Figure 30 : Evolution des 95e percentiles pour le paramètre Entérocoques intestinaux..... 48
Figure 31 : Répartition des mesures de transparence de l'eau réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire de la baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : ARS 63)..... 50
Figure 32 : Photographies de cyanobactéries, au microscope inversé (Source : www-cyanosite.bio.purdue.edu/) – de gauche à droite : Microsystis sp.; Anabaena sp. (x400) ; Microcystis aerogenosa (x 1000) ; Aphanizomenon flos-aquae(x100)..... 53
Figure 33 : Exemple d'efflorescences de cyanobactéries sur des lacs de barrage (source : ATHOS Environnement)..... 55
Figure 34 : Répartition des dénombrements réalisés de 2007 à 2013 en fonction des seuils de niveau d'alerte de la circulaire DGS/SD 7 A (Source ARS, délégation du Puy-de-Dôme)..... 59
Figure 35 : Abondance en cyanobactéries sur la plage de Saint-Anthème de 2007 à 2013..... 60

Figure 36 : Abondance et occurrence des différents genres cyanobactériens en 2010, 2011, 2012 et 2013 sur la baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (Source ATHOS Environnement) 61
Figure 37 : Macro-algues observées sur le plan d'eau de Saint-Anthème le 5 juillet 2013 (ATHOS Environnement) 67
Figure 38 : Photographies du principal apport du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : ATHOS Environnement 2013) 69
Figure 39 : Localisation de la station d'épuration de Saint-Anthème (Source : Portail sur l'assainissement communal) 71
Figure 40 : Zonage d'assainissement du bourg de Saint-Anthème (Source : Mairie de Saint-Anthème) 72
Figure 41 : Localisation des réseaux d'assainissement à proximité immédiate du plan d'eau (Source : Plan du réseau d'assainissement, DDT 63) 73
Figure 42 : Conformité des habitations en assainissement non collectif sur le bassin versant 75
Figure 43 : Photographies des rigoles de drainage d'eaux de pluie (Source : ATHOS Environnement 2013) 77
Figure 44 : Localisation des exploitations agricoles sur le bassin versant (Source : Mairie de Saint-Anthème) 79
Figure 45 : Localisation de l'exploitation agricole de Gagnaire 80
Figure 46 : Rigole de drainage en provenance de l'exploitation agricole 81
Figure 47 : Parcelles pâturées à proximité immédiate de l'exploitation avec présence de fumière 81
Figure 48 : Photographie de pâturage observé sur le bassin versant 82
Figure 49 : Localisation des pâturages observés en mars 2014 sur le bassin versant (Source ATHOS Environnement) 83
Figure 50 : Exemple de parcelle susceptible d'être pâturée avec accès libre au cours d'eau observée près du lieu-dit de Tronel (Source ATHOS Environnement 2014) 84
Figure 51 : Linéaire de cours d'eau susceptibles d'être piétiné 85
Figure 52 : Photographies de fumières observées sur le bassin versant à proximité du lieu-dit « le Chomet » 86
Figure 53 : Exploitation forestière présente sur le bassin versant (Source : ATHOS Environnement) 87
Figure 54 : Photographie de la signalisation rappelant la règlementation sur la zone de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (Source : ATHOS Environnement 2013) 88
Figure 55 : Photographie de canards présents sur le plan d'eau de Saint-Anthème (Source : ATHOS Environnement Août 2013) 89
Figure 56 : Cycle de développement du parasite responsable de la dermatite du baigneur 89
Figure 57 : Localisation de la borne de vidange de camping-cars 92
Figure 58 : Poubelles (avec tri sélectif) présentes autour du plan d'eau. 92
Figure 59 : Cartographie des sources de pollution bactériologique potentielles sur le bassin versant du plan d'eau de Saint-Anthème 97
Figure 60 : Estimation des flux bactériens imputables aux canards sur la zone de baignade 104
Figure 61 : Diagramme décisionnel visant à identifier le risque de contamination interhumaine lors de la baignade (source AELB/SAFEGE) 106
Figure 62 : Modélisation de la dilution des flux bactériologiques apportés par la prise d'eau par temps sec (Source : ATHOS Environnement 2013) 109
Figure 63 : Modélisation de la dilution des flux bactériologiques apportés par la prise d'eau par temps pluvieux (Source : ATHOS Environnement 2013) 110
Figure 64 : Répartition des analyses bactériologiques au regard des seuils fixés par l'AFSSET sur la baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (sources : ARS 63, AFSSET) 112
Figure 65 : 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 pour le plan d'eau de Saint-Anthème (sources : Météo France, ARS 63) 114
Figure 66 : Pourcentage d'occurrence des analyses bactériologiques par classe 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 Saint-Anthème (Source : Météo France station de Saint-Anthème, ARS 63) 116
Figure 67 : Charge interne et charge externe en phosphore, mécanismes favorisant la prolifération des cyanobactéries (source : ATHOS Environnement) 120

Figure 68 : Répartition des différentes formes de phosphore dans le sédiment du plan d'eau de Saint-Anthème exprimées en mg de P par kg de sédiment 123
Figure 69 : Localisation des installations non acceptables sur la zone immédiate à réhabiliter en priorité 127
Figure 70 : Localisation des parcelles non épandables selon le RSD 63 130
Figure 71 : exemple de protection de cours d'eau face au piétinement bovin et lessivage des parcelles 131
Figure 72 : Localisation des tronçons de cours d'eau à végétaliser et clôturer, en PRIORITE 132
Figure 73 : Schéma de fonctionnement d'un abreuvoir déporté en zone de pente 134
Figure 74 : Panneaux d'information sur les conséquences du nourrissage des canards 136
Figure 75 : Exemple de piège à ragondin 139
Figure 76 : Synthèse des actions proposées pour la réduction des risques de contamination bactériologique sur le plan d'eau de Saint-Anthème 140
Figure 77 : Synthèse des actions proposées pour la réduction des risques de proliférations de cyanobactéries sur le plan d'eau de Saint-Anthème 141
Figure 78 : Procédure de gestion d'une pollution anticipée (ATHOS Environnement) 144
Figure 79 : Procédure de gestion d'une pollution non-anticipée (ATHOS Environnement) 145
Figure 80 : Schéma décisionnel basé sur les recommandations de la DGS/SD 7 A n°2003-270 pour la gestion sanitaire du risque lié aux cyanobactéries 148
Figure 81 : Exemple de prolifération de cyanobactéries (sources : Mairie d'Ambert) 149
Figure 82 : Fiche d'information du public sur les cyanobactéries 150
Figure 83 : Schéma théorique de la délimitation des zones d'étude 159

21 LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Calendrier réglementaire de révision du profil 9
Tableau 2 : Classement et simulation de classement de la qualité de l'eau de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (ARS délégation 63) 10
Tableau 3 : Débit d'alimentation du plan d'eau de Saint-Anthème mesurés au cours de l'année 2013 (ATHOS Environnement) 27
Tableau 4 : Capacité d'accueil de la commune en terme d'hébergement (Source : Mairie de Saint-Anthème) ... 39
Tableau 5: Normes de qualité bactériologique des eaux de baignades selon la directive 76/160/CEE 41
Tableau 6: Critère de classement de la qualité des eaux de baignade en France selon la directive 76/160/CEE (source www.baignade.sante.gouv.fr) 42
Tableau 7 : Classe de qualité de l'eau de baignade selon la directive 2006/7/CE pour les eaux intérieures (source www.baignade.sante.gouv.fr) 43
Tableau 8 : Classe de qualité des eaux de baignades intérieures selon la directive 2006/7/CE (source www.baignade.sante.gouv.fr) 43
Tableau 9: Évaluation de la qualité de l'eau de baignade sur le plan d'eau de Saint-Anthème selon la directive 76/160/CEE 44
Tableau 10 : Simulation de classement de l'eau de baignade sur le plan d'eau de Saint-Anthème selon la Directive 2006/7/CE 46
Tableau 11 : Simulation du classement de la baignade du plan d'eau de Saint-Anthème pour la saison balnéaire 2013 et seuils de qualité selon l'annexe 1 de la directive 2006/7/CE. 48
Tableau 12 : Evolution potentielle du classement de la baignade au cours des trois prochaines années. 49
Tableau 13 : Niveaux de risque liés aux cyanobactéries (Source : ATHOS Environnement, ARS Auvergne) 57
Tableau 14 : Liste des genres de cyanobactéries potentiellement toxiques 58
Tableau 15 : Nombre de prélèvements par saisons balnéaires de 2007 à 2013 (Source ARS Auvergne) 59
Tableau 16 : Concentrations en nutriments dans la zone de baignade du plan d'eau de Saint-Anthème (source : ATHOS Environnement) 64

Tableau 17 : Répartition des habitations en ANC sur les zones d'influence..... 74
Tableau 18 : Pourcentage de conformité des installations en ANC..... 74
Tableau 19 : Résultats d'analyses bactériologiques..... 99
Tableau 20 : Flux bactériologiques journaliers en provenance de l'assainissement autonome sur le bassin versant 101
Tableau 21 : Estimation des flux bactériologiques d'origine agricole sur les surfaces pâturées des zones rapprochée et immédiate..... 102
Tableau 22 : Estimation de la concentration bactériologique en cas de forte affluence sur la zone de baignade 105
Tableau 23 : Analyse de corrélation entre les paramètres microbiologiques et la pluviométrie du jour du prélèvement, de la veille, et de l'avant-veille pour la baignade plan d'eau de Saint-Anthème 114
Tableau 24 : Hiérarchisation des sources de pollution bactériologiques pour la baignade de Saint-Anthème .. 119
Tableau 25 : Estimation des flux de nutriments imputables au contexte de l'assainissement autonome..... 121
Tableau 26 : Estimation des flux de nutriments en provenance des activités agricoles 122
Tableau 27 : Estimation des coûts de protection des cours d'eau vis-à-vis du piétinement et du lessivage des pâturages sur les tronçons à risque 133
Tableau 28 : Estimation des coûts de protection de mise en place d'abreuvoirs déportés sur les pâturages à risque 134
Tableau 29 : Moyens d'actions proposés contre la présence de canards durant la saison de baignade..... 135

ANNEXES

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 entrainer 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 (T90[5]). 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).

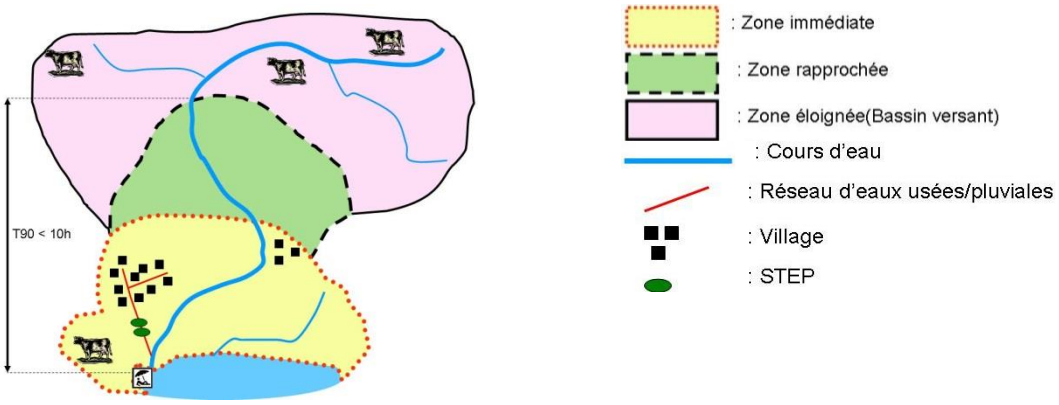


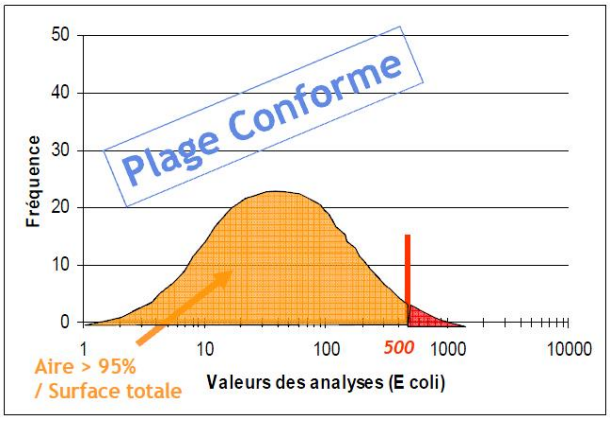
Figure 83 : Schéma théorique de la délimitation des zones d'étude

[5] 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 : OBTENTION DES PERCENTILES DE LA DIRECTIVE 2006/7/E

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.

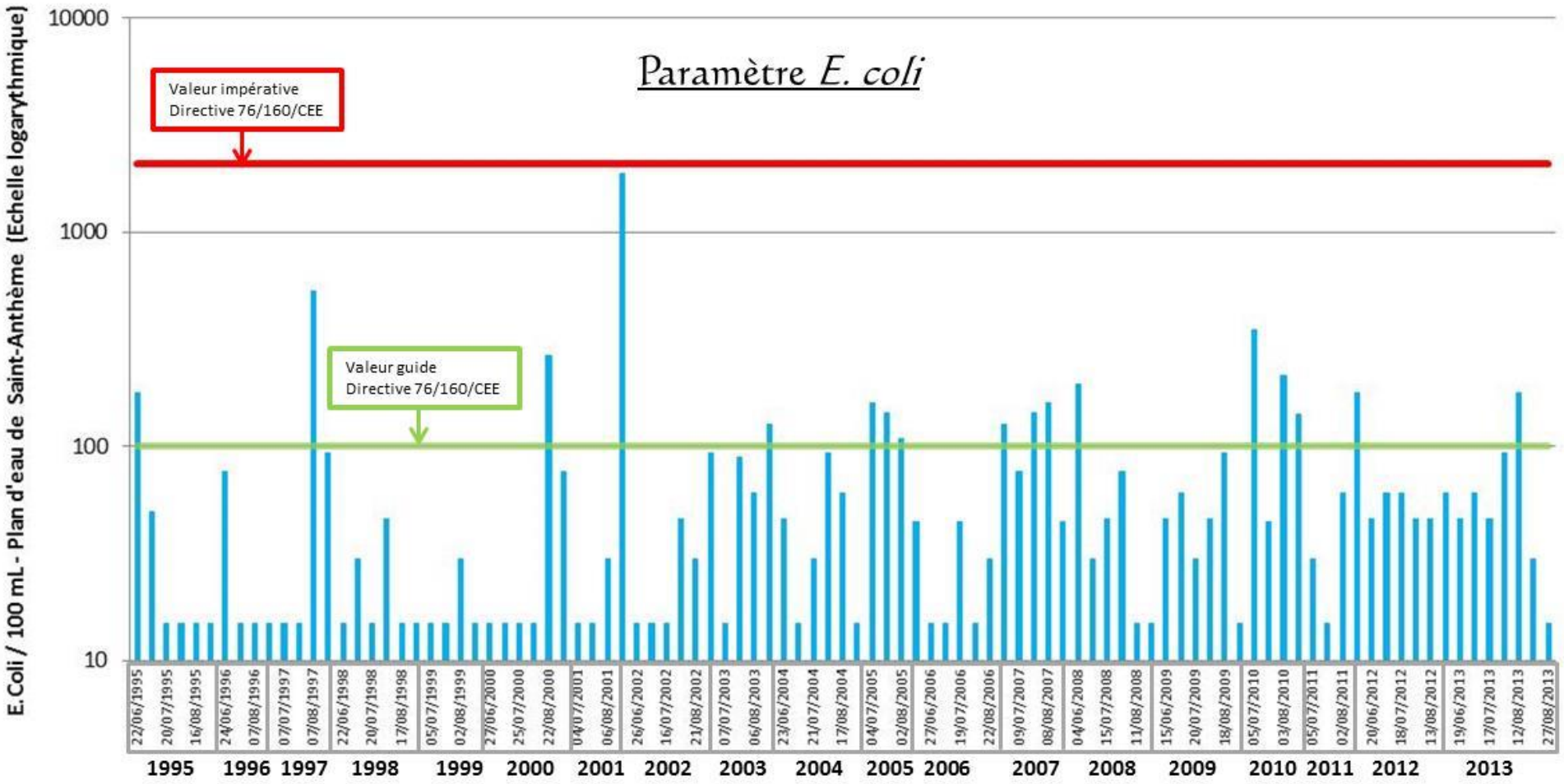


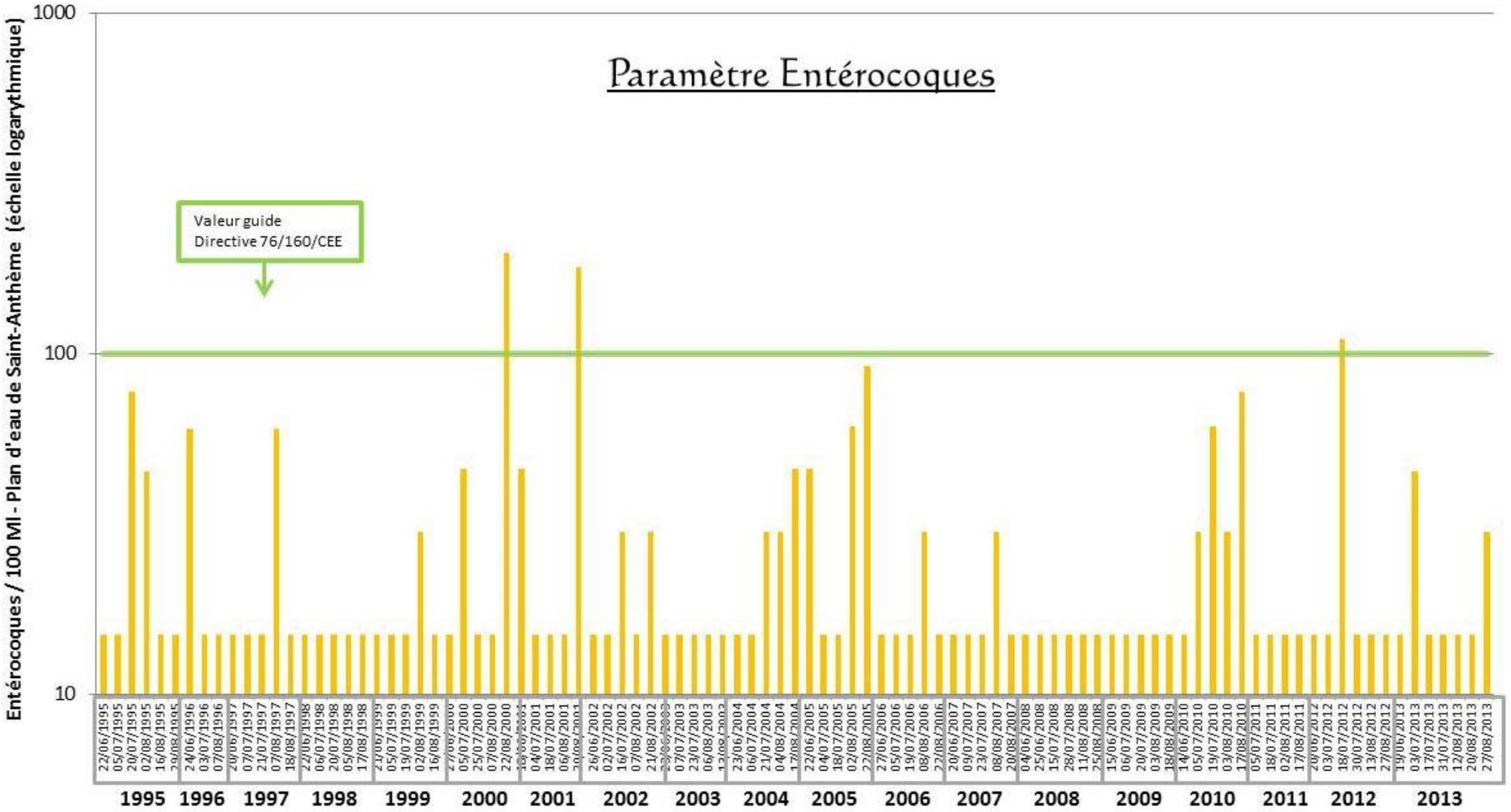
Graphique 1 : Illustration du percentile 95 pour Escherichia Coli (source ARS Auvergne délégation 63)

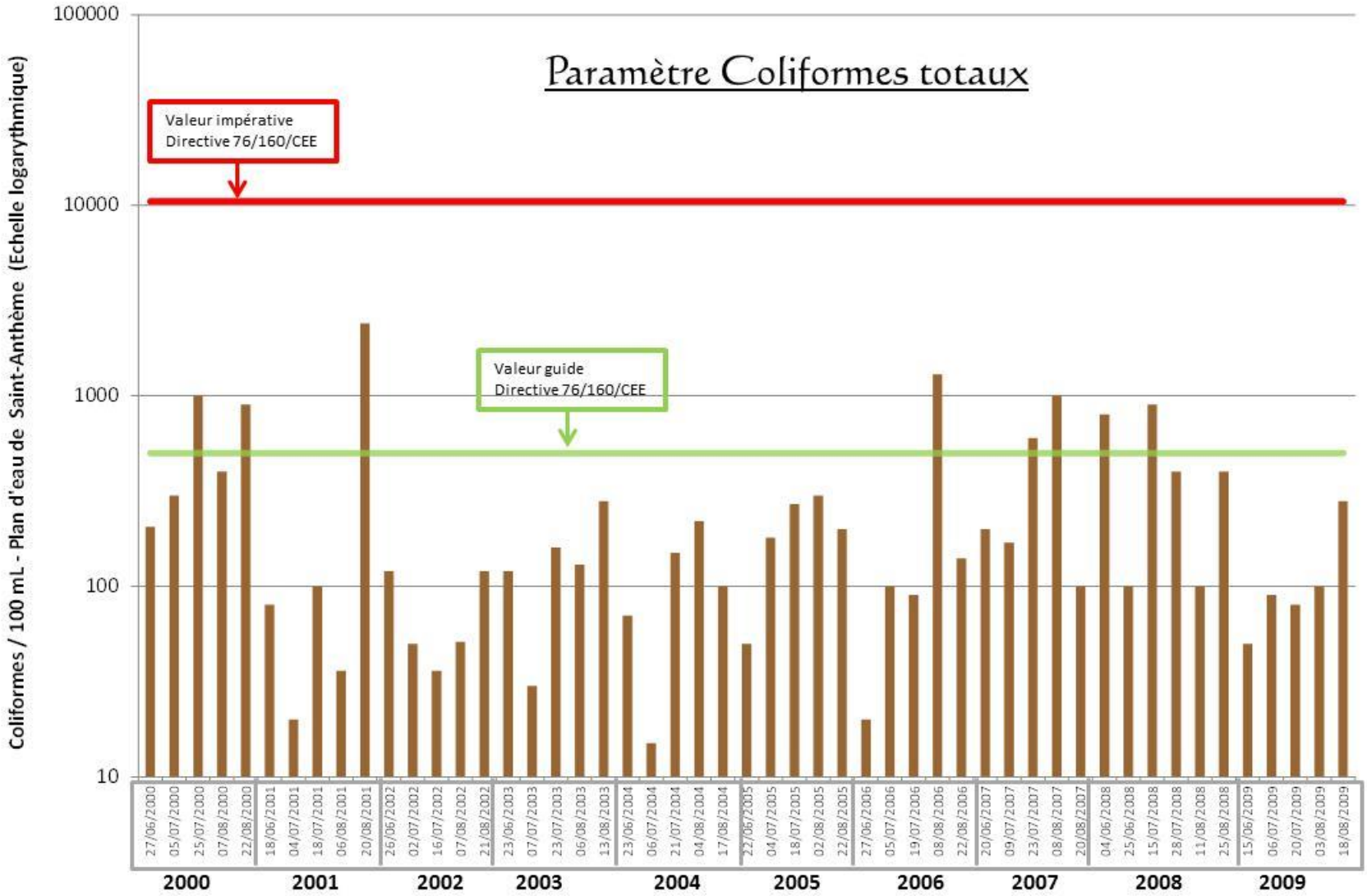
La valeur du percentile est calculée de la manière suivante (source annexe II directive 2006/7/CE):

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 : **90ème percentile supérieur = antilog (μ + 1,282 σ).**
5. La valeur au 95^{e} percentile supérieur de la fonction de densité de probabilité des données est tirée de l'équation suivante : **95ème percentile supérieur = antilog (μ + 1,65 σ).**

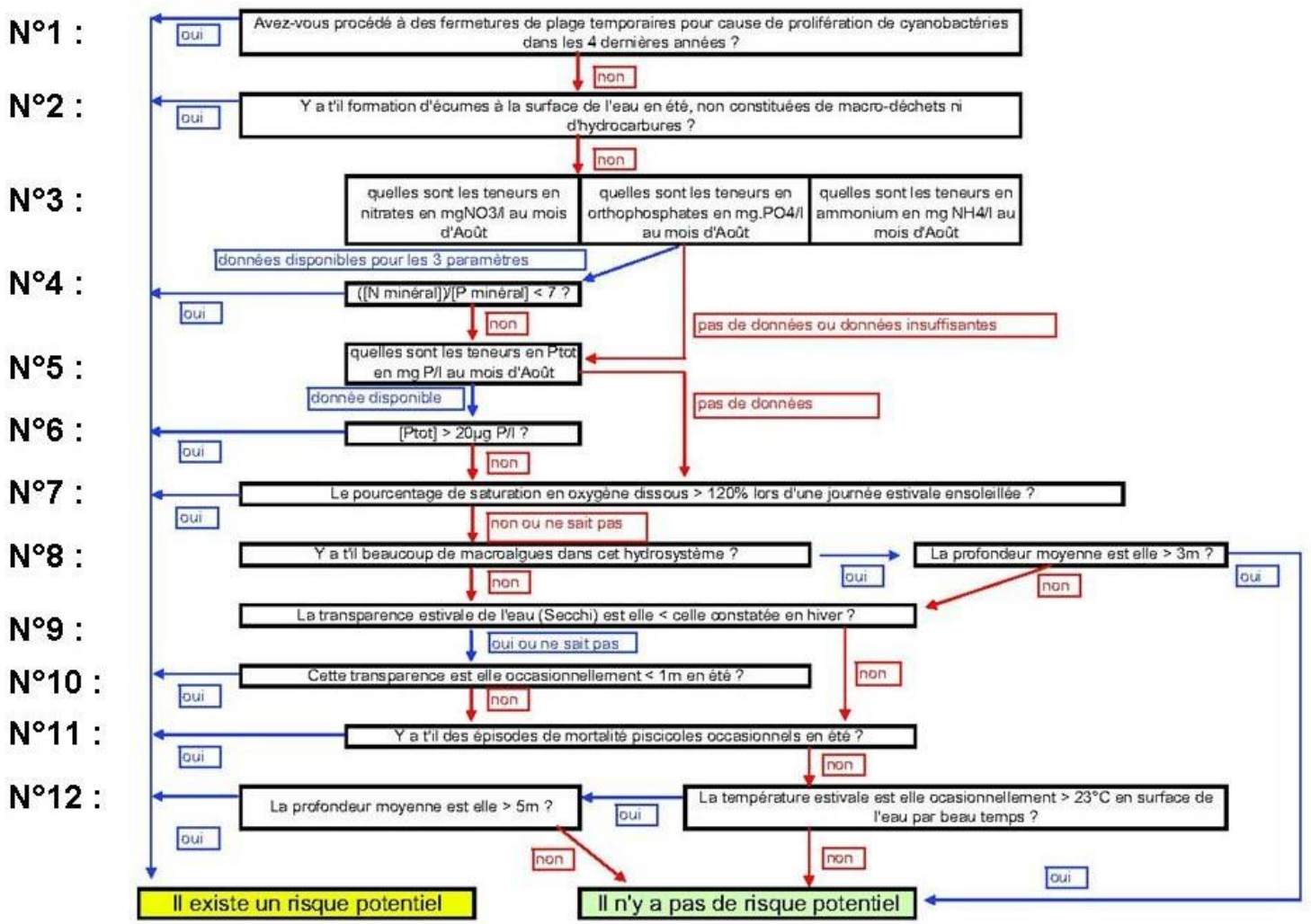
ANNEXE 3 : CHRONIQUE DES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES




Paramètre Entérocoques
Entérocoques / 100 Ml - Plan d'eau de Saint-Anthème (échelle logarythmique)
1000
100
10
Valeur guide
Directive 76/160/CEE
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013


Paramètre Coliformes totaux
Coliformes / 100 mL - Plan d'eau de Saint-Anthème (Echelle logarythmique)
Valeur impérative
Directive 76/160/CEE
Valeur guide
Directive 76/160/CEE
100000
10000
1000
100
10
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009

ANNEXE 4 : DIAGRAMME D'EVALUATION DU RISQUE DE PROLIFERATION DE CYANOBACTERIES (SOURCE : AELB)



ANNEXE 5 : ANALYSE DU RISQUE DE PROLIFERATION DE CYANOBACTERIES SUR LE PLAGE DU PLAN D'EAU DE SAINT-ANTHEME

N°	Paramètres	Valeur	Observations	Remarque	Sources
1	Fermetures	OUI	Vise à identifier la présence de cyanobactéries ayant conduit à la fermeture de la baignade au cours des 4 dernières années	Fermeture de la baignade en juillet 2012 et 2013	ARS 63 / Mairie de Saint-Anthème
2	Ecumes	OUI	Vise à identifier la formation de flocs en surface, révélateurs d'une prolifération avérée	Fermeture de la baignade en juillet 2012 et 2014	ARS 63 / Mairie de Saint-Anthème
3	[NO3]moy mg/l en août dans l'eau	ND	Vise à calculer le ratio [N minéral] / [P minéral] qui impact l'équilibre des peuplements phytoplanctoniques et peut indirectement favoriser certaines cyanobactéries		
	[PO4]moy mg/l en août dans l'eau	ND			
	[NH4]moy mg/l en août dans l'eau	ND			
4	Ratio [N minéral] / [P minéral] < 7	ND			
5	[Ptot] mg/l en août dans l'eau	ND			
6	[Ptot] > 20 µg/l dans l'eau	ND	Le Ptot accélère l'eutrophisation des eaux. La valeur seuil à été fixée à 20 µgP/l		
7	sat.en di-oxygène > 120 %	ND	Des pics de production photosynthétique entrainent des saturations supérieures à 100% (par rapport à l'atmosphère) dans l'eau, révélateur d'un pic de croissance phytoplanctonique.		
8	Beaucoup de macroalgues	NON	La présence en grande quantité de macroalgues en eau moyennement profonde ou profonde est un indicateur d'eutrophisation limitée	Aucune prolifération massive constatée et signalée	ARS 63 / Mairie de Saint-Anthème
9	Transparence estivale (Secchi) < Transparence hivernale	ND	La transparence peut être dépendante de nombreux facteurs, dont l'eutrophisation (la transparence de l'eau diminue en raison du grand nombre de cellules)	Absence de mesure de transparence en hiver	ARS 63
10	Transparence occasionnellement < 1 m	OUI		Occasionnellement < 1 m en saison estivale	
11	Episodes de mortalité piscicole	NON	L'eutrophisation avancée peu conduire à des épisodes de mortalité piscicole (consommation d'oxygène ou libération de toxines)	Aucune mortalité piscicole n'a été signalée	Mairie de Saint-Anthème
12	Température estivale > 23°C	ND	Permet de déterminer les risques de stratifications verticale qui favorisent indirectement la prolifération de certaines cyanobactéries (relargage de nutriments en conditions d'anoxie)		
	Profondeur moyenne (m)	1m			

ND = Non déterminé

Risque AVERE

ANNEXE 6 : FICHE « SURVEILLANCE DE LA BAIGNADE »

FICHE DE SURVEILLANCE QUOTIDIENNE DE LA BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE SAINT ANTHEME	Date :

Nom de la personne responsable :			
Signalisation en place :	☐ OUI	☐ NON	Couleur du drapeau pour l'ouverture: ☐ Vert ☐ Orange ☐ Rouge
Heure d'ouverture baignade :			

INSPECTION GLOBALE (TOUR DU PLAN D'EAU ET DE LA ZONE DE BAIGNADE):

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,....)* :		
Présence 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 > 100 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)* : .....
.....

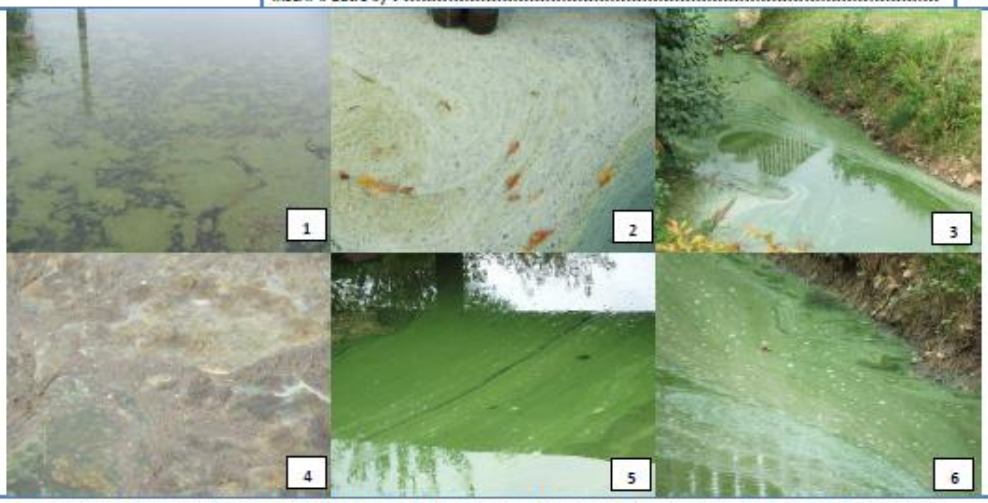
Température :	
OUVERTURE : .....°C	FERMETURE : .....°C

1/2

Vent :

OUVERTURE :		FERMETURE :
☐ Absence ☐ Légère brise ☐ Vent soutenu ☐ Vent violent en rafales Direction des vents :.....		☐ Absence ☐ Légère brise ☐ Vent soutenu ☐ Vent violent en rafales Direction des vents :.....

L'EAU DE BAIGNADE :	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 inscrir « 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 ou subit une variation > 2 unité dans la journée, 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,...) :

2/2

ANNEXE 7 : FICHE « INFORMATION FERMETURE DE LA BAIGNADE »



ANNEXE 8 : 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 anticipée ou non) :	
Indicateur(s) retenu(s) : *Uniquement en cas de pollution anticipée*	

INFORMATION DU PUBLIC	
Références de l'arrêté (copie jointe) :	
Date et heure d'affichage :	
Lieux d'affichage :	

INFORMATION DES AUTORITES SANNITAIRES	
Heure d'envoie à l'ARS :	
Mode de transmission :	
Coordonnées du bureau des risques sanitaires de l'ARS du puy de Dôme :	

ANALYSES BACTERIOLOGIQUES			
Laboratoire contacté :			
Statut de l'analyse :	☐ OBLIGATOIRE		☐ FACULTATIVE
Date et 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 :		

GESTION D'UNE POLLUTION : Annexe en cas de non-conformité des premières analyses bactériologiques	Fiche n°

ANALYSES BACTERIOLOGIQUES			
Laboratoire contacté :			
Statut de l'analyse :	☐ OBLIGATOIRE		☐ FACULTATIVE
Date et 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 :		