



Février 2013

PROFIL DE BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE LA TOUR - COMMUNE DE LA CHAISE-DIEU



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 la Chaise-Dieu
INTERLOCUTEUR PRINCIPAL :	Monsieur Le Maire, Monsieur Pascal Perrin
TITRE :	Profil baignade du Plan d'eau de la Tour
MOTS-CLES :	Profil baignade, Plan d'eau de la Tour, <i>Escherichia Coli</i> , Entérocoques intestinaux, cyanobactéries, qualité d'eau, Directive 2006/7/CE, Directive 76/160/CEE, Circulaire DGS SD 7, ARS de la Haute-Loire
DATE D'EDITION :	Février 2013
STATUT :	Rapport final
NOMBRE DE PAGES (+ ANNEXES) :	131(+14)
AUTEUR :	Marie-Eve MAUDUIT
VERIFICATION :	Magalie SKALJAC, Romain GUIHENEUF, Antoine THOUVENOT
APPROBATION :	Antoine THOUVENOT
TRAVAIL DE LABORATOIRE ET DE TERRAIN :	Magalie SKALJAC, Antoine THOUVENOT, Romain GUIHENEUF, Marie-Eve MAUDUIT
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	CONTEXTE GENERAL	12
2.1	Présentation de la zone de baignade	12
2.2	Usages du plan d'eau	15
3	DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE	15
3.1	Contexte géographique	15
3.2	Contexte hydrographique	16
3.2.1	Bassin versant général	16
3.2.2	Bassin versant du plan d'eau de la Tour	18
3.2.3	Zone d'influence	20
4	CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES	22
4.1	Géologie	22
4.2	Topographie et sensibilité au ruissellement	24
4.3	Hydrographie	25
5	OCCUPATION DU SOL	29
6	CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES ET CLIMATIQUES	31
6.1	Contexte climatique	31
6.1.1	Pluviométrie	32
6.1.2	Vent	34
6.2	Caractéristiques du plan d'eau – Déplacement des masses d'eau	36
6.2.1	Description du plan d'eau	36
6.2.2	Statut juridique du plan d'eau	37
6.2.3	Gestion actuelle du plan d'eau	37
6.2.1	Circulation générale	39
7	CONTEXTE DEMOGRAPHIQUE ET ECONOMIQUE	39
7.1	Population et habitat	40
7.2	Capacité d'accueil	41
7.3	Activités	43
7.3.1	Activités socio-économiques	43
7.3.2	Activités agricoles	43
8	ETUDE DE LA QUALITE DU MILIEU AQUATIQUE	44
8.1	Pré-requis sur les méthodes d'évaluation de la qualité de l'eau de baignade	44
8.1.1	Directive 76/160/CEE	45

8.1.2	Directive 2006/7/CE.....	46
8.2	Historique de la qualité bactériologique de l'eau de baignade du plan d'eau de la Tour.....	48
8.2.1	<i>Selon la Directive 76/160/CEE.....</i>	<i>48</i>
8.2.2	<i>Selon la directive 2006/7/CE.....</i>	<i>49</i>
8.2.3	<i>Tendance et évolution de la qualité de l'eau de baignade.....</i>	<i>51</i>
8.3	Transparence de l'eau	52
8.4	Episodes de prolifération phytoplanctonique.....	53
8.4.1	<i>Qu'est-ce qu'une cyanobactérie ?</i>	<i>55</i>
8.4.2	<i>Pourquoi peuvent-elles se développer si abondamment ?</i>	<i>55</i>
8.4.3	<i>Risques sanitaires</i>	<i>56</i>
8.4.4	<i>Estimation du risque potentiel de prolifération de cyanobactéries.....</i>	<i>58</i>
8.4.5	<i>Analyse des données existantes</i>	<i>58</i>
8.5	Qualité physico-chimique de l'hydrosystème.....	63
8.5.1	<i>Qualité physico chimique de l'eau de baignade.....</i>	<i>64</i>
8.5.2	<i>Qualité physico chimique des affluents</i>	<i>64</i>
8.6	Episodes de prolifération de macro-algues.....	67
8.6.1	<i>Risque sanitaire</i>	<i>67</i>
8.6.2	<i>Risque sur la baignade du plan d'eau de la Tour.....</i>	<i>67</i>
9	INVENTAIRE DES SOURCES DE POLLUTION.....	68
9.1	Ecoulements naturels	69
9.2	Contexte de l'assainissement.....	70
9.2.1	<i>Assainissement collectif.....</i>	<i>70</i>
9.2.2	<i>Assainissement non collectif (ANC)</i>	<i>73</i>
9.3	Les eaux pluviales	73
9.4	Les activités agricoles.....	75
9.5	Les exploitations forestières	78
9.6	Sources potentielles de pollutions ponctuelles et/ou accidentelles.....	79
9.7	Conditions d'accès des animaux à la plage.....	79
9.7.1	<i>Les animaux domestiques</i>	<i>79</i>
9.7.2	<i>La faune sauvage</i>	<i>79</i>
9.8	Pêche et population piscicole	83
9.8.1	<i>Pollution d'origine halieutique</i>	<i>83</i>
10.2.2	<i>Gestion piscicole et qualité de l'eau.....</i>	<i>84</i>
9.9	Baignade	84
9.10	Macro-déchets.....	84
10	SYNTHESE DES SOURCES DE POLLUTIONS POTENTIELLES SUR LA Baignade du plan d'eau de la Tour	85
10.1	Cartographie des sources potentielles de pollution.....	87
	PHASE 2 : DIAGNOSTIC.....	89
11	CARACTERISATION DES SOURCES DE POLLUTION BACTERIOLOGIQUES.....	90

11.1	Ecoulements naturels	90
11.2	Assainissement collectif	91
11.3	Assainissement non collectif	92
11.4	Les eaux pluviales	92
11.5	Agriculture	93
11.5.1	Pâturage	93
11.5.2	Les pratiques agricoles	94
11.6	Sources de pollution ponctuelles et/ou accidentelles	94
11.6.1	Risques de contamination par les animaux	94
11.6.2	La baignade	95
12	INTERPRETATION RETROSPECTIVE DES DONNEES HISTORIQUES	97
12.1	Notion de pollution à court terme	97
12.2	Définition d'indicateurs de contamination	99
12.2.1	Définition d'un seuil d'alerte pluviométrique	101
13	HIERARCHISATION DES SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES	103
14	IDENTIFICATION DES CAUSES PROBABLES DE DEVELOPPEMENT DES CYANOBACTERIES	106
15	PROPOSITION DE PLANS D'ACTION	108
15.1	Propositions d'actions de réduction des pollutions bactériologiques	108
15.1.1	Installation d'une station météo	108
15.1.2	Réduction des contaminations liées au débordement du poste de relèvement	108
15.1.3	Réduction des apports polluants vers la Senouire	109
15.2	Propositions d'actions pour la réduction des proliférations de cyanobactéries 113	
15.2.1	Actions sur la charge externe en nutriments	113
15.2.2	Actions sur la charge interne en nutriments	113
15.3	Propositions d'actions pour la réduction des risques de contamination par les animaux	113
15.3.1	Risque de dermatite du baigneur	113
15.3.2	Risque de leptospirose	114
16	SYNTHESE DES ACTIONS A MENER	114
17	PROPOSITION DE GESTION DE LA BAIGNADE	116
18	MESURES DE GESTION ACTIVE	117
18.1	Risque bactériologique	117
18.1.1	Procédure de gestion d'une pollution à court terme anticipée	117
18.1.2	Procédure de gestion d'une pollution à court terme non anticipée	118
18.2	Risque Cyanobactéries	122
18.2.1	Surveillance sur la plage, formation des maîtres-nageurs	122
18.3	Communication, information du public	125
18.3.1	Affichage des comptes rendus d'analyse	125
19	MISE A JOUR DU PROFIL BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE LA TOUR	126
20	LISTE DES FIGURES	129

21	LISTE DES TABLEAUX	131
	ANNEXES	132

1 CONTEXTE GENERAL

La commune de la Chaise-Dieu est située dans le nord du département de la Haute-Loire, à la frontière avec le département du Puy-de-Dôme. Nichée au cœur du Parc Naturel Régional Livradois-Forez, cette commune rurale comptabilise 806 habitants.

Le plan d'eau artificiel de la Tour, situé au nord-est du bourg constitue un des attraits touristiques de la commune. Il résulte du barrage de la Senouire, affluent de l'Allier en rive droite. Les aménagements de la base de loisirs permettent aux usagers de se baigner et de faire du pédalo.

La zone de baignade est implantée dans la partie Est du plan d'eau et fait l'objet d'un suivi dans le cadre du contrôle sanitaire porté par l'Agence Régionale de Santé (ARS), délégation de la Haute-Loire.

L'élaboration du profil baignade du plan d'eau de la Tour a été confiée au bureau d'étude ATHOS Environnement. Ce profil a pour objectif de répondre aux exigences de la nouvelle directive de 2006 (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 la Chaise-Dieu 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 la Chaise-Dieu, les cyanobactéries sont dénombrées depuis 2005.

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 »** : **Hierarchisation 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.

La simulation du classement de l'eau de baignade sur le plan d'eau de la Tour selon la Directive 2006/7/CE est présentée dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Classement et simulation de classement de la qualité de l'eau de baignade sur le plan d'eau de la Tour (ARS délégation 43)

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

Classe A : « bonne qualité »

Classe B : « qualité moyenne »

Directive 2006 / 7 / CE - Qualité de l'eau de baignade du plan d'eau de la Tour												
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
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** » (A) selon la Directive 76/160/CEE. Les simulations effectuées sur les 13 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) ne mettent pas en évidence des proliférations avérées (seulement 4% des analyses sont supérieures au seuil des 100 000 cell/ml.)

UN PROFIL DE TYPE 1 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 CONTEXTE GENERAL

2.1 Présentation de la zone de baignade

La zone de baignade, délimitée par des lignes d'eau flottantes, est située à l'Est du plan d'eau de la Tour (Figure 1). Son substrat est sableux.



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

La baignade n'est pas actuellement pas surveillée sur le plan d'eau.

Un panneau d'information est présent sur la plage. Les comptes rendus d'analyse de l'Agence Régionale de Santé y sont affichées ainsi que les arrêtés municipaux interdisant l'accès des animaux et des deux-roues sur la zone de baignade.



*Figure 2 : Panneau d'information sur la plage du plan d'eau de la Tour
(Source : ATHOS Environnement 2012)*

En ce qui concerne la **collecte des déchets**, des poubelles sont équitablement réparties le long du sentier longeant le plan d'eau, et autour de la zone de baignade. Elles sont vidées deux fois par semaine en saison estivale.

La fréquentation de la zone de baignade n'est actuellement pas comptabilisée. Elle est bien évidemment très fluctuante en fonction de la météo et on estime que certains jours de beaux temps au mois d'août, **la fréquentation peut atteindre une centaine de personnes.**

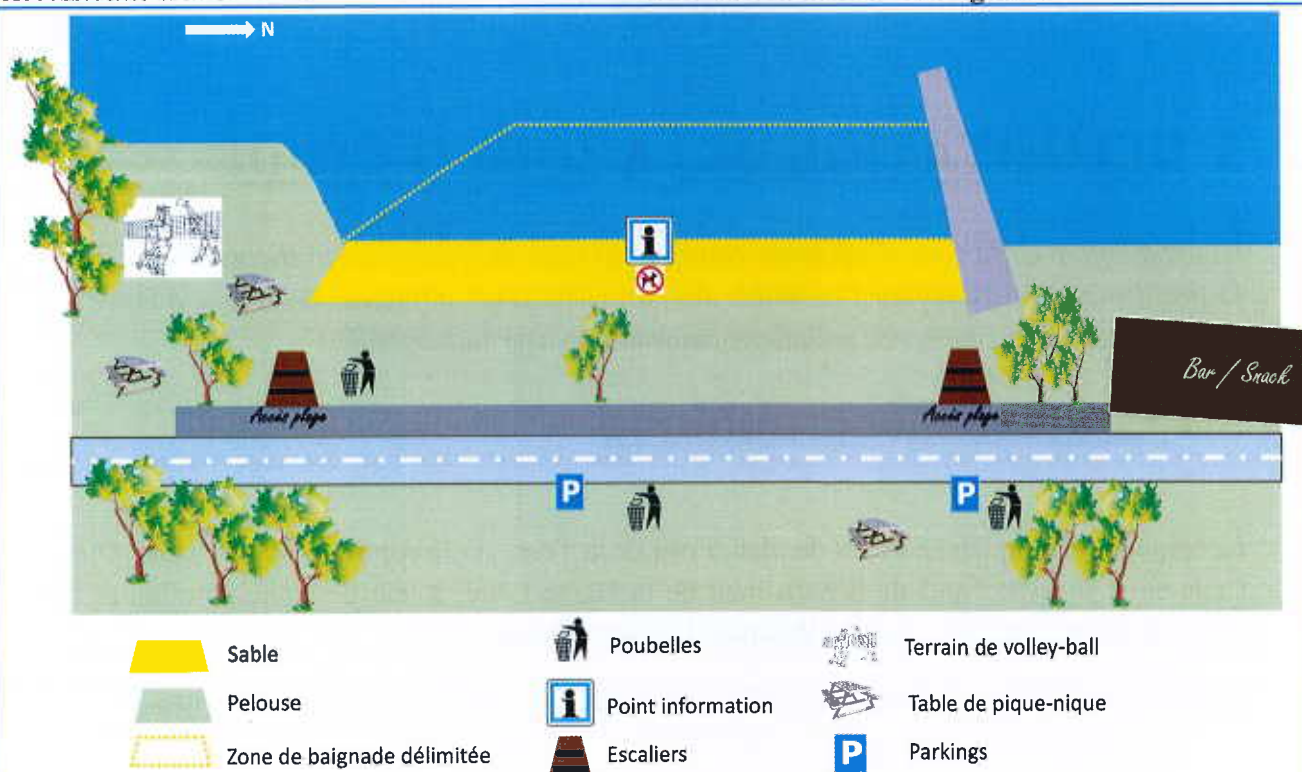
Le tableau suivant, synthétise l'ensemble des informations concernant la baignade.

Région : AUVERGNE
Département : HAUTE-LOIRE (43)
Commune : LA CHAISE-DIEU (code INSEE : 43048)
Nom de la zone de baignade : PLAN D'EAU DE LA TOUR
Code UE / PSV : 272301018D043055
Gestionnaire : Mairie de la Chaise-Dieu

Type : Eau douce
Nature : Sable
Longueur : 70 m
Largeur : 30 m
Hauteur d'eau moyenne : 0,6 m
Hauteur d'eau maximale : 1,2 m
Berge : Pelouse et sable



Dates de la saison balnéaire :	Variable (de Mai à Septembre)	
Localisation du point DDASS (L93) :	X= 755439	Y= 6470867
Surveillance :	Non assurée	
Nombre de Maître-Nageur Sauveteur (MNS) :	0	
Equipements :		
Poste de secours :	Non	
Eau potable :	Non	
Douche :	Non	
Toilette :	Non	
Poubelles :	Oui	
Accessibilité personnes à mobilité réduite :	Non	
Autres activités sur le plan d'eau :	Pédalos	
Fréquentation moyenne / maximale par jour :	Non estimé	
Accessibilité aux animaux :	Interdits sur la zone de baignade	



2.2 Usages du plan d'eau

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

Le plan d'eau de la Tour offre la possibilité de se baigner (uniquement dans la zone délimitée), de pêcher et de faire du pédalo. Un village vacances ainsi qu'un camping constituent des points d'accueil pour les usagers. Une aire de pique-nique et un terrain de volley-ball ont été aménagés autour de la zone de baignade.



Figure 3 : Photographies des différents aménagements autour du plan d'eau (Source : ATHOS Environnement 2012)

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 à l'est du plan d'eau de la Tour, sur la commune de la Chaise-Dieu. Celle-ci se situe au Nord du département de la Haute-Loire, à une trentaine de minutes de Brioude, au cœur du Parc Naturel Régional Livradois-Forez.

Elle fait partie de l'arrondissement de Brioude et du canton de la Chaise-Dieu (chef-lieu).

Avec dix autres communes (Berbezit, Bonneval, la Chapelle-Geneste, Cistrières, Connangles, Félines, Laval-sur-Doulon, Malvières, Saint-Pal-de-Senouire et Sembadel), la commune de la Chaise-Dieu fait partie de la **Communauté de Communes du plateau de la Chaise-Dieu**.



Figure 4 : Localisation de la commune de la Chaise-Dieu (Source : Géoportail)

3.2 Contexte hydrographique

3.2.1 Bassin versant général

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.

La commune de la Chaise-Dieu se situe sur le **bassin de la Loire** (Agence de l'eau Loire-Bretagne).

Le plan d'eau de la Tour est implanté sur le lit de la rivière Senouire, affluent en rive droite de l'Allier (Figure 5).

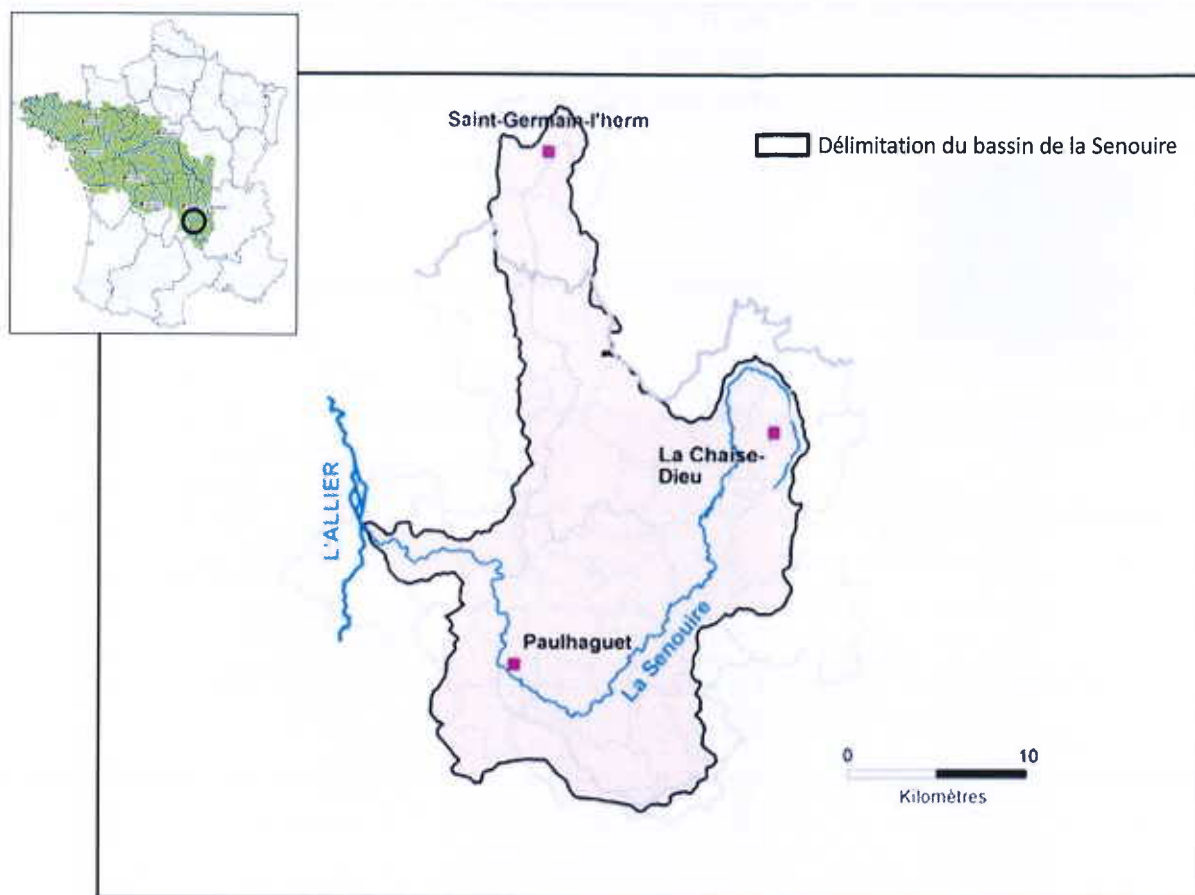


Figure 5 : Présentation du bassin versant de la Senouire (Source : ODE 43)

D'une longueur de 63.2 km, la Senouire prend sa source dans les Monts du Livradois sur la commune de Sembadel et conflue avec l'Allier au niveau de la ville de Fontannes, à proximité de Brioude. Une station de mesures hydrologiques sur la Senouire est présente à Paulhaguet. La figure suivante en présente les principales caractéristiques.

Nom de la station	Senouire à Paulhaguet (la Fridière)
Code de la station	K2363010
Surface du bassin versant (km ²)	155
Date de mise en service	1er janvier 1923

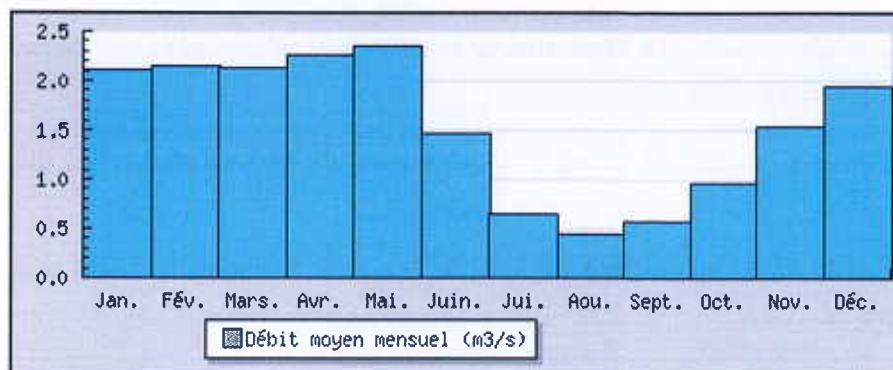


Figure 6 : Présentation des caractéristiques de la rivière Senouire à la station de Paulhaguet (Source : Banque hydro)

3.2.2 Bassin versant du plan d'eau de la Tour

Le bassin versant du plan d'eau de la Tour couvre une superficie de **844,7 hectares** (Figure 7).

Quatre communes disposent d'un territoire sur le bassin versant du plan d'eau. Il s'agit de la Chaise-Dieu, Sembadel, Bonneval et Malvières (Tableau 3).

Tableau 3 : Répartition surfacique communale sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour (Source INSEE)

Commune	Surface sur le bassin versant (en hectares)	Surface sur le bassin versant (en %)
La Chaise-Dieu	449,5	53,2
Sembadel	191,9	22,7
Bonneval	121,8	14,4
Malvières	81,5	9,7

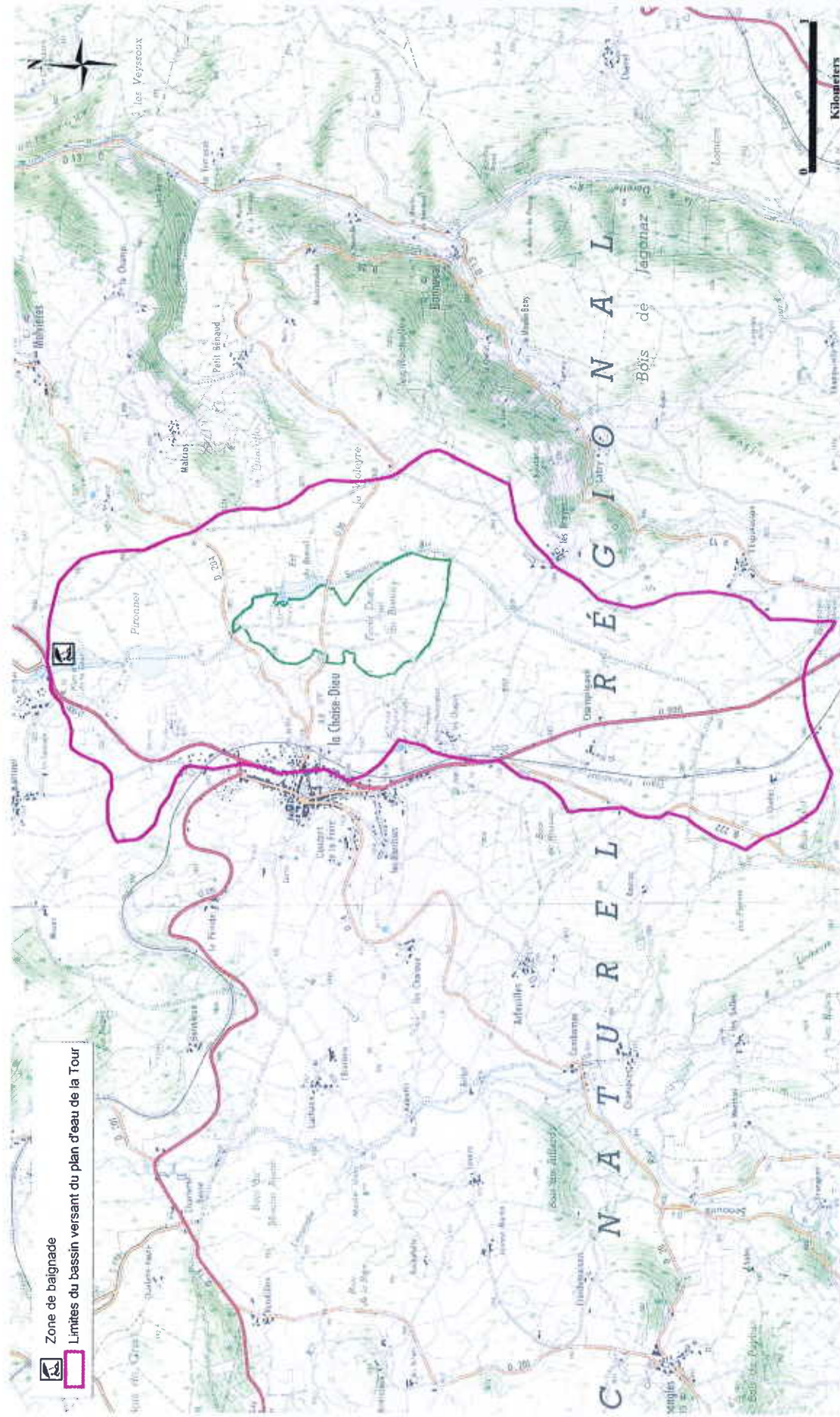


Figure 7 : Bassin versant d'alimentation du plan d'eau de la Chaise-Dieu (Source : IGN-CRAIG)

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. On estime ainsi qu'au bout de 10h, l'abattement bactérien est suffisamment important et ne présente plus de risque majeur pour la baignade.*

L'objectif de ce zonage est d'élaborer une codification des sources de pollution et permettre ainsi la priorisation des actions. L'estimation des temps de transfert sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour doit tenir compte des temps de séjour de l'eau dans les étangs en amont. Pour que le temps de séjour dans l'étang du Pironnet soit inférieur ou égal au T90 (soit 10h), le débit d'entrée doit être au minimum de $1\text{ m}^3/\text{s}$. Or, le débit de pointe d'entrée à l'étang, calculé pour une pluie de 20 mm/j est de $0.52\text{ m}^3/\text{s}$, ce qui est environ deux fois moins. **Le temps de séjour dans l'étang du Pironnet n'est donc qu'exceptionnellement supérieur à 10h.**

Ainsi, deux zones d'influence ont été définies (Figure 8):

- Une **zone immédiate**, incluant 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 éloignée**, 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 azote).

Deux zones d'influence peuvent être définies de prime abord : une zone immédiate, qui correspond aux abords du plan d'eau, et une zone éloignée correspondant au bassin versant de l'étang du Pironnet.

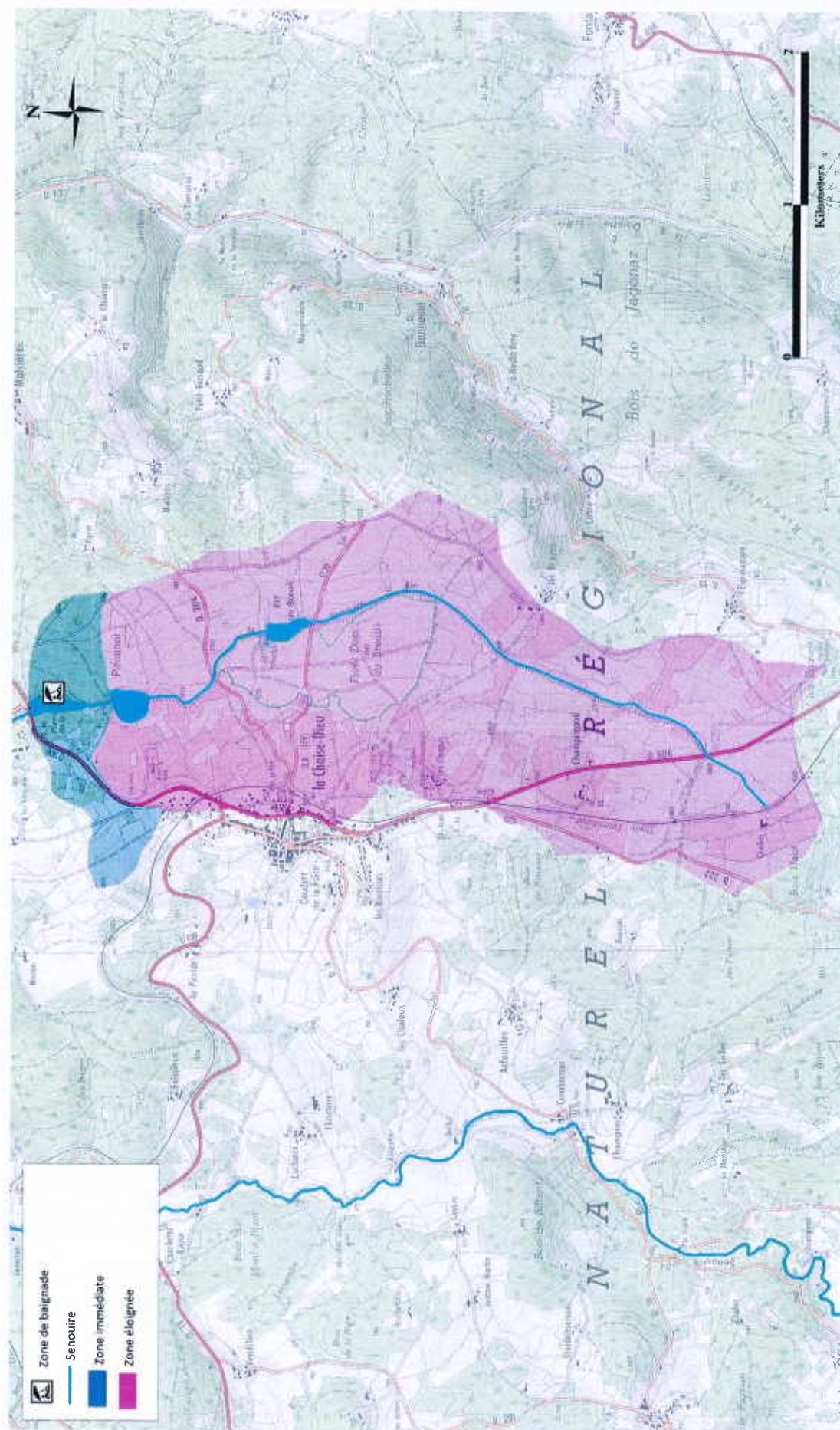


Figure 8 : Délimitation des zones d'influence du plan d'eau de la Tour (CRAIG, ATHOS Environnement)

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 la Tour sont essentiellement composés de roches granitiques (granites porphyroïdes) et de formations remaniées de fond de vallon (Figure 9).

Ces types de sol sont majoritairement imperméables et favorisent le ruissellement. Toutefois, la fracturation locale des terrains peut engendrer des circulations d'eau souterraines.

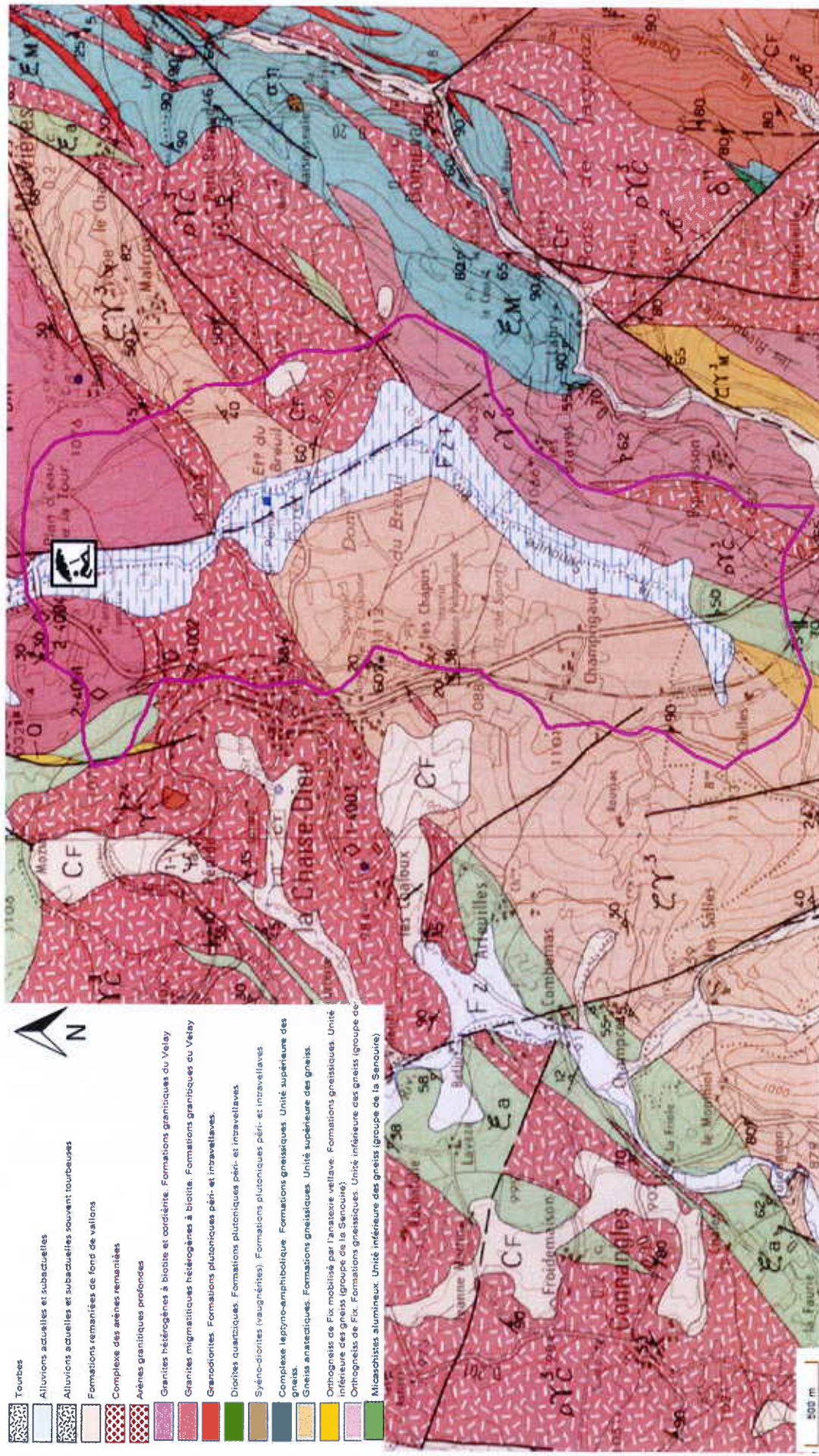


Figure 9 : Carte géologique du bassin versant du plan d'eau de la Tour (Source : BRGM, ATHOS Environnement 2012)

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 sur le bassin versant est de l'ordre de 2%, l'altitude variant de 1 123m sur les hauteurs du bassin versant à 1 010m au niveau du plan d'eau (Figure 10). Le relief est donc assez peu prononcé sur la zone d'étude.

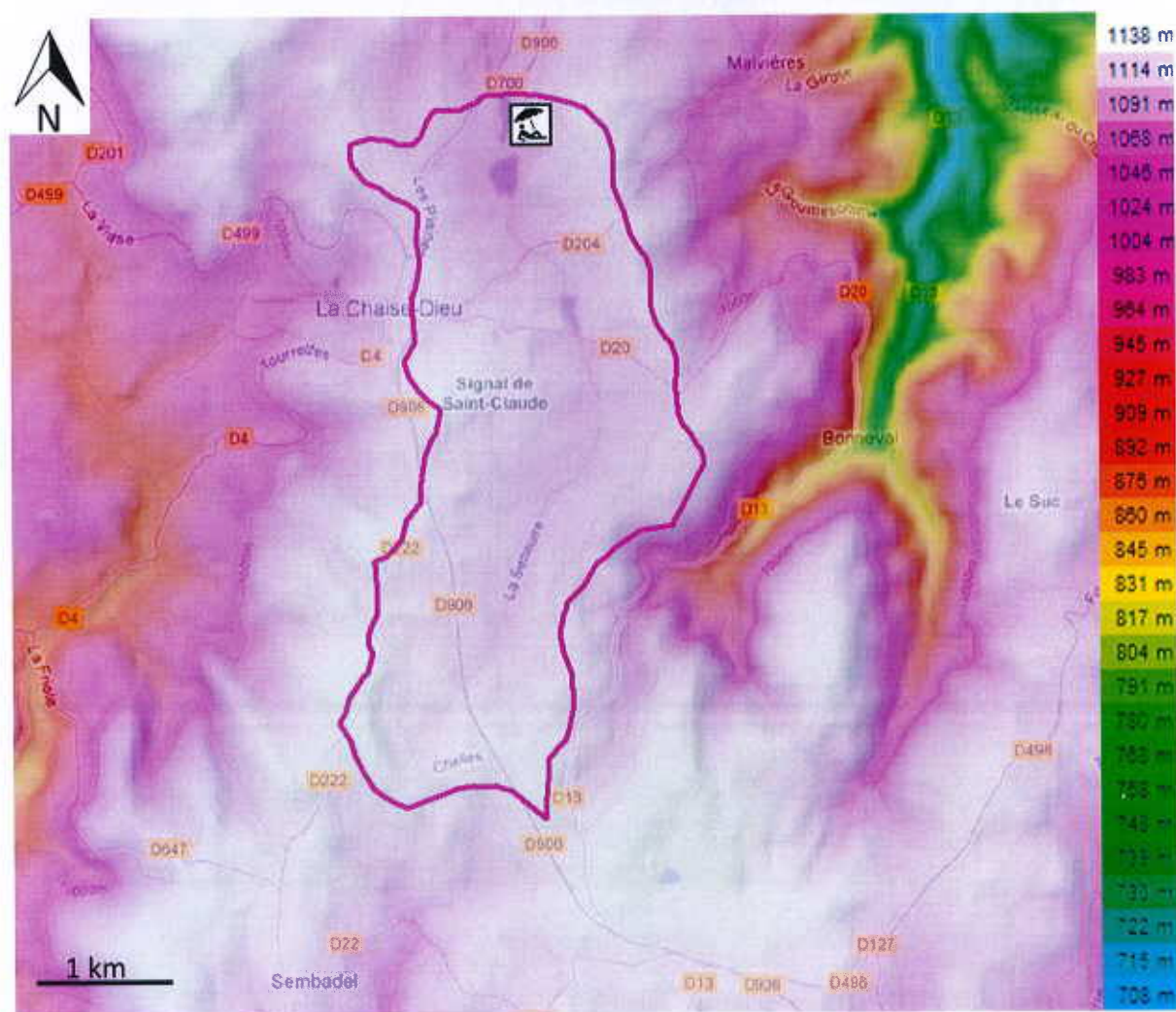


Figure 10 : Topographie du bassin versant du plan d'eau de la Tour (Source : <http://www.cartes-topographiques.fr>)

4.3 Hydrographie

Le plan d'eau de la Tour est principalement alimenté par la rivière Senouire, qui l'alimente dans sa partie Sud. Le 13 juillet 2012, le débit entrant dans le plan d'eau de la Tour était de 45 l/s.

Avant de se jeter dans le plan d'eau, la Senouire traverse deux étangs (Figure 11).

Figure 11 : Localisation des étangs en amont du plan d'eau de la Tour (Source : Géoportail)



- ✓ **L'étang du Breuil**, premier des trois plans d'eau, occupe une superficie de 2,3 hectares pour un volume de 30 000 m³ maximum. Il a été mis en eau dans les années cinquante. Seule la pêche y est autorisée, le canotage et la baignade sont prohibés. Cet étang est classé en 1^{er} catégorie piscicole et la réglementation de la pêche est spécifique. Cet étang est destiné à l'alimentation en eau potable de la commune de la Chaise-Dieu. Une station de traitement de l'eau, construite en 1954, est présente à l'aval immédiat de la digue (Figure 12).



Figure 12 : Illustration des aménagements sur l'étang du Breuil (ATHOS Environnement 2012)

Un dossier d'enquête publique sur la protection et l'autorisation des captages d'eau a été réalisé en mars 2008 et délimite les périmètres de protection autour de l'étang du Breuil. Le périmètre de protection immédiat correspond à l'usine de traitement et une partie de la digue de l'étang du Breuil. Le périmètre de protection rapprochée inclue l'étang, une bande de terrains de part et d'autre de l'étang ainsi qu'une bande de terrains de part et d'autre de la Senouire sur une distance de 1 500 m. La limite amont correspond au chemin communal 5 de la Chaise-Dieu aux Brayes (Figure 13).

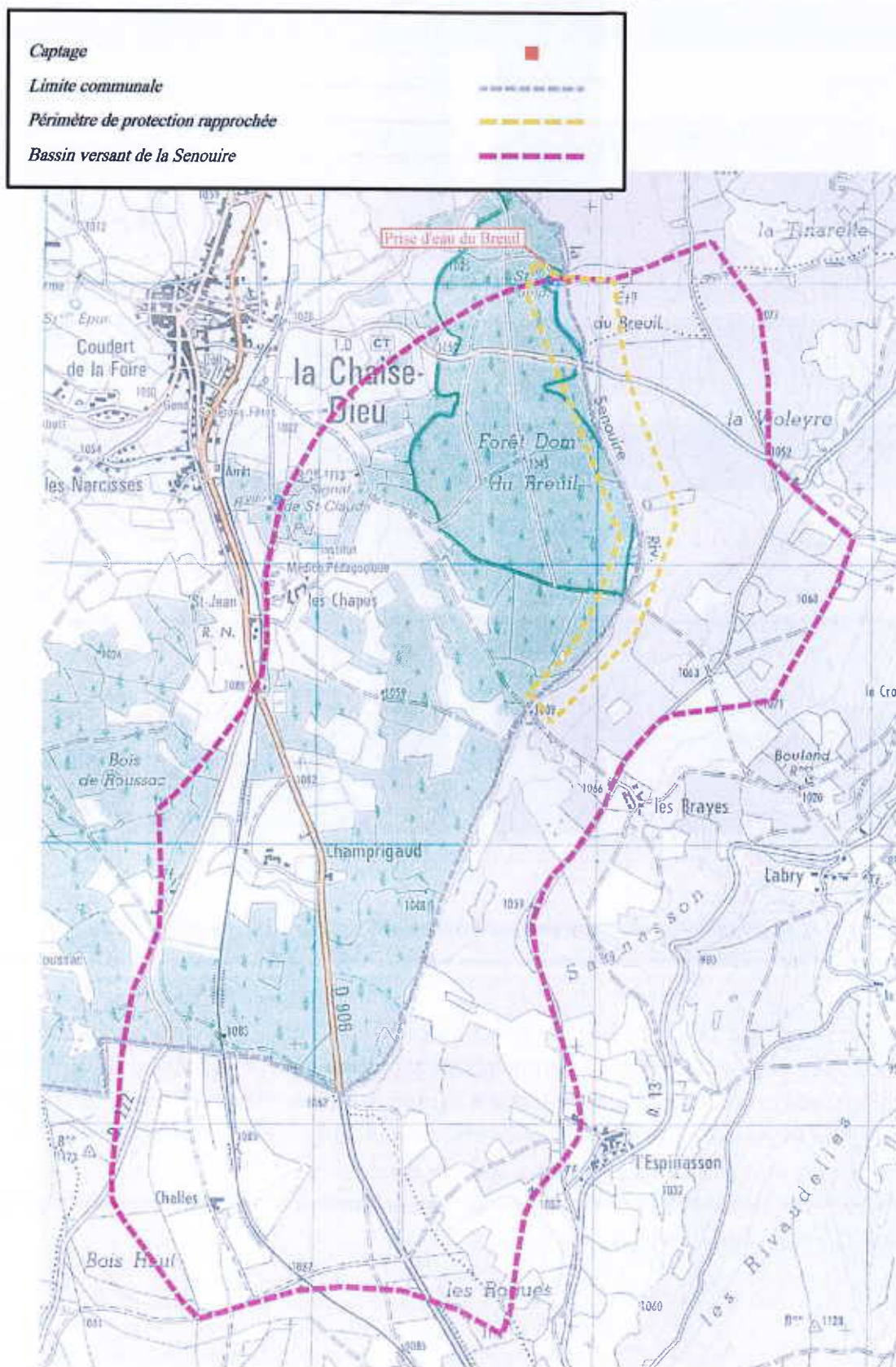


Figure 13 : Délimitation des périmètres de protection des captages d'eau sur l'étang du Breuil (Source : EDACERE, 2008)

- ✓ **L'étang du Pironnet**, qui occupe une surface de 4 hectares, est situé à l'aval de l'étang du Breuil (Figure 14). Sans existence légale, cet étang a été mis en eau dans l'urgence en 1983 pour stocker l'eau nécessaire à l'arrosage des grumes (tronc d'arbre avec écorces dont l'arrosage permet de conserver la qualité sur des périodes plus ou moins longues). Aucun règlement spécifique concernant la pêche n'est imposé. Cet étang, d'une faible profondeur (0.9m en moyenne) est progressivement en train de se combler.



Figure 14 : Photographie de l'étang du Pironnet (Source : ATHOS Environnement, 2012)

Le plan d'eau est également **alimenté par deux sources, une débouchant à proximité du terrain de volley-ball et l'autre sur la berge opposée. Deux buses pluviales immergées** sont aussi présentes et rejettent les eaux de ruissellement du parking à **proximité de la zone de baignade** (Figure 15).

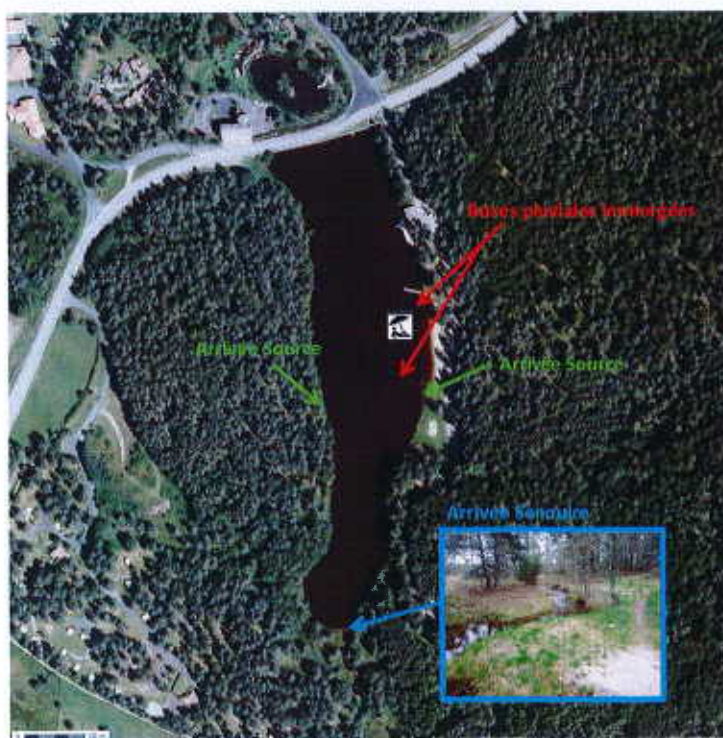


Figure 15 : Localisation des différents tributaires alimentant le plan d'eau de la Tour (Source : ATHOS Environnement, 2012)

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 la Tour est essentiellement couvert par **des forêts de conifères**, qui représentent **64% de la superficie totale** (Figure 16). **Les prairies permanentes et temporaires** représentent quant à elles, 15% de la superficie totale. Elles sont majoritairement situées dans la partie ouest du bassin versant. Les zones urbaines correspondent à une partie du bourg de la Chaise-Dieu et représentent seulement 1,9% du territoire. **Les surfaces imperméabilisées sont donc très restreintes sur le bassin versant.**

Le bassin versant du plan d'eau de la Tour est majoritairement constitué de forêts de conifères, qui limitent le ruissellement lors d'épisodes pluvieux. Ce phénomène, accentué par les faibles pentes présentes sur le territoire, tend à réduire la vulnérabilité du plan d'eau face au transfert des contaminants, du au ruissellement sur les surfaces du bassin versant.

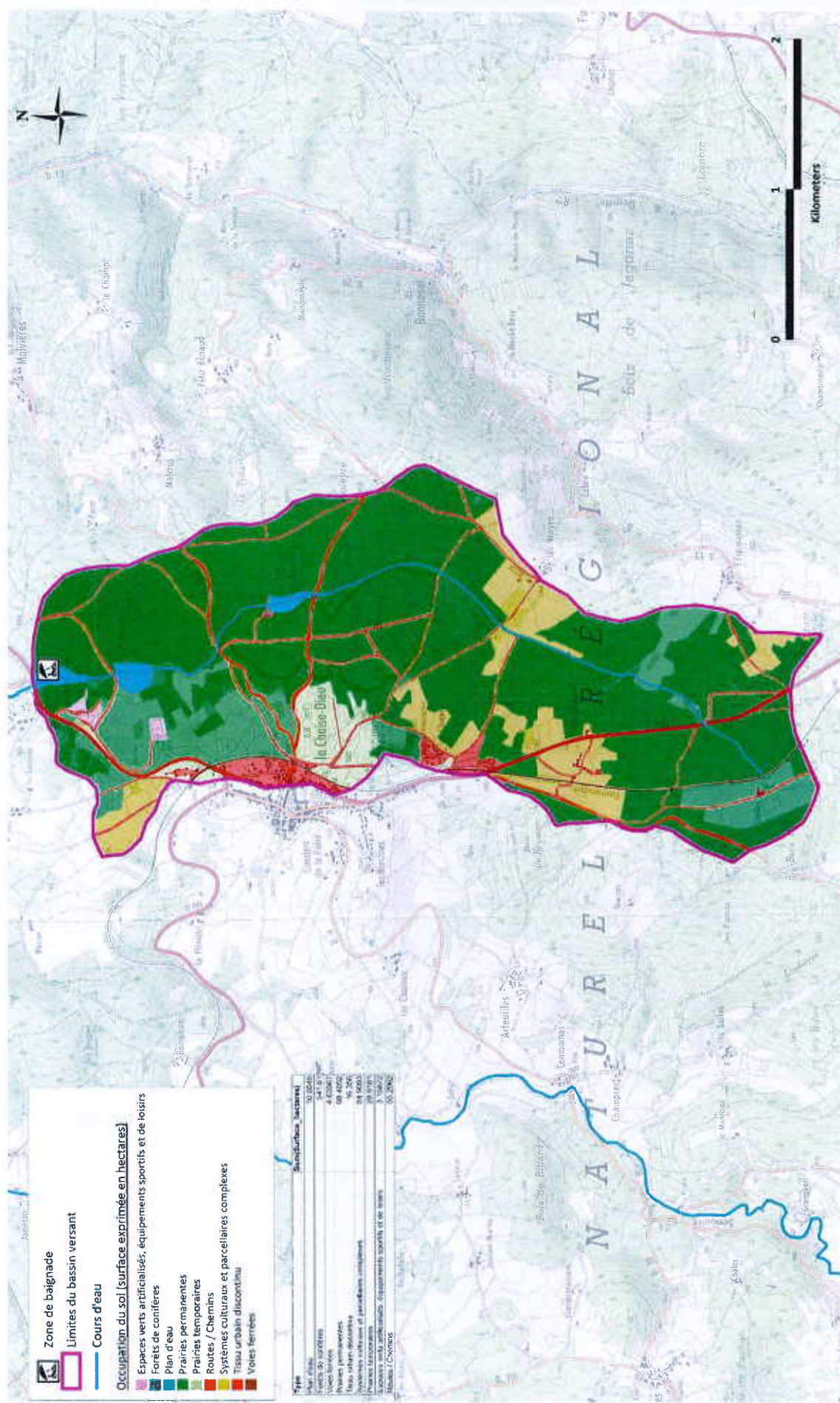


Figure 16 : Occupation des sols sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour (Source : IGN-CRAIG, CLC_2006)

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 influenceront sur le devenir de cette pollution, en favorisant ou non la persistance et la propagation des bactéries ou des polluants dans le milieu (dispersion, durée de l'épisode, ...).

Le climat de la commune est de type continental (précipitations au printemps et à l'automne) à influence océanique (orages pendant l'été).

Afin de garantir une cohérence maximale entre les données et la situation géographique du plan d'eau, les données de pluviométrie proviennent de la **station climatologique de Météo France de Félines**, située à moins de 10 kilomètres de la Chaise-Dieu (Figure 17).

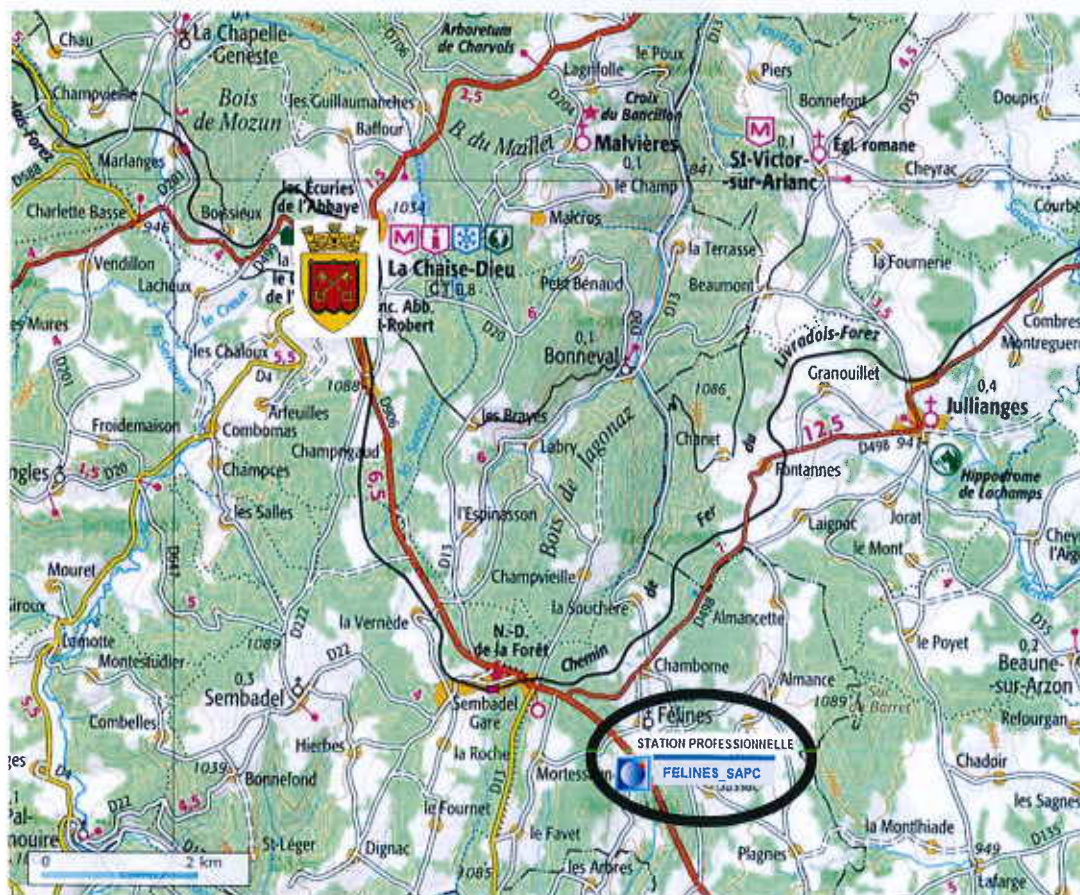


Figure 17 : Localisation de la station météorologique utilisée (Source : Géoportail, Météo France)

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 1997 à 2012 ont été traitées, afin de couvrir les périodes balnéaires (du 1^{er} 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 d'août (respectivement 87 et 85 mm en moyenne). Il en résulte un risque de contamination accentué durant ces mêmes mois.

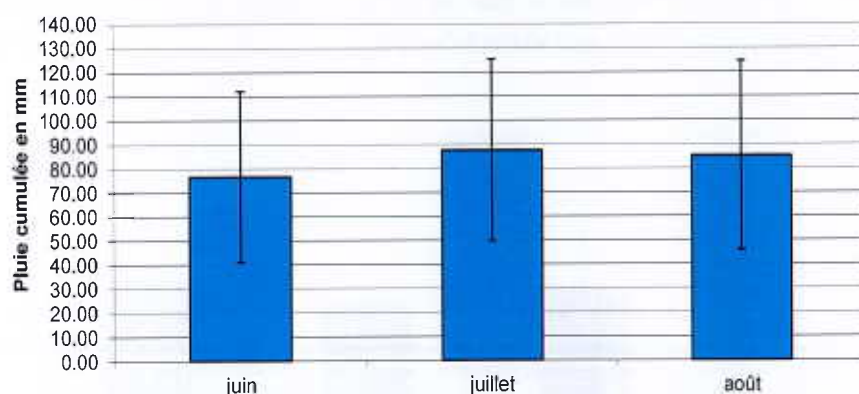


Figure 18 : Pluviométrie mensuelle moyennée de 1997 à 2012 pendant la saison estivale
(Source : Météo France, station de Félines)

Fréquence de la pluie

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

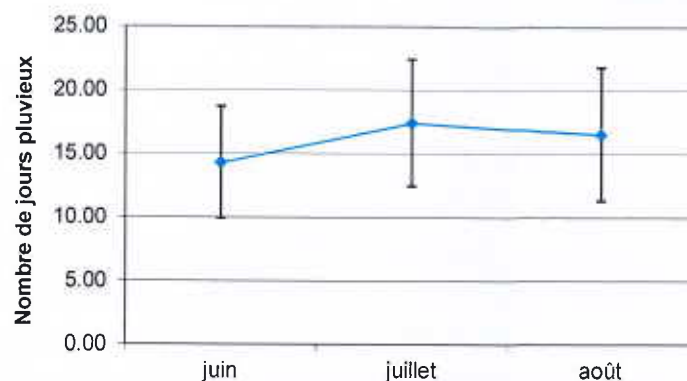


Figure 19 : Nombre moyen mensuel de jours pluvieux de 1997 à 2012 pendant la saison estivale
(Source : Météo France, station de Félines)

Intensité journalière de la pluie

La Figure 20 présente **l'intensité moyenne cumulée par jours pluvieux** sur les mois de juin à août à Félines. 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 5,2 et 5,6 mm/jour.** Ces intensités ne sont pas très élevées, mais peuvent s'avérer significatives à pas de temps horaire et traduisent des événements orageux sensiblement plus importants durant ces mois.

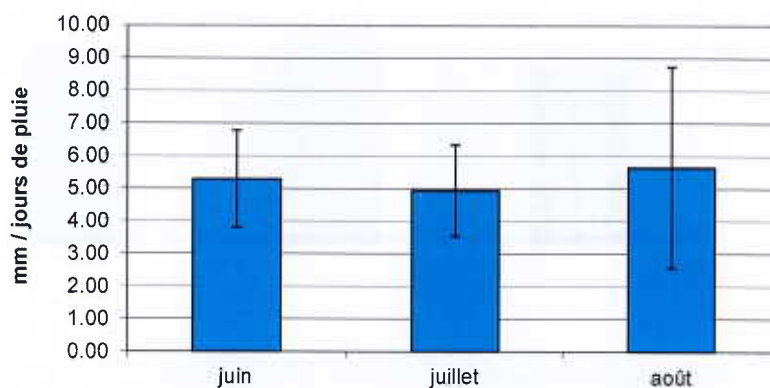


Figure 20 : Intensité moyenne cumulée par jours pluvieux de 1997 à 2012 pendant la saison estivale
(Source : Météo France, station de Félines)

Répartition en classes des pluies journalières

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

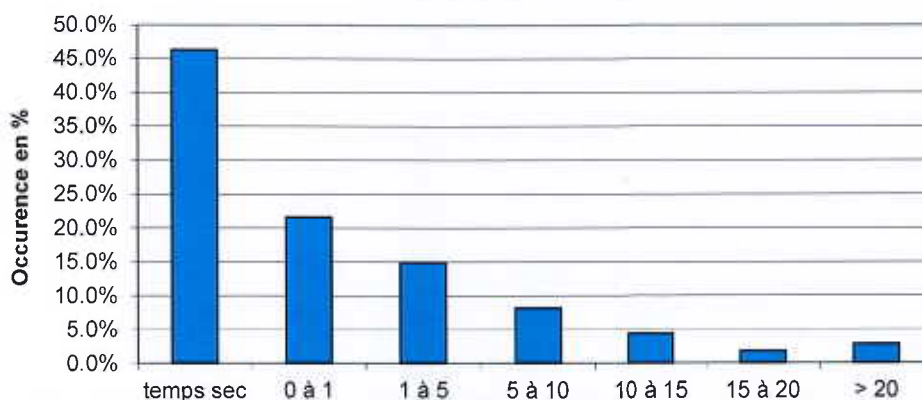


Figure 21 : Répartition des classes de pluie journalières (en mm) des mois de juin, juillet et août de 1997 à 2012 (Source : Météo France, station de Félines).

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 à la station météorologique de Félines. D'après les informations recueillies auprès des gestionnaires, **les vents dominants sont de secteurs Ouest**, ils ont donc tendance à **plaquer les éléments indésirables (déchets flottants, cyanobactéries...)** vers la zone de baignade. Des vents secondaires de secteurs Sud et Est sont également observés, ceux-ci ont tendance à **plaquer les éléments indésirables sur la berge opposée à celle de la zone de baignade** (Figure 22).

La pluie, principal vecteur de contamination bactériologique, est en moyenne plus fréquente durant le mois de juillet. Cependant, c'est durant le mois d'août que son intensité moyenne est la plus importante, traduisant le caractère orageux des précipitations durant ce mois.

Les vents de secteurs Ouest sont les plus fréquents sur la zone d'étude. Ils ont tendance à plaquer les éléments indésirables sur la zone de baignade. La mise en place d'une station de mesure sur le site pourrait permettre de mieux définir les actions du vent sur le déplacement des polluants sur le plan d'eau.

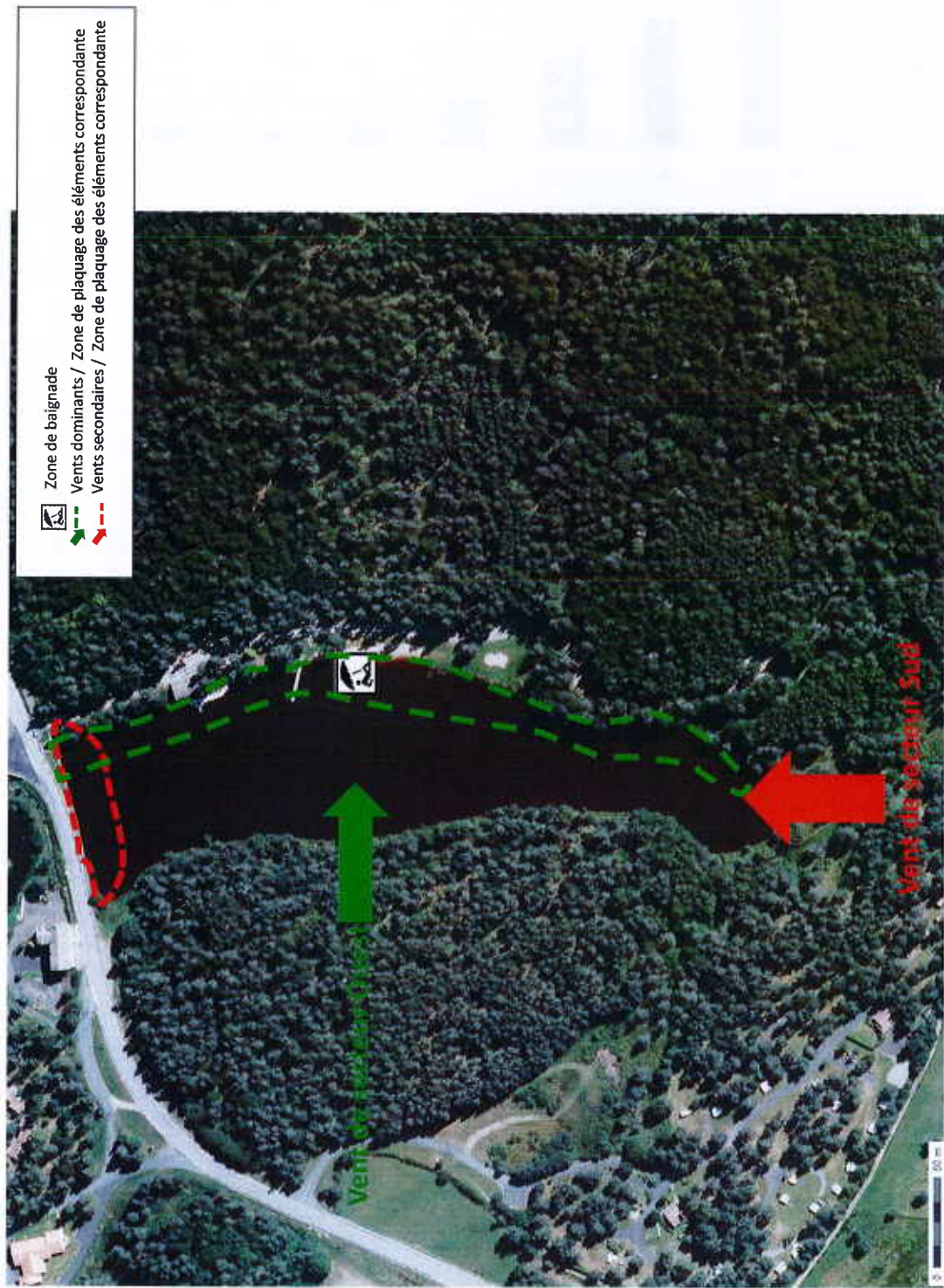


Figure 22 : Répartition directionnelle des vents par intensité, comparée à la morphologie du plan d'eau

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

Le plan d'eau de la Chaise-Dieu résulte d'une volonté de la commune d'aménager une zone de loisirs à vocation touristique sur le territoire. La construction de la digue est très ancienne mais la remise en eau du plan d'eau n'a eu lieu qu'en **1965**. Le plan d'eau occupe une superficie d'environ **3 hectares**. Sa profondeur moyenne est de **1,2m**. C'est au niveau de la digue que la profondeur maximale est observée (2,8m).

6.2.1.2 Infrastructures de gestion du plan d'eau

L'inventaire des équipements présents sur le plan d'eau permet d'évaluer la qualité de la gestion actuelle (adaptabilité du plan d'eau pour la réalisation de vidanges).

Le plan d'eau est équipé d'un **évacuateur de crue**, situé dans sa partie nord (Figure 23) et d'un **système de vidange**, permettant l'évacuation des eaux par le fond.



Figure 23 : Evacuateur de crue du plan d'eau (Source : ATHOS Environnement, 2012).

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 la Tour est alimenté par la rivière Senouire, **il a donc un statut d'eau libre.**

6.2.3 Gestion actuelle du plan d'eau

Le plan d'eau de la Tour est géré par la commune de la Chaise-Dieu. Elle assure la gestion des activités de loisirs et du plan d'eau (baignade, pêche).

6.2.3.1 Gestion hydraulique

Le plan d'eau de la Tour est **vidangé totalement chaque année** depuis 2000. Des grilles permettent de retenir les poissons, majoritairement des poissons chats, qui sont ensuite envoyés à l'équarrissage. Le plan d'eau reste à **sec** pendant environ 4 mois en période hivernale (Figure 24). **Aucun chaulage ou curage des sédiments n'est réalisé.** La durée de remplissage du plan d'eau est d'en moyenne 3 semaines (en fonction des conditions hydrauliques).

Notons que les étangs du Breuil et du Pironnet, situés en amont, ne sont **jamais vidangés en raison de l'absence de dispositif de vidange.**



Figure 24 : Photographies de la vidange du plan d'eau durant l'automne 2012 (Source : ATHOS Environnement)

6.2.3.2 Gestion piscicole / halieutique

La pêche et le peuplement piscicole peuvent avoir des répercussions 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 autorisée sur le plan d'eau de la Tour. Cependant, les vidanges totales annuelles de plan d'eau sont à l'origine d'une quasi-absence de poissons rendant le plan d'eau très peu attractif pour les pêcheurs. Il est à noter que la pêche est autorisée seulement jusqu'à 9h pendant les mois de juillet et août. La gendarmerie de la Chaise-Dieu est en charge de faire respecter ce règlement.

L'espèce piscicole la plus représentée sur le plan d'eau est une espèce nuisible : *Ictalurus melas* (poissons chats).

Aucun ré-empeuplement n'est réalisé sur le plan d'eau.

6.2.1 Circulation générale

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

La Senouire arrive dans la partie Sud du plan d'eau de la Tour et constitue la principale alimentation. Les débits d'entrée sont relativement faibles. **Le temps de renouvellement des eaux dans le lac est donc relativement long.** Le sens de circulation générale des eaux se fait selon l'axe Sud/Nord.

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.

Le plan d'eau de la Tour se trouve sur la commune de la Chaise-Dieu mais une partie du bourg seulement se situe sur la zone d'étude.

Trois autres communes disposent d'un territoire situé sur la zone d'étude : Sembadel, Bonneval et Malvières (Figure 25).

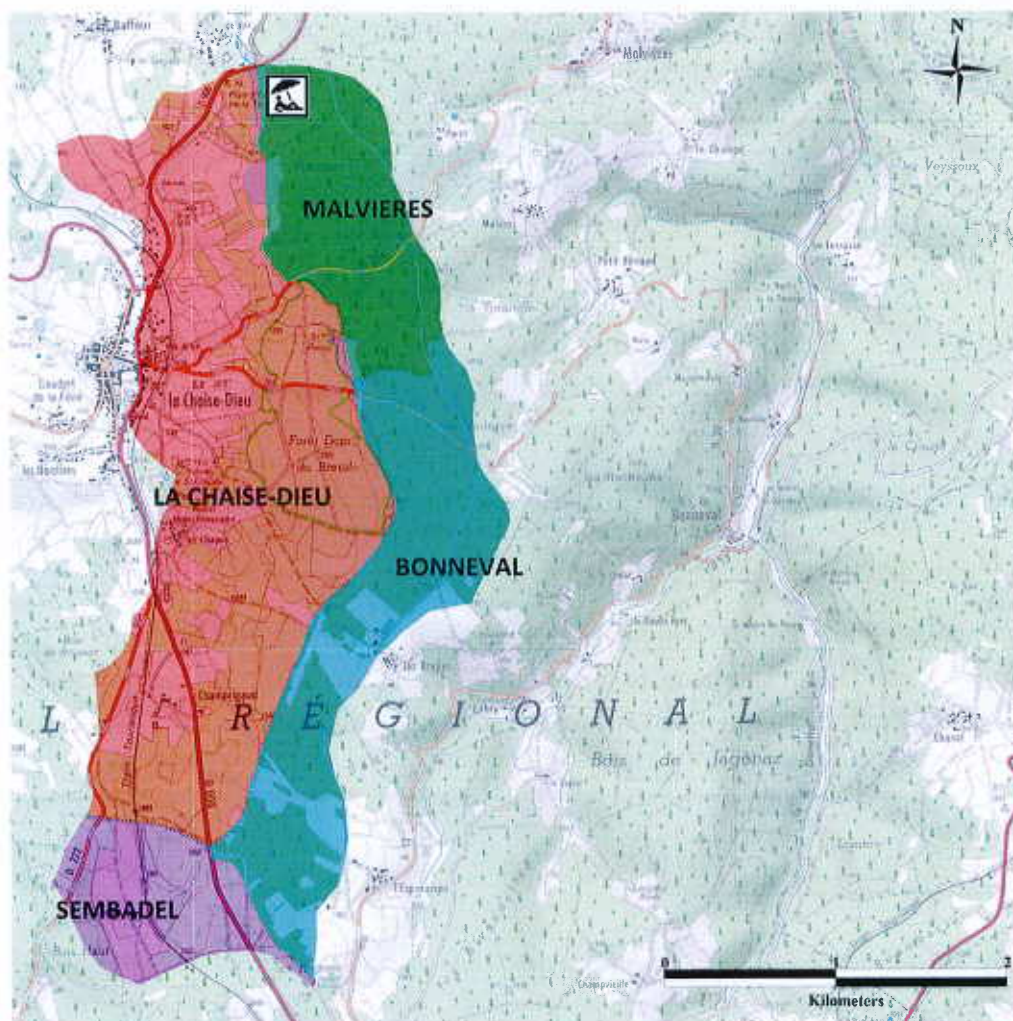


Figure 25 : Répartition communale sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour

7.1 Population et habitat

→ Echelle communale

L'analyse démographique ne portera que sur la **commune de la Chaise-Dieu**. En effet, les territoires des autres communes situés sur la zone d'étude ne sont composés que de **forêts et pâturages** (une seule habitation présente au lieu-dit Chelles sur la commune de Sembadel).

La Figure 26 présente l'évolution de la population de la Chaise-Dieu de 1968 à 2008 selon les recensements de l'INSEE. Le nombre d'habitants a nettement diminué entre 1975 et 1982 (-13%) pour se stabiliser par la suite. Il est actuellement de 768. La densité moyenne de cette commune est de l'ordre de 56.6 hab/km². Pour rappel, la densité moyenne du département de la Haute-Loire en 2008 est de 45 hab/km².

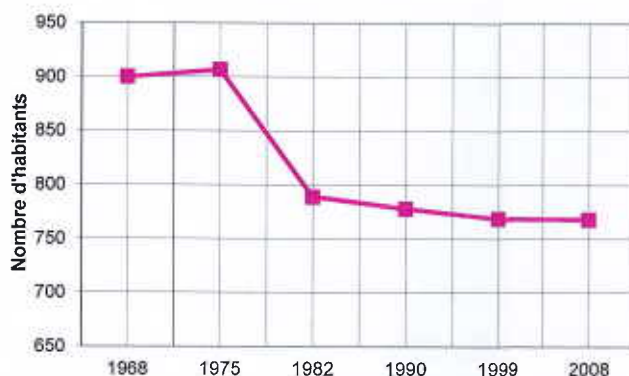


Figure 26 : Evolution de la population de la commune de la Chaise-Dieu depuis 1968 (Source : INSEE)

→ Echelle de la zone d'étude

A l'échelle de la zone d'étude, la pression exercée est encore plus faible. Seule une partie du bourg de la Chaise-Dieu et le hameau de Champrigaud sont implantés sur le bassin versant. Le camping des Prades est également situé à l'amont immédiat du plan d'eau de la Tour.

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 2008 sur la commune de la Chaise-Dieu ainsi que son évolution depuis 1968.

Le nombre de résidences secondaires sur la commune est en nette augmentation depuis 1990 et représente actuellement une importante part du parc de logements (40%). **La population peut donc aisément doubler en période estivale, exerçant une pression non négligeable sur la zone de baignade.**

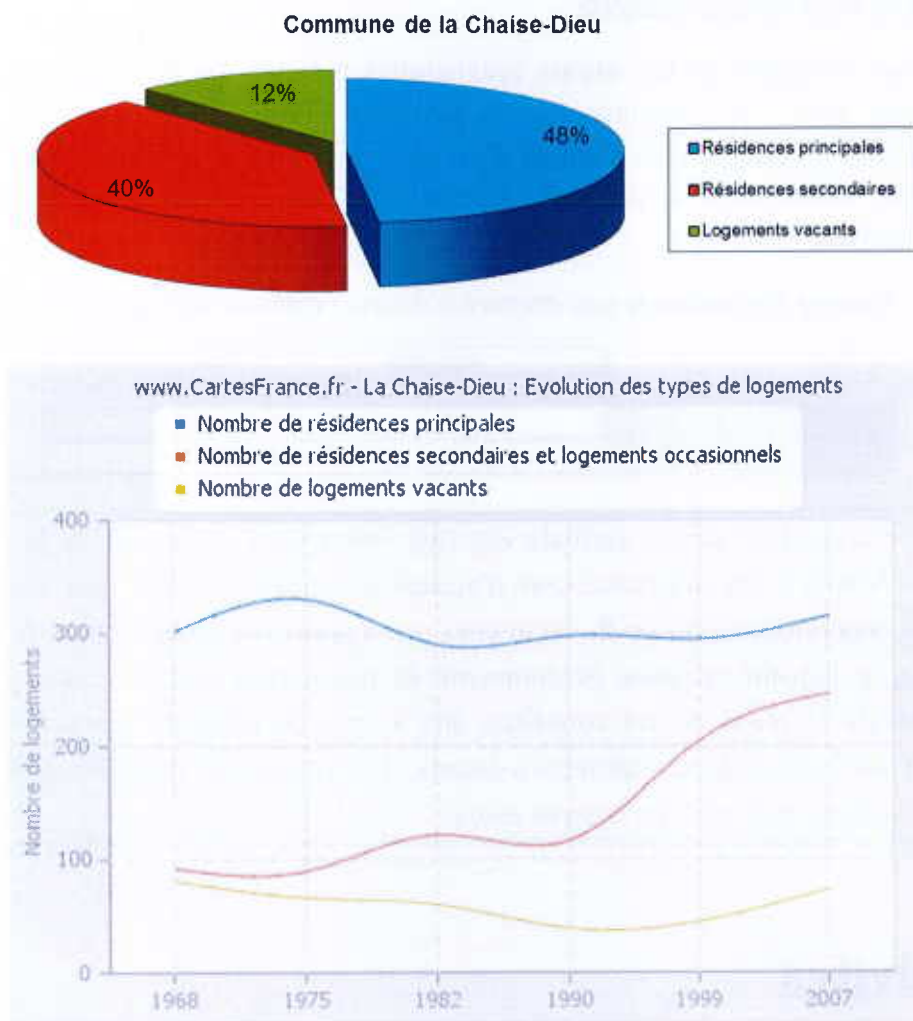


Figure 27 : Répartition du parc des logements sur la commune en 2008 et évolution depuis 1968 (Source : INSEE)

L'offre en terme d'accueil estival est très importante pour une commune comme la Chaise-Dieu (Tableau 4). **La capacité d'accueil estivale s'élève à environ 593 personnes. Si l'on considère le parc de résidence secondaire, avec un nombre de 2,5 personnes par résidence, le chiffre d'estivants atteindrait 1 236 estivants potentiels.**

Tableau 4 : Capacité d'accueil de la commune (Source : Office de tourisme de la Chaise-Dieu)

	Résidences secondaires		Village vacances		Camping		Hôtel		Chambre d'hôte		Gîte et meublés	
	Nombre d'habitations	Nombre potentiels de résidents	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité
La Chaise-Dieu	257	643	1	250	2	210	4	32	7	43	6	58
Capacité d'accueil totale	1 236 estivants											

→ Echelle de la zone d'influence

Le plan d'eau constitue un des atouts touristiques majeurs de la commune, l'offre en terme d'accueil estival se concentre donc à proximité (Tableau 5). Cependant, le village vacances est situé en aval du plan d'eau et n'est donc pas situé sur la zone d'étude. Au final, seul le camping municipal et un gîte sont présents sur le bassin versant, ce qui représente 116 estivants potentiels.

Tableau 5 : Capacité d'accueil sur la zone d'influence (Source : Office de tourisme de la Chaise-Dieu)

	Camping		Gîte et meublés	
	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité
La Chaise-Dieu	1	110	1	6
Capacité d'accueil totale	116 estivants			

La capacité d'accueil en saison estivale est très importante au regard de la population permanente. Même si les infrastructures d'accueil principales ne sont pas situées sur la zone d'étude, une forte proportion de vacanciers est susceptible de venir fréquenter la zone de baignade, à laquelle s'ajoute 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

7.3.1 *Activités socio-économiques*

Toutes les catégories de services sont représentées sur la commune de la Chaise-Dieu et un panel de commerces permet de répondre à tous les besoins des habitants et des touristes. Sur la zone d'étude sont présents un garage automobile, dans la rue Cziffra, une industrie de fabrication d'emballage en matières plastiques ainsi qu'une champignonerie au lieu-dit Les Chapus. Une déchetterie est également implantée à proximité du plan d'eau.

7.3.2 *Activités agricoles*

Une exploitation agricole est installée au lieu-dit Champrigaud, sur la commune de la Chaise-Dieu. Une seconde se situe au lieu-dit Les Brayes sur la commune de Bonneval.

Le garage automobile, l'industrie de plastique, la champignonerie ainsi que la déchetterie ne présentent à priori aucun risque de contamination pour la baignade puisqu'elles sont raccordées au réseau d'eaux usées véhiculant les effluents hors de la zone d'étude. En revanche, un risque de pollution est présent concernant les activités agricoles. Ces derniers seront détaillés dans la suite du profil.

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**¹ (*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.**

¹ Les **analyses microbiologiques** effectuées concernent la mesure des germes témoins de contamination fécale (*Escherichia coli* et entérocoques intestinaux) que l'on ne retrouve pas dans le milieu naturel en temps normal. Ils constituent ainsi des indicateurs du niveau de pollution par des eaux usées, ou des effluents d'élevage, et traduisent la probabilité de présence de germes pathogènes. Plus ces germes sont présents en quantité importante, **plus le risque sanitaire augmente.**

8.1.1 Directive 76/160/CEE

Au cours de la saison balnéaire, les résultats sont simplement comparés aux valeurs guides et impératives fournies dans l'annexe de la directive (Tableau 6). 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 6: Normes de qualité bactériologique des eaux de baignades selon la directive 76/160/CEE

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

Avec :

Coliforme Fécaux ≈ E.Coli

Stréptocoques fécaux ≈ Entérocoques intestinaux

Lors de sa transposition dans le droit français, les classes de qualité ont été remaniées en quatre classes (Tableau 7). 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 7: 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 <i>Escherichia coli</i> sont inférieurs ou égaux au nombre guide Au moins 95% des résultats en <i>Escherichia coli</i> 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 <i>Escherichia coli</i> , 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 8).

Tableau 8 : 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	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	500 *	1000 *	900 **	ISO 9308-3 ou ISO 9308-1

* Evaluation au 95^e percentile.

** Evaluation au 90^e percentile.

Comme le montre le Tableau 9, pour les classes de **qualités bonne et excellente**, le calcul se fait par une évaluation au **95^e 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 95^e 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 9 : Classe de qualité des eaux de baignades intérieures selon la directive 2006/7/CE (source www.baignade.sante.gouv.fr)

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

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 la Tour

Les données d'analyse de surveillance sont fournies par l'ARS **Auvergne, délégation de la Haute-Loire** à la mairie de la Chaise-Dieu concernant la qualité microbiologique de l'eau de baignade sur le plan d'eau. Elles sont répertoriées depuis 1997. Depuis cette date, **80 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 16 dernières saisons balnéaires sont présentés dans le Tableau 10. L'eau de baignade a été classée en « **Bonne** » qualité (classe A) au cours de 11 saisons estivales (soit environ 69%) et en qualité « **Moyenne** » (classe B) au cours de 5 saisons estivales (soit environ 31%).

Tableau 10: Évaluation de la qualité de l'eau de baignade sur le plan d'eau de la Tour selon la directive 76/160/CEE

Directive 76 / 160 / CEE - Qualité de l'eau de baignade du plan d'eau de la Tour																
Saisons	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Classement	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	B	A	B	B	A	B
Nombre d'analyse	4	4	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

L'eau de baignade sur le plan d'eau de la Tour est donc conforme à la réglementation européenne depuis les 16 dernières saisons balnéaires.

Les détails des résultats d'analyses bactériologiques ayant conduit à ce classement sont présentés en ANNEXE 3 pour la période 1997-2012 (2000-2010 pour les coliformes totaux).

Les années classées en catégorie B correspondent aux années où les concentrations bactériologiques ont été supérieures aux valeurs guides (minimum 2 dépassements), mais sont restées inférieures aux valeurs impératives.

En 2002, le classement en qualité « moyenne » s'explique par un dépassement très important de la valeur guide pour le paramètre entérocoques (3421 UFC/100ml). En 2007, un dépassement de la valeur guide *E. coli* a été observé, couplé à un dépassement de la valeur guide Entérocoques intestinaux. En 2009 et 2010, il y a eu respectivement 2 et 3 dépassements de la valeur guide pour le paramètre *E. coli*. En 2012, 2 dépassements de la valeur guide pour le paramètre *E. coli* ont eu lieu.

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. La présence de ces paramètres n'a jamais été observée sur le plan d'eau de la Tour.

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.

Avant le retrait du paramètre « Coliformes totaux » des indicateurs de qualité de l'eau de baignade en 2010, de nombreuses baignades du Puy de Dôme ont subi un déclassement en qualité « B » à cause de ce paramètre qui n'est pas systématiquement indicateur de contamination d'origine fécale. Ce paramètre microbiologique est très fréquemment rencontré dans les eaux suite à un fort ruissellement. Or, sur le plan d'eau de la Tour, les concentrations en Coliformes totaux sont restées très faibles et ne sont pas responsable du déclassement observé. Ce sont donc de réelles contaminations d'origine fécale qui ont engendré ces déclassements. Les pollutions générées par le lessivage des parcelles est donc à écarter.

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 les 13 dernières saisons balnéaires, puisque la classe de qualité est calculée sur la base de **quatre saisons balnéaires**.

Le Tableau 11 présente le classement de l'eau de baignade du plan d'eau de la Chaise-Dieu selon la directive 2006/7/CE. Selon cette nouvelle directive, **toutes les saisons balnéaires sont classées en qualité « excellente »**, ce qui peut paraître paradoxal au vu du classement selon la directive 76/160/CEE (qualité moyenne pour les saisons de 2002, 2007, 2009 et 2010). Ceci s'explique par le nouveau mode de calcul instauré pour la directive 2006/7/CE. En effet, le calcul s'établit sur 4 saisons et intègre dans son calcul, non seulement **la moyenne**

des résultats, mais aussi **leur écart type**. Il s'avère que pour les années classées en « B », une à deux valeurs seulement ont dépassé les valeurs guides mais les percentiles 95 sont restés inférieurs à 500 pour le paramètre *E. coli*.

Tableau 11 : Simulation de classement de l'eau de baignade sur le plan d'eau de la Tour selon la Directive 2006/7/CE

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

La Figure 28 et la Figure 29 présentent respectivement l'évolution des **95^e 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 des 95^e percentiles ont progressivement augmenté entre 2000 et 2010, tout en restant très largement inférieurs à la limite supérieure de la qualité excellente. On observe une diminution en 2011, puis une légère augmentation en 2012.

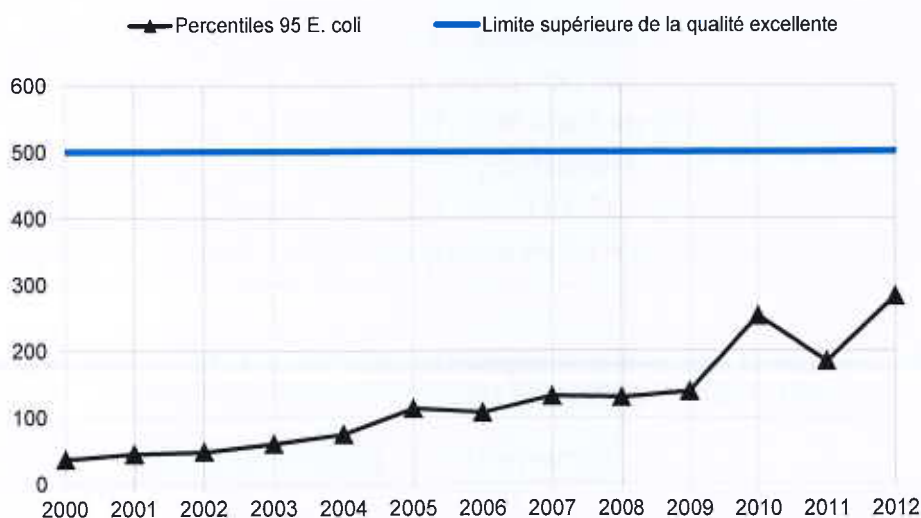


Figure 28 : Evolution des 95e percentiles pour le paramètre Escherichia coli

En ce qui concerne le paramètre **Entérocoques intestinaux**, les valeurs des 95^e percentiles sont plus fluctuantes. On observe des valeurs proches de la limite supérieure de la qualité excellente en 2003, 2004 et 2005. Cependant, une diminution importante est observée en 2006 et depuis cette date, les valeurs des 95^{ème} percentiles stagnent autour de 50, valeur largement inférieure à la limite supérieure de la qualité excellente.

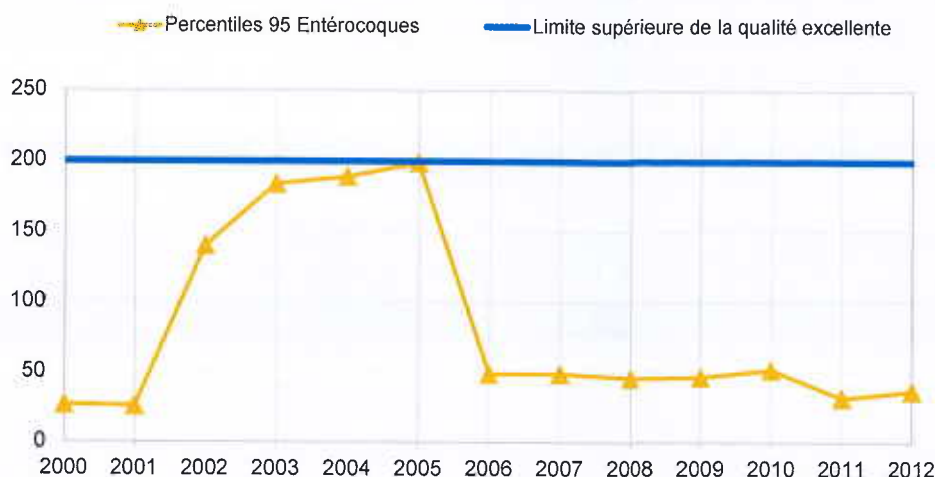


Figure 29 : Evolution des 95e percentiles pour le paramètre Entérocoques intestinaux

Afin de se concentrer sur les éléments récents de la qualité de l'eau de baignade sur le plan d'eau de la Chaise-Dieu, la simulation du classement de la saison balnéaire 2012 est présentée dans le Tableau 12. Le nombre d'échantillon considéré pour ce calcul est de 20 prélèvements.

Il en résulte que :

- ➔ Environ 95% de ces dénombrements sont inférieurs à 282 UFC²/100 mL pour le paramètre *Escherichia Coli* (95^e percentile = 282). Cette valeur est inférieure au seuil de qualité excellente fixé à 500 UFC / 100 mL.
- ➔ Environ 95% des dénombrements en Entérocoques intestinaux réalisés pendant cette période sont inférieurs à 37 UFC/100 mL. (95^e percentile = 37). Cette valeur est largement inférieure au seuil de qualité excellente fixé à 200 UFC / 100 mL.

Tableau 12 : Simulation du classement de la baignade du plan d'eau de la Tour pour la saison balnéaire 2021 et seuils de qualité selon l'annexe 1 de la directive 2006/7/CE.

	95ème percentile	Excellente qualité	Bonne qualité
Entérocoques intestinaux	37	200*	400*
<i>Escherichia coli</i>	282	500*	1000*

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

La baignade du plan d'eau de la Tour ayant connu des épisodes ponctuels de pollution, il convient d'apprécier dans quelle mesure le classement en qualité « excellente » de la plage est susceptible de se maintenir dans les prochaines années, et en particulier au cours du **premier classement officiel selon la Directive 2006/7/CE, en 2013**. La méthode d'évaluation est

² UFC = Unité Formant Colonie. Il s'agit d'une unité de comptage en microbiologie. On considère qu'un UFC = 1 bactérie.

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 la Tour 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 13).

- **Le scénario optimiste** correspond à une répétition des résultats de l'année 2000 (percentiles faibles) au cours des prochaines saisons 2013 à 2015.
- **Le scénario pessimiste** considère que les résultats obtenus de 2013 à 2015 sont ceux de l'année 2002, où les résultats bactériologiques étaient les plus mauvais depuis l'ouverture de la plage (pic d'Entérocoques à 3 412 UFC/100ml en juillet).

Tableau 13 : Evolution potentielle du classement de la baignade au cours des trois prochaines années.

Scénarios	Données	2013	2014	2015
Optimiste	2013, 2014 et 2015 = 2000	EXC	EXC	EXC
Pessimiste	2013, 2014 et 2015 = 2002	BON	INS	INS
Maintien	2013, 2014 et 2015 = 2012	EXC	EXC	EXC

Si les résultats de l'année 2000 se réitérent pour les saisons à venir, l'eau de baignade restera en qualité « excellente ». En revanche, si les résultats bactériologiques de l'année 2002 se reproduisent sur les 3 prochaines années, cela suffira à déclasser l'eau de baignade en qualité « insuffisante » dès 2015 et l'eau de baignade ne sera plus conforme aux exigences européennes.

La qualité de l'eau sur le plan d'eau de la Tour est « excellente » depuis 2000 selon la directive 2006/7/CE. Si cette qualité se maintient durant les prochaines saisons balnéaires, la baignade sera conforme lors du classement en 2015. Si des épisodes de pollutions ponctuelles, comme ceux de l'année 2002, deviennent récurrents, l'eau sera déclassée en catégorie « insuffisante » en 2015 et ne sera plus conforme pour un usage baignade.

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 80 fois dans le cadre du contrôle sanitaire. Seulement, **25 mesures ont révélé une transparence supérieure à 1m (valeurs impératives)**, soit 31% des mesures comme le montre la Figure 30. Dans 25% des cas, la transparence a été inférieure à 0,5m (20 mesures).

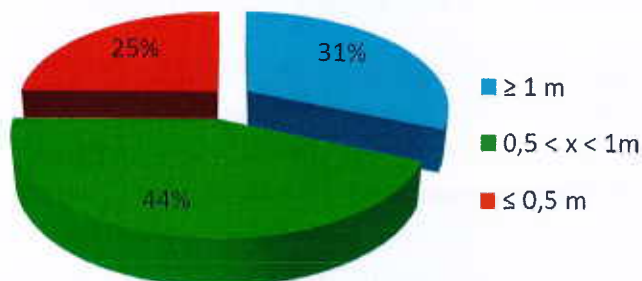


Figure 30 : Répartition des mesures de transparence de l'eau réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire de la baignade (Source : ARS 43)

La transparence mesurée sur le plan d'eau de la Tour est très souvent inférieure à la valeur guide. L'eau du plan d'eau de la Tour est naturellement teintée, ce qui est dû à la minéralogie particulière du socle sur lequel s'écoule la Senouire.

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.

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



Figure 31 : 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)

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 leur 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 32). 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 32 : 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 du plan d'eau de la Tour sera affinée par l'analyse des données de surveillance réglementaires.

Le Tableau en ANNEXE 5 présente l'application du diagramme sur la baignade du plan d'eau de la Tour.

Beaucoup de données sont manquantes ce qui conduit à l'existence d'un risque potentiel de proliférations de cyanobactéries pour ce plan d'eau. Des analyses complémentaires sur ce plan d'eau (notamment pour les concentrations en nutriments) permettraient d'affiner les connaissances et d'évaluer le risque réel de prolifération de cyanobactéries.

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 de la Haute-Loire, nous permettra d'interpréter le risque sanitaire lié aux cyanobactéries sur le plan d'eau de la Tour.

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 de la Haute-Loire est basée sur les recommandations de la dite circulaire. La surveillance officielle a débuté en 2005.

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 Uthermöhl).

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 :

- inférieure à 20 000 cell.ml⁻¹, 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 14 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 de la Haute-Loire, dépendantes du nombre de cellules cyanobactériennes et/ou de la concentration en toxine y sont présentées.

Tableau 14 : 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				Hebdomadaire
IIa [µcystine] < 25 µg/l	100 000		Limitation de la baignade	Hebdomadaire + recherche de microcystines hebdomadaire
IIb [µcystine] > 25 µg/l			Interdiction de la baignade - Limitation des loisirs nautiques	Hebdomadaire + recherche de microcystines hebdomadaire
III Formation de mousse ou écume de cyanobactéries			Interdiction de la baignade et de tout autre loisir nautique - prévenir tout contact de personnes et animaux avec l'eau	Hebdomadaire + recherche de microcystines au moins bi-mensuelle

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 la Tour est surveillé depuis 2005. 2 à 4 dénombrements sont effectués par saison estivale (Tableau 15).

Tableau 15 : Nombre de prélèvements par saisons balnéaires de 2005 à 2012 (Source ARS Auvergne)

Années	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TOTAL
Nombres d'analyses	3	4	3	3	2	3	2	4	24
Plage temporelle des prélèvements	18 juillet au 17 août	25 juillet au 31 août	16 juillet au 7 août	29 juillet au 27 août	21 juillet au 4 août	20 juillet au 17 août	4 juillet au 3 août	13 juillet au 22 août	1

Sur les 24 prélèvements réalisés de 2005 à 2012 (

Figure 33), la majorité des dénombrements (67%) sont inférieurs à 20 000 cell/ml : seuil d'alerte Ia de la circulaire DGS/SD 7 A n°2003-27. Seulement 29 % des dénombrements sont compris entre 20 000 et 100 000 cell/mL, classant la baignade en catégorie Ib. 4% des dénombrements révèlent une concentration en cyanobactéries supérieure à 100 000 cell/ml.

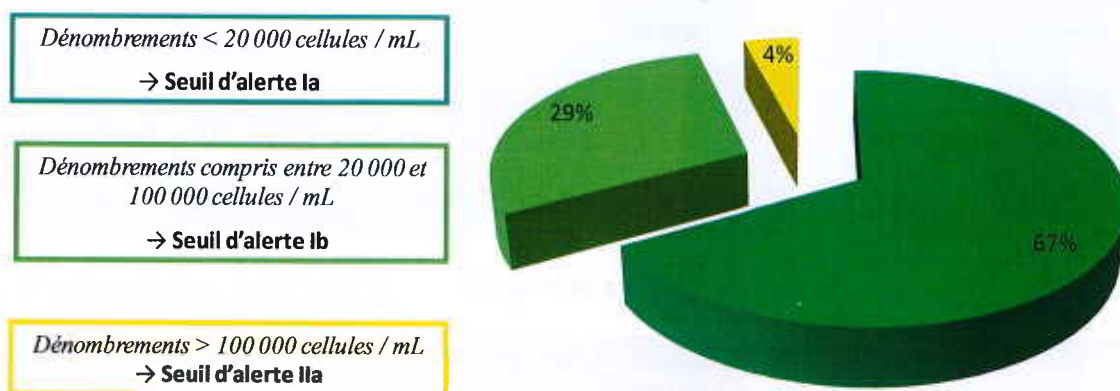


Figure 33 : Répartition des dénombrements réalisés de 2005 à 2012 en fonction des seuils de niveau d'alerte de la circulaire DGS/SD 7 A (Source ARS, délégation de la Haute-Loire)

La Figure 34 présente l'abondance en cyanobactéries sur la baignade du plan d'eau de la Tour au cours des saisons 2005 à 2012.

Les abondances en cyanobactéries sur le plan d'eau de la Tour restent modérées, ne dépassant qu'exceptionnellement le seuil des 100 000 cell/ml (un unique dépassement en août 2008). De manière générale, on observe une tendance à la diminution des abondances depuis 2007.

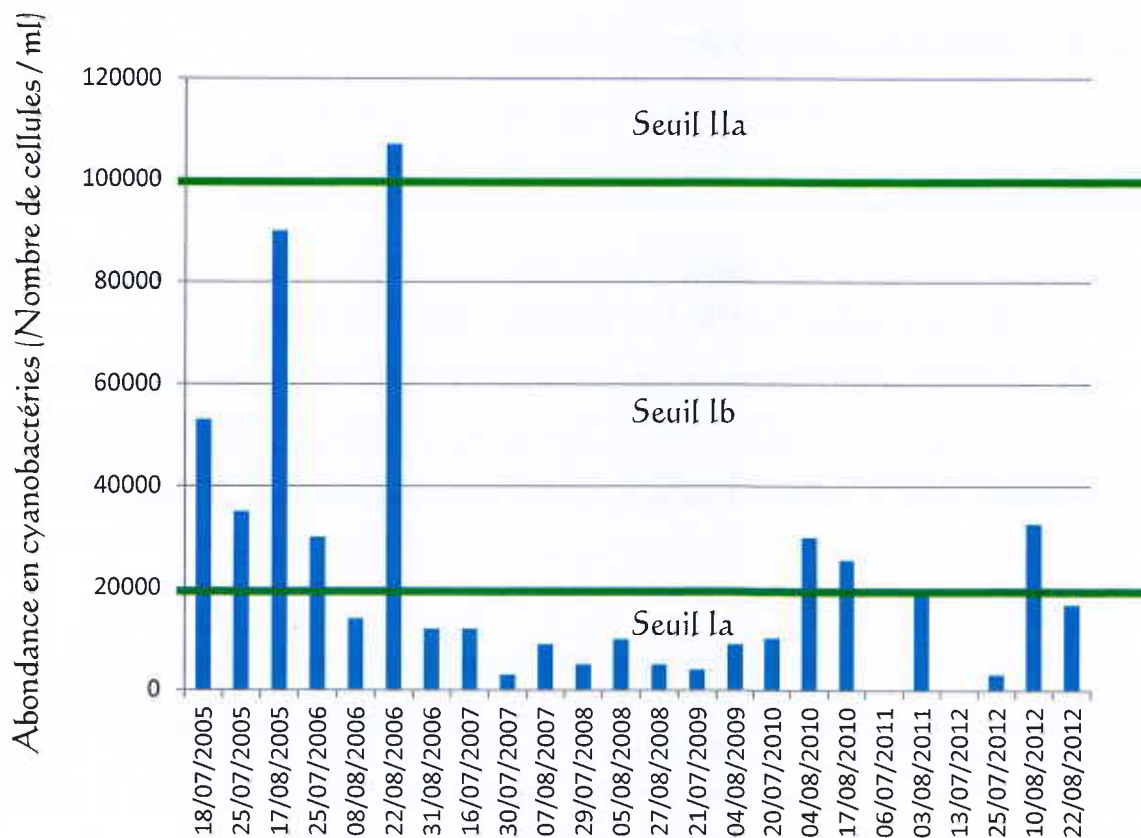


Figure 34 : Abondance en cyanobactéries sur la plage du plan d'eau de la Tour de 2005 à 2012

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 en 2010, 2011 et 2012 est *Synechocystis* (55%) (Figure 35). Les genres le plus fréquemment rencontrés dans les dénombrements sont *Synechocystis* (29%) et *Aphanocapsa* (29%). Ces genres ne sont actuellement pas reconnus comme étant producteur de toxines. En revanche, le genre *Pseudanabaena*, déjà rencontré sur le plan d'eau de la Tour est reconnu comme producteur de toxines.

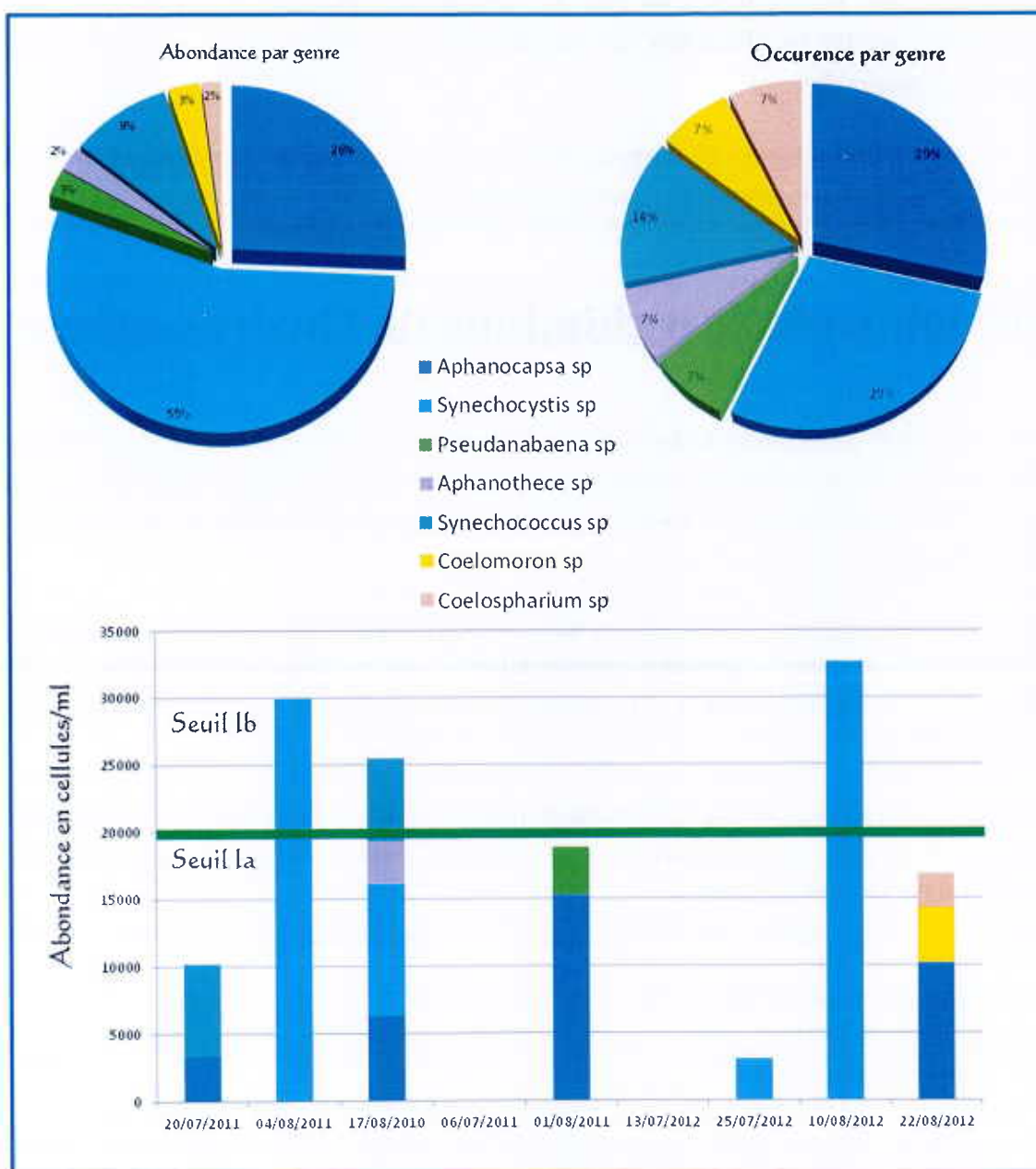


Figure 35 : Abondance et occurrence des différents genres cyanobactériens en 2010, 2011 et 2012 sur la baignade du plan d'eau de la Tour (Source ATHOS Environnement)

Le risque lié aux cyanobactéries reste très modéré sur la baignade du plan d'eau de la Tour. Même si des genres actuellement reconnus comme producteurs de toxines sont présents, leurs concentrations restent faibles.

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.

Bien que les dénombrements de cyanobactéries n'aient pas révélés de problème sur le plan d'eau de la Tour, leur développement reste à surveiller.

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 ses affluents, la première campagne correspondant à des conditions météorologiques dites « temps sec » (le 13 juillet 2012) et la seconde, à des conditions « temps pluvieux » (le 26 novembre 2012).

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 (NH_4^+)
- Phosphore total (P)

8.5.1 Qualité physico chimique de l'eau de baignade

Les premières analyses réalisées sur la zone de baignade du plan d'eau **ne révèlent pas de concentrations importantes en nutriments** dans l'eau. La comparaison des valeurs aux seuils du SEQ³ Eau, indique une eau de « très bonne qualité » (Tableau 16). Aucune analyse n'a pu être réalisée sur la zone de baignade lors de la sortie temps pluvieux, le plan d'eau étant à sec (vidange annuelle).

Les concentrations en P-[PO₄] sont inférieures à 20µg/l, seuil à partir duquel la prolifération de cyanobactérie est favorisée.

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 la Tour (source : ATHOS Environnement)

Date	[NO ₃ ⁻] mg/L	[PO ₄] mg/L	[NH ₄ ⁺] mg/L	P-[PO ₄] µg/L	
13/07/2012	1,02	0,028	0,017	8,98	



Très bonne

Bonne

Moyenne

Mauvaise

Très mauvaise

8.5.2 Qualité physico chimique des affluents

Le plan d'eau est alimenté par la Senouire, qui arrive dans sa partie sud. Une source débouche également à proximité du terrain de volley-ball. Des analyses physico chimiques ont été réalisées sur ces deux alimentations, par temps sec le 13 juillet et par temps pluvieux le 26 novembre. Des prélèvements ont également été effectués sur la Senouire, avant son entrée dans l'étang du Pironnet (Figure 36).

Les deux buses pluviales présentes à proximité de la zone de baignade sont immergées. Aucun prélèvement n'a pu être effectué lors de la sortie par temps sec. En revanche, le 26 novembre, lors de la sortie par temps pluvieux, le plan d'eau était à sec et les deux exutoires pluviaux ont pu être prélevés. Aucun prélèvement n'a été effectué sur la source située sur la berge opposée à la zone de baignade.

³ S.E.Q Eau : Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau

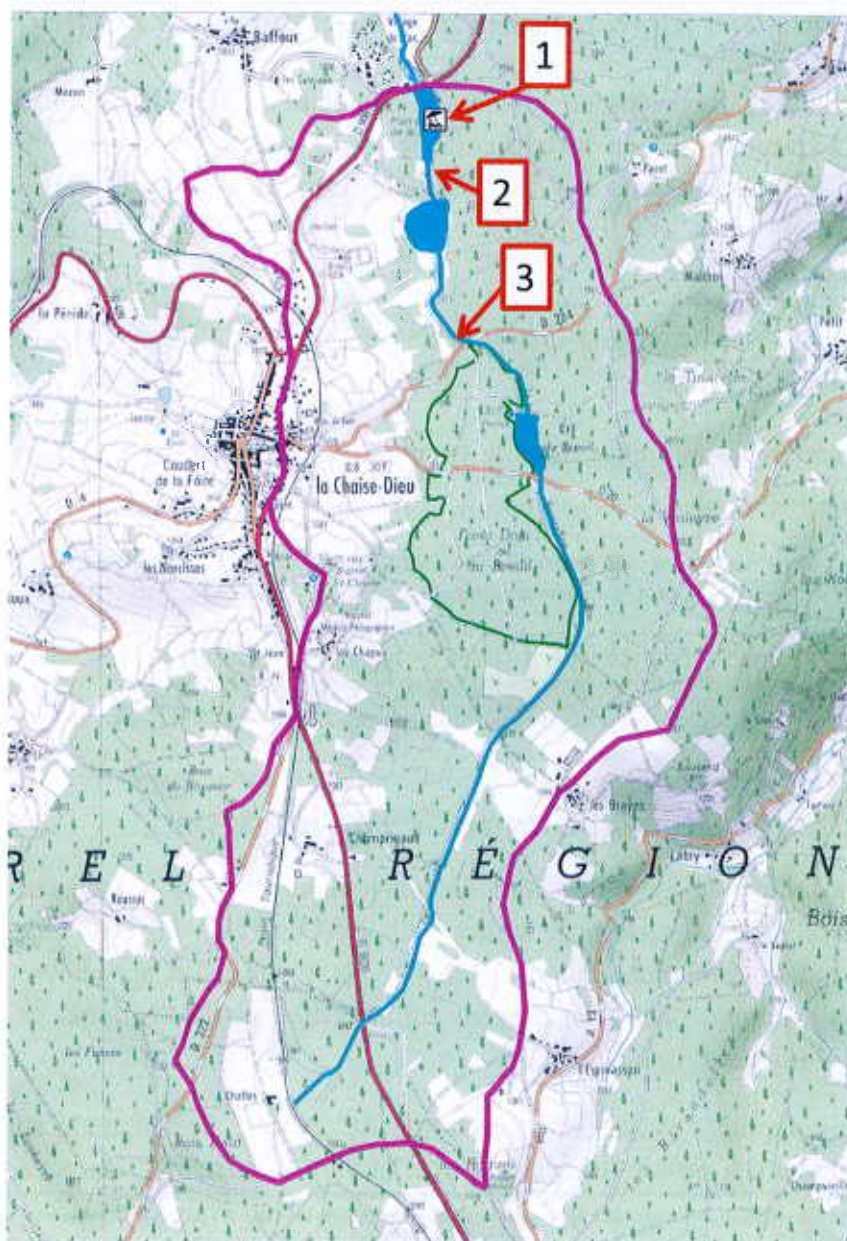


Figure 36 : Localisation des prélèvements physico-chimiques (Source : ATHOS Environnement)

Les résultats des deux campagnes sont présentés dans le
Tableau 17.

Tableau 17 : Concentrations en nutriments sur les affluents du plan d'eau de la Tour (Source : ATHOS Environnement)

Date	Lieu de prélèvement	[NO ₃ ⁻] mg/L	[PO ₄] mg/L	[NH ₄ ⁺] mg/L	P-[PO ₄] µg/L
13/07/2012 – Sortie temps sec	1 : Source	1,02	0,06	0,029	20,96
	2 : Senouire à son entrée dans le plan d'eau de la Tour	0,54	0,06	0,029	19,47
	3 : Senouire avant son entrée dans l'étang du Pironnet	1,41	0,08	0,014	28,45
26/11/2012 – Sortie temps pluvieux	1 : Source	2.04	0.005	0.012	1.5
	2 : Senouire à son entrée dans le plan d'eau de la Tour	0.05	0.005	0.046	1.5
	3 : Senouire avant son entrée dans l'étang du Pironnet	1.14	0.032	0.043	10.5
	4 : Exutoire pluvial gauche	0.50	0.028	0.073	9
	5 : Exutoire pluvial droit	1.74	0.004	0.07	1.2

	Très bonne
	Bonne
	Moyenne
	Mauvaise
	Très mauvais

Les affluents du plan d'eau de la Tour sont de très bonne qualité globalement et ne révèlent pas de concentrations importantes en nutriments dans l'eau.

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, CO₂) 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).

8.6.2 Risque sur la baignade du plan d'eau de la Tour

Aucune prolifération de macro-algues n'a été signalée sur le plan d'eau de la Tour.

9 INVENTAIRE DES SOURCES DE POLLUTION

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

A l'inverse, les **pollutions dites « ponctuelles », ou canalisées** sont 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 entraîneront la mise en charge et l'exondation du réseau.

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

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

9.1 Ecoulements naturels

*Les cours d'eau drainent naturellement des microorganismes et des nutriments tels que les matières azotées et phosphorées nécessaires au développement de la vie aquatique. Les concentrations en nutriments sont faibles et évoluent au cours des saisons. C'est pourquoi **des apports additionnels vont perturber le milieu récepteur**, puisqu'ils vont mettre à disposition une quantité de 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 la Tour est alimenté par la Senouire et une source présente à proximité du terrain de volley-ball (Figure 37). Deux buses pluviales rejettent également les eaux de ruissellement à proximité de la zone de baignade. L'ensemble de ces sources d'alimentation constituent des vecteurs plus ou moins importants de pollution, puisqu'elles drainent vers le plan d'eau l'ensemble des eaux superficielles de la zone d'étude.

Le débit des alimentations est tributaire des précipitations, ainsi, lors de fortes précipitations (orages en été et fonte des neiges), les surfaces sont lessivées, les polluants accumulés sont remis en suspension et drainés jusqu'au plan d'eau.



Figure 37 : Photographies des principaux apports au plan d'eau de la Tour

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

9.2 Contexte de l'assainissement

Sources et références : Mairie de la Chaise-Dieu

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).

Sur le bassin versant du plan d'eau, l'assainissement est essentiellement **de type collectif**.

L'ensemble des habitations du bourg de la Chaise-Dieu est raccordé au réseau collectif d'eaux usées. Seuls les hameaux de Champrigaud et de Chelles sont en assainissement non collectif.

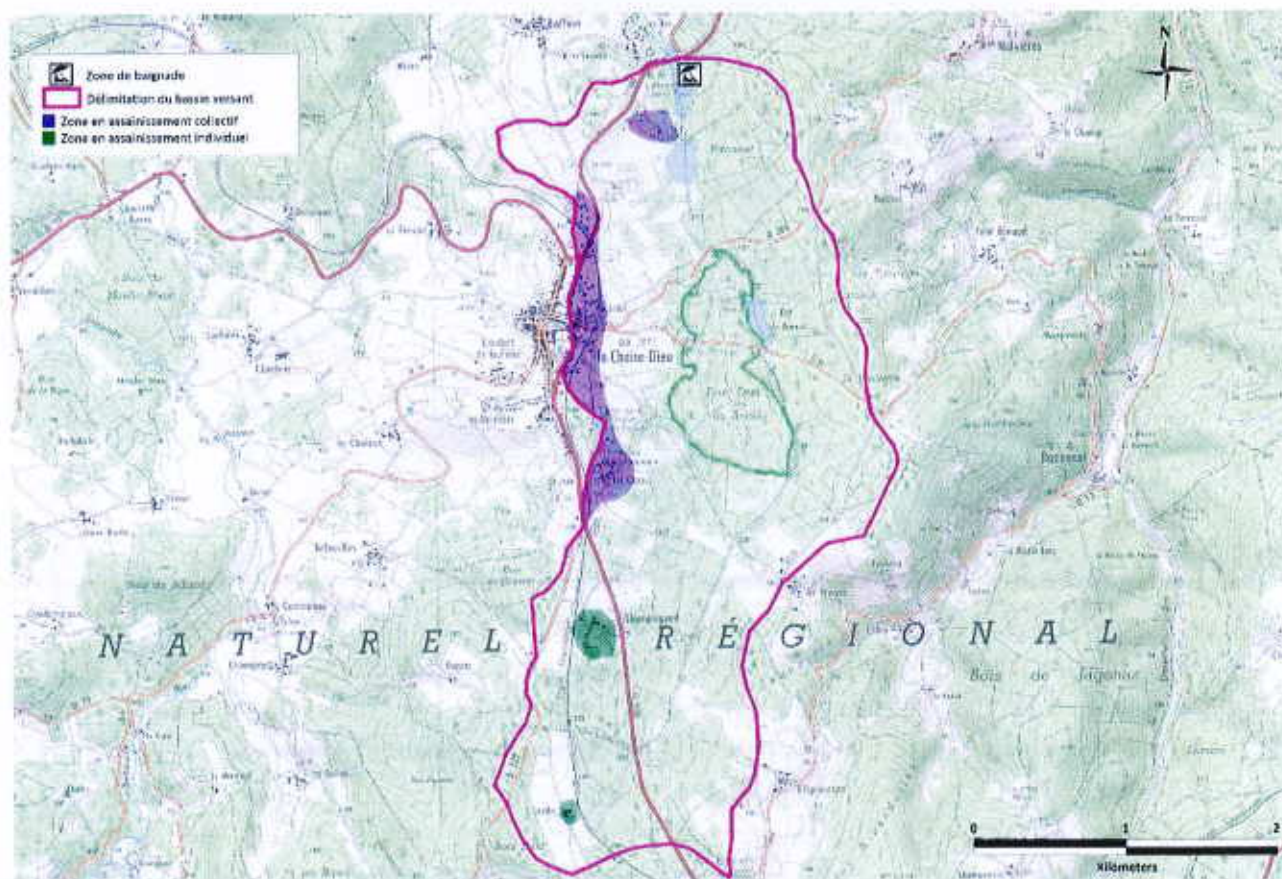


Figure 38 : Assainissement sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour (Source : Mairie de la Chaise-Dieu)

9.2.1 Assainissement collectif

Le bourg de la Chaise-Dieu est en totalité raccordé au **réseau d'assainissement collectif**. L'ensemble des effluents bruts sont acheminés vers la **station d'épuration**, située à l'ouest de la commune, en dehors de la zone d'étude (Figure 39). Celle-ci dispose d'une capacité de

3 000 EH et d'un traitement de type **boues activées à aération prolongée**. Trois postes de **relèvement** sont présents sur le bassin versant.

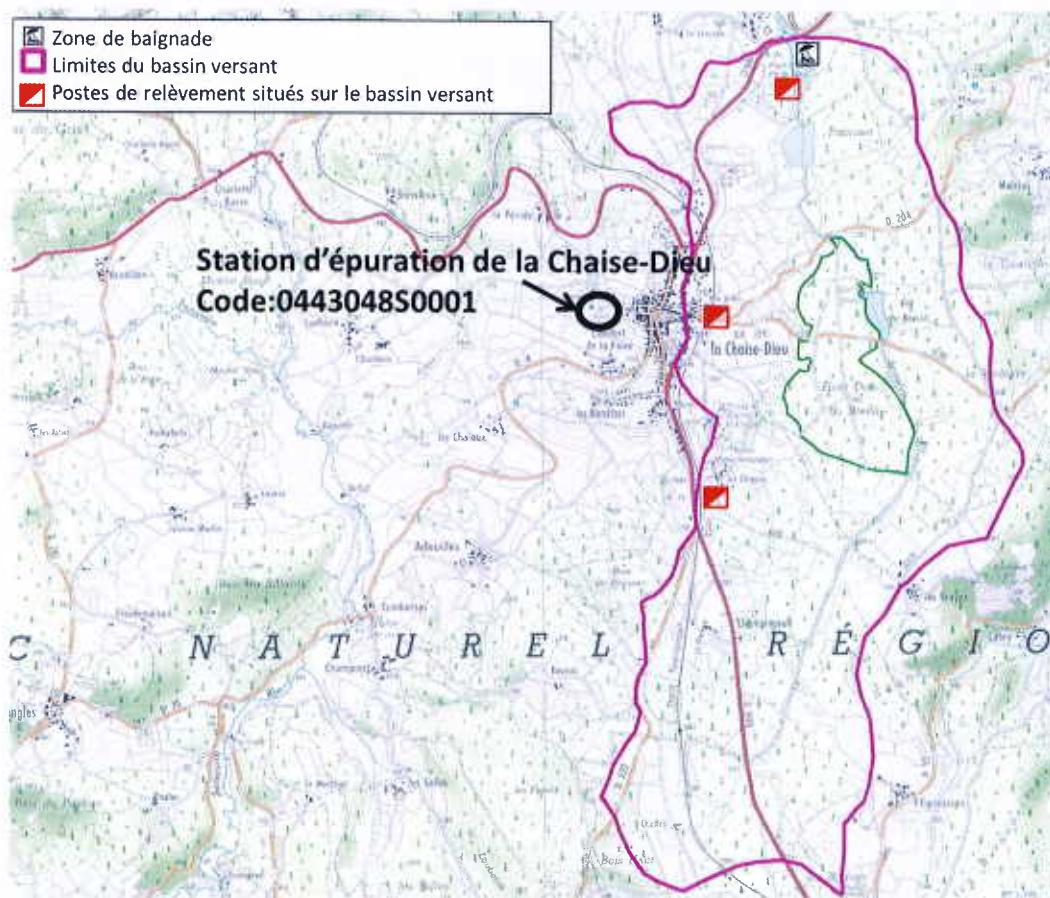


Figure 39 : Localisation de la station d'épuration de la Chaise-Dieu

Le **camping des Prades** est également raccordé au **réseau d'assainissement collectif** du bourg. Il en est de même pour le **village vacances**. Il est à noter que ce dernier n'est pas situé sur la zone d'étude, toutefois, les effluents sont acheminés vers le poste de **refoulement** situé à proximité du camping avant d'arriver à la station d'épuration. Ce poste de **refoulement** collecte les effluents à la fois du **village vacances** et du **camping** (Figure 40). Deux pompes permettent de relever les effluents en provenance du camping et une seule relève les eaux brutes qui proviennent du village vacances. En cas de coupure d'électricité, aucun groupe électrogène n'est présent pour assurer le refoulement des effluents. Le poste de relèvement n'est pas équipée d'une télésurveillance, seule une lampe témoin est présente pour alerter en cas de surverse. **Aucune bêche tampon n'est installée. En cas de surcharge du réseau, le poste déborde (ce qui arrive environ 1 fois par an) conduisant à l'écoulement direct des eaux non traitées vers le milieu superficiel.**

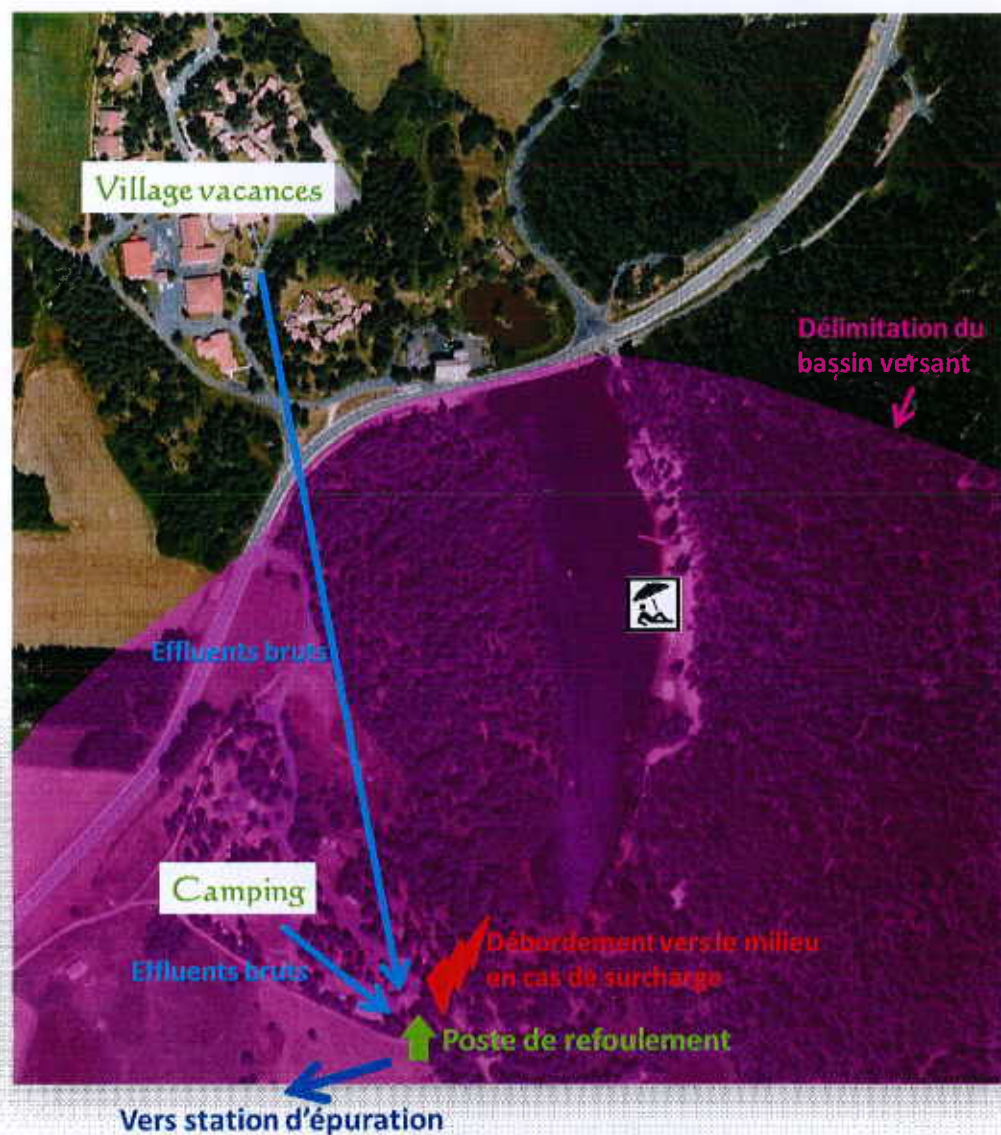


Figure 40 : Localisation du poste de refoulement du camping et du village vacances



Figure 41 : Photographie du poste de refoulement du camping (Source : ATHOS Environnement 2012)

Le bar/snack présent à proximité de la plage ne disposerait *a priori* **d'aucun système d'assainissement**. Les effluents bruts sont collectés et rejetés **dans la Senouire en aval du plan d'eau. Un risque de pollution est tout de même envisageable en cas de rupture de canalisation.**

L'ensemble du bourg de la Chaise-Dieu est en assainissement collectif. Les effluents bruts sont collectés et acheminés vers la station d'épuration. Celle-ci est située en dehors du bassin versant et ne constitue donc pas un risque de contamination pour la baignade. En revanche, différents postes de relèvement sont présents sur la zone d'étude et constituent une source de contamination potentielle en cas de débordement. Le poste de refoulement du camping constitue tout particulièrement un « point noir », les débordements observés ayant lieu à proximité immédiate du plan de la Tour.

9.2.2 Assainissement non collectif (ANC)

Les installations d'assainissement non collectif non conformes présentent un risque de contamination bactériologique et physico-chimique de l'eau. Leur impact est d'autant plus marqué que le rejet se fait dans un cours d'eau ou un fossé, sans filtration par le sol.

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

Un Service Public d'Assainissement Non Collectif (SPANC) existe et est porté par le **Syndicat de Gestion des Eaux du Livradois**, en charge du contrôle des installations d'assainissement individuel. Sur le bassin versant, le **hameau de Champrigaud** sur la commune de la Chaise-Dieu et le **hameau de Chelles** sur la commune de Sembadel ne sont pas raccordés au réseau d'assainissement collectif. Concernant les 7 habitations du hameau de Champrigaud, aucun diagnostic n'a été effectué pour le moment. Il en est de même pour l'habitation au lieu-dit Chelles. **En conséquence, nous considérerons que l'ensemble des habitations en assainissement non collectif sont non conformes et présentent un risque de pollution.**

En raison de l'absence de données concernant la conformité des installations d'assainissement non collectif sur le bassin versant, nous considérerons que l'ensemble des habitations non raccordées au réseau collectif est non conforme et donc susceptible de générer des pollutions.

9.3 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 sur les toits. Selon l'Agence de l'Eau Seine Normandie, la concentration en germes témoins de contamination fécale dans les eaux de ruissellement d'eau pluviales est comprise entre 10^4 et 10^6 UFC⁴/100ml.

Nous nous intéresserons uniquement aux eaux pluviales canalisées débouchant directement dans le plan d'eau. **Les eaux de ruissellement du parking sont collectées par deux buses pluviales**, débouchant directement dans le plan d'eau, à proximité immédiate de la baignade (Figure 42). Celles-ci sont immergées. Elles ont tout de même pu faire l'objet de prélèvement lors de la campagne temps pluvieux car le plan d'eau était à sec.

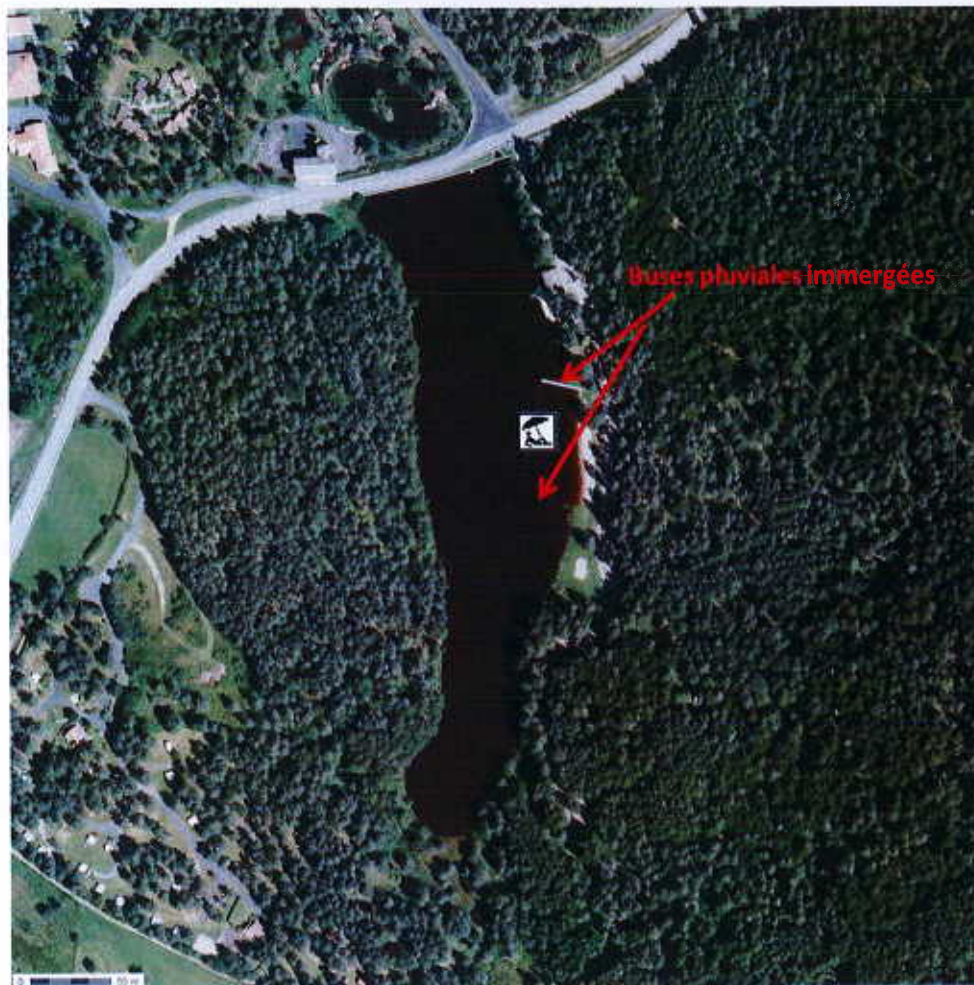


Figure 42 : Localisation des exutoires pluviaux sur le plan d'eau de la Tour

Les eaux de ruissellement sont une source importante de pollution. Le lessivage des surfaces urbaines entraîne de nombreux contaminants dans le réseau pluvial, par exemple les déjections animales présentes sur la chaussée et sur les toits. Corre *et al*, 1999 indiquent que l'apport en contaminants des eaux de ruissellement est de 10^3 à 10^4 fois supérieur aux normes impératives de qualité des eaux de baignade. **Lors de nos visites sur le terrain, nous avons observés de nombreux crottins de cheval sur le sentier longeant l'aire de pique-nique.**

⁴ Unité Formant Colonie : Unité utilisée en microbiologie pour dénombrer les germes. On considère que 1 UFC = 1 bactérie.

Lors d'épisodes pluvieux, ceux-ci sont susceptibles d'être lessivés vers le parking et atteindre le réseau pluvial puis la baignade (Figure 43).



Figure 43 : Présence de crottins sur les sentiers susceptibles d'être lessivés vers le plan d'eau (Source : ATHOS Environnement 2012)

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

Les eaux pluviales drainant les sentiers et le parking sont sources de contamination, d'autant plus qu'elles débouchent à proximité immédiate de la zone de baignade.

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 30 et 20% sur les communes de la Chaise-Dieu et Malvières entre 2000 et 2010. En revanche, il est resté inchangé sur les communes de Bonneval et Sembadel.

✓ Les sièges d'exploitation :

Trois exploitations agricoles sont recensées sur la zone d'étude : deux se situent sur la commune de la Chaise-Dieu (Quartier Benaud et Champrigaud), la troisième se trouve au lieu-dit Les Brayes sur la commune de Bonneval (Figure 44).



Figure 44 : Localisation et photographies des exploitations présentes sur le bassin versant.

Le dossier d'enquête publique pour la protection et l'autorisation des captages d'eau (Mars 2008) préconisait le diagnostic des stabulations de Champrigaud et des Brayes. Nous ne disposons actuellement d'aucune information sur la réalisation de ce diagnostic.

✓ Le pâturage

Sur le bassin versant, les prairies permanentes couvrent 98,4 hectares et les prairies temporaires 30 hectares, ce qui représentent au total 15% de la superficie totale du bassin. Lors de nos visites sur le terrain, nous avons pu observer de nombreux points de pâturage (Figure 45). L'accès du bétail aux cours d'eau pour l'abreuvement n'est pas toujours limité. Il en résulte des points de piétinement et de stationnement de bovins dans les cours d'eau, ainsi que des risques de lessivage des déjections vers les cours d'eau en raison de l'absence de bandes tampon sur certaines berges.



Figure 45 : Pâturage sur le bassin versant (à gauche à proximité de l'exploitation des Brayes, à droite à proximité immédiate du plan d'eau de la Tour) (Source : ATHOS Environnement)

Le nombre d'UGB présents sur le bassin versant a été estimé à 105, en tenant compte de la surface de prairies et la charge d'UGB/ hectare sur les communes (Tableau 18).

Tableau 18 : Nombre d'UGB estimés sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour

Commune	Nombre d'exploitation	SAU (hectares)	Nombre d'UGB par commune	Nombre d'UGB par hectare	Surface de prairies permanentes par commune	UGB sur le bassin versant
La Chaise-Dieu	9	496	501	1.01	62.80	63
Bonneval	6	259	307	1.19	13.48	16
Sembadel	9	284	321	1.13	21.60	24
Malvières	4	172	471	2.74	0.49	1
TOTAL						105

Après concertation avec le maire de la Chaise-Dieu, ce chiffre a été jugé sous estimé. Le nombre d'UGB a donc été fixé à 150.

✓ Les épandages

Nous ne disposons d'aucune information concernant les épandages sur le bassin versant. Cependant, au vu de la présence de fumières, que nous avons pu observer lors de nos visites sur le terrain (Figure 46), il semblerait que des épandages ont lieu sur la zone d'étude.



Figure 46 : Fumières présentes sur le bassin versant à proximité de la déchetterie

→ **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.

Il est à noter que le pâturage et l'épandage sont interdits dans le périmètre de protection rapprochée des captages d'eau de l'étang du Breuil. Cette interdiction n'est pas une grande contrainte aux regards de l'occupation des sols. En effet, le périmètre de protection rapprochée est essentiellement recouvert par des forêts, la totalité des prairies pâturées étant situées en dehors de ce territoire.

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 la Tour.

9.5 Les exploitations forestières

Il est à signaler les exploitations forestières sont nombreuses 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 47 : Exploitation forestière présente sur le bassin versant (Source : ATHOS Environnement)

9.6 Sources potentielles de pollutions ponctuelles et/ou accidentelles

9.7 Conditions d'accès des animaux à la plage

Source : Mairie de la Chaise-Dieu / observations in situ

9.7.1 Les animaux domestiques

Les animaux domestiques sont interdits sur la zone de baignade du 1^{er} Mai au 1^{er} Octobre par prise d'un arrêté municipal datant du 8 février 2011. C'est la gendarmerie de la Chaise-Dieu qui a en charge de faire respecter cette interdiction.

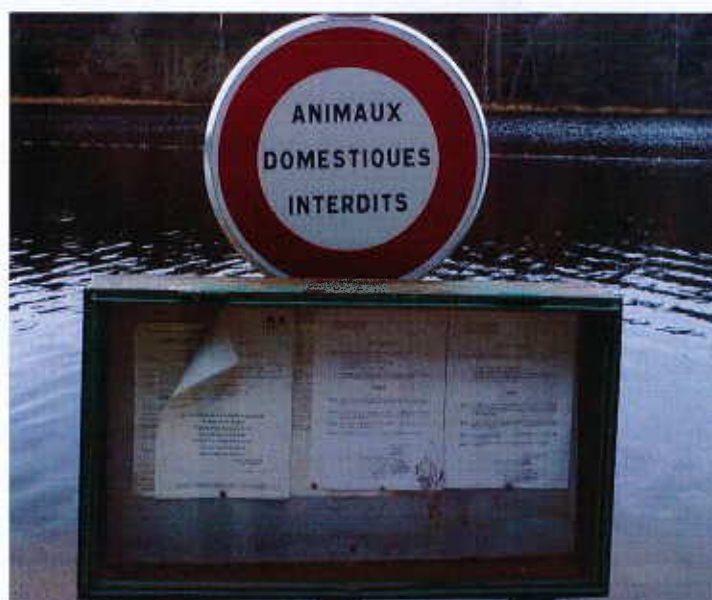


Figure 48 : Photographie de la signalisation rappelant la réglementation sur la zone de baignade du plan d'eau de la Tour (Source : ATHOS Environnement 2012)

La présence d'animaux sur la plage peut être source de pollution. Le fait qu'ils soient interdits limite cependant le phénomène, sous réserve du respect de l'interdiction.

9.7.2 La faune sauvage

Les rongeurs

La présence de rongeurs sur le pourtour du plan d'eau n'a pas été signalée par la mairie.

Les oiseaux

Le plan d'eau de la Tour est très peu fréquenté par les oiseaux aquatiques. Leur implantation n'est pas favorisée en raison de l'absence de macrophytes. Un élevage de canards est présent sur une lagune à l'aval immédiat du plan d'eau mais les individus sont désaillés et ne sont donc pas susceptibles de fréquenter la zone de baignade.



Figure 49 : Elevage de canards à l'aval du plan d'eau

L'avifaune représente non seulement une source potentielle de contamination fécale, mais aussi un risque de propagation de « dermatite du baigneur ». Cependant, ils sont peu fréquents sur le plan d'eau de la Tour.

9.7.2.1 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'infiltrant normalement à travers la peau des oiseaux pour s'y développer jusqu'au stade adulte (hôte définitif). Certains peuvent également contaminer les

baigneurs, qui deviennent alors des hôtes accidentels. La figure suivante résume le cycle de développement du ver parasite.

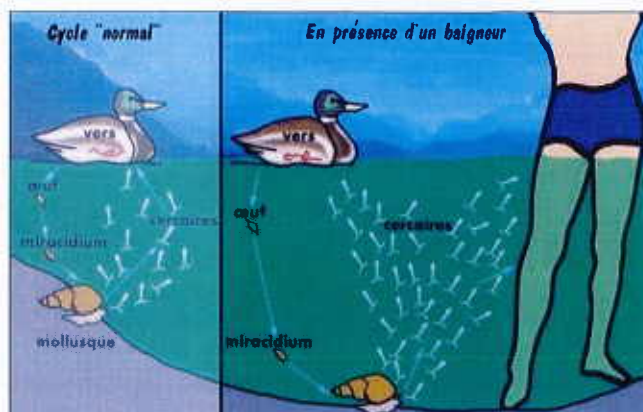


Figure 50 : Cycle de développement du parasite responsable de la dermatite du baigneur

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 irrptions 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 la Chaise-Dieu. La faible fréquentation de la zone de baignade par les oiseaux aquatiques semble d'autant plus limiter le risque d'apparition de cette infection.

9.7.2.2 *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 $>39^{\circ}$), de l'apparition brutale de **douleurs musculaires, articulaires, abdominales et de forts maux de tête**. La maladie peut s'aggraver 4 à 5 jours après les premiers signes et s'étendre aux méninges, au foie, aux reins, aux poumons...

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 la Chaise-Dieu. 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.

9.8 Pêche et population piscicole

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

9.8.1 Pollution d'origine halieutique

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

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

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

Même si elle n'est pas interdite, la pêche reste une pratique marginale sur le plan d'eau de la Tour, en raison de l'absence de poissons. En revanche, elle est beaucoup plus fréquente sur l'étang du Breuil. Sur celui-ci l'amorçage est interdit, la signalisation est bien visible (Figure 51).



Figure 51 : Réglementation de la pêche sur l'étang du Breuil

Les apports nutritifs via les amorces peuvent avoir un impact non négligeable sur la qualité de l'eau du plan d'eau de la Tour. Cependant, la pêche étant faiblement pratiquée sur le plan d'eau de la Tour, les risques restent limités. L'interdiction de l'amorçage sur l'étang du breuil, en amont du plan d'eau, constitue un point positif, contribuant à la préservation d'une bonne qualité physico chimique de l'eau.

10.2.2 Gestion piscicole et qualité de l'eau

La carpe, la tanche et la brème sont des espèces fouisseuses. Cela signifie qu'elles brassent le sédiment pour trouver leur nourriture. De ce fait, elles contribuent à **remettre en suspension** des particules qui, en fonction des conditions, peuvent conduire à une augmentation de la turbidité de l'eau, un réchauffement de l'eau et la mise à disposition de **nutriments** adsorbés sur les particules sédimentaires, **favorables à la prolifération des cyanobactéries.**

La présence de certaines espèces piscicoles est donc un facteur aggravant pour les proliférations de cyanobactéries. La gestion piscicole du plan d'eau tient donc sa part d'importance dans le maintien d'une qualité sanitaire favorable. Le classement des étangs en première catégorie piscicole limite la présence d'espèce de cyprinidés fouisseurs plutôt inféodées aux milieux de seconde catégorie.

9.9 Baignade

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

9.10 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, et vers l'aire de pique-nique. En saison estivale, elles sont ramassées deux fois par semaine, l'après-midi.

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

Aucun macro-déchets flottants ou sur les abords du plan d'eau n'ont été signalés.

10 SYNTHÈSE DES SOURCES DE POLLUTIONS POTENTIELLES SUR LA BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE LA TOUR

Trois types de pollutions/risques sont susceptibles d'affecter les baignades :

- **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 la Tour est alimenté par la **Senouire** dans sa partie sud et **une source**, débouchant à proximité de la zone de baignade. Ces écoulements ne sont pas la source de pollution à proprement parler, ils sont le **vecteur des polluants occasionnés par les activités anthropiques**.

L'assainissement :

- Le bourg de la Chaise-Dieu est en **assainissement collectif**, l'ensemble des effluents bruts sont collectés et acheminés vers **la station d'épuration située en dehors de la zone d'étude**. Celle-ci ne constitue donc pas un risque de contamination pour la baignade. En revanche, **le poste de refoulement du camping et du village vacances** constitue une source de contamination, de par sa proximité avec le plan d'eau.
- **Les hameaux de Champrigaud et Chelles** ne sont pas raccordés au réseau d'assainissement collectif. En raison de l'absence de données sur la conformité des installations, nous considérerons que **les 8 habitations concernées ne sont pas conformes et donc susceptibles de générer des pollutions**.
- Le **bar/snack** ne dispose **d'aucun système d'assainissement**, les effluents bruts étant directement rejetés dans la Senouire, à l'aval du plan d'eau. **Un risque de pollution est possible en cas de rupture de canalisation**.

Les eaux pluviales :

- **Deux exutoires pluviaux** collectent les eaux de ruissellement du parking et de la zone de loisirs. Ils débouchent directement dans le plan d'eau à **proximité immédiate de la zone de baignade**.

Les activités agricoles :

- **Trois 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 la Tour.**

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'entraîne pas un risque de pollution bactériologique, mais **physico chimique**. **La pratique de cette activité étant quasi nulle sur le plan d'eau, le risque est considéré comme très limité.**

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 entraîner des complications pour les baigneurs. Même si aucun cas n'a été signalé, une prévention efficace permettra de prévenir les complications pouvant en résulter. Veiller à la non-prolifération des macroalgues permettra de pallier l'implantation de limnées vers la zone de baignade.

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 présentée ci-dessous (Figure 52), 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.

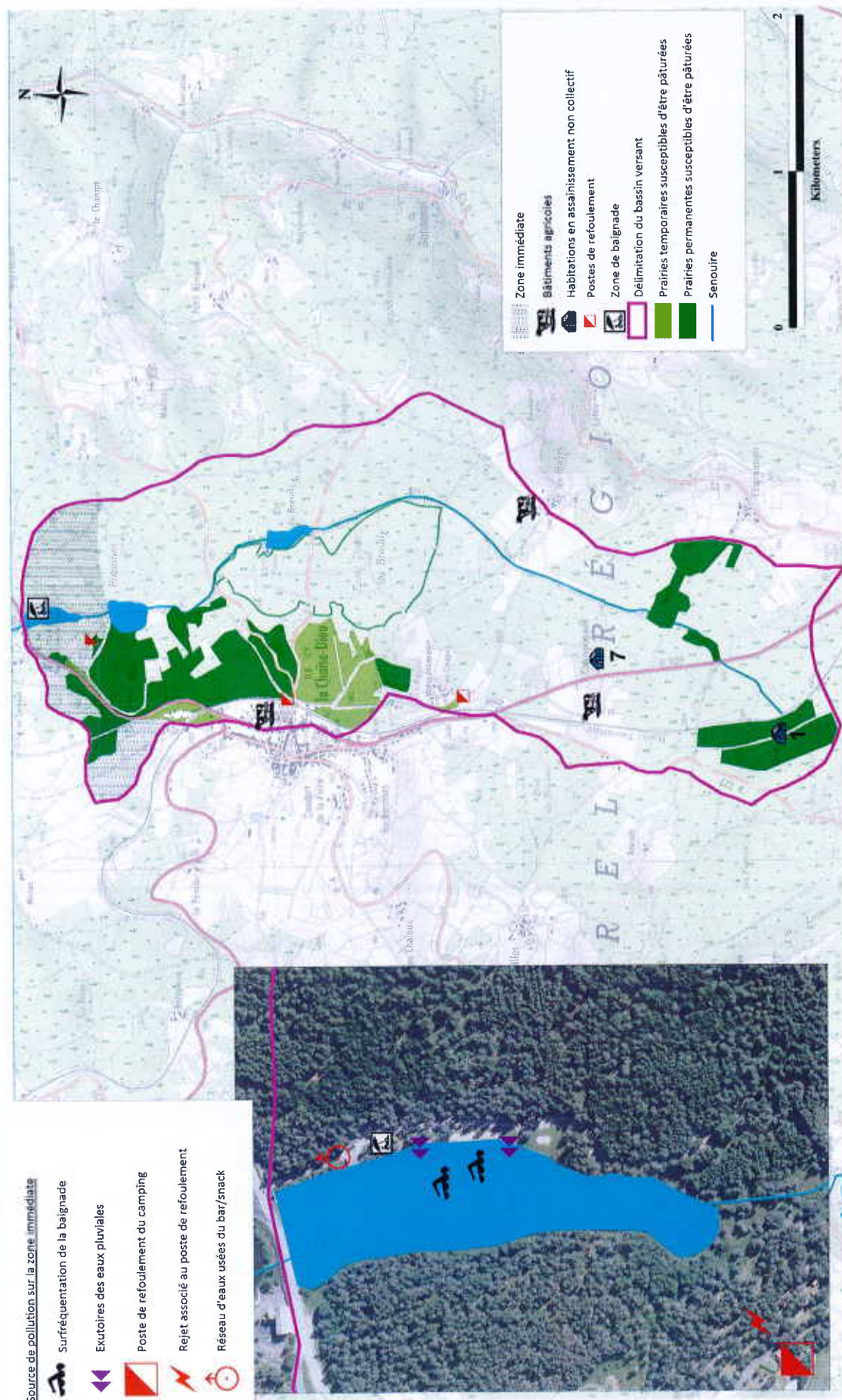


Figure 52 : Cartographie des sources de pollution bactériologique potentielles sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour (Sources : IGN-CRAIG, Corin Land Cover 2006, Mairie de la Chaise-Dieu)

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 POLLUTION BACTERIOLOGIQUES

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

11.1 Ecoulements naturels

Deux campagnes de prélèvement bactériologiques ont été réalisées. Une par temps sec (le 13 juillet 2012), et une par temps pluvieux (le 26 novembre 2012).

Tableau 19 : Résultats d'analyses bactériologiques lors des campagnes par temps sec et pluvieux

	Temps sec (13 juillet 2012)			Temps pluvieux (26 novembre 2012)		
	<i>E.Coli</i> / 100 ml	Entérocoques / 100 ml	Débit (l/s)	<i>E.Coli</i> / 100 ml	Entérocoques / 100 ml	Débit (l/s)
Zone de baignade	734	< 15	-	-	-	-
Source	1 620	< 15	-	1 200	15	1,8
Arrivée Senouire	45	15	45	30	15	63,5
Buse pluviale 1 (droite face au plan d'eau)	-	-	-	460	230	-
Buse pluviale 2 (gauche face au plan d'eau)	-	-	-	1 500	61	-

La source qui débouche à proximité de la zone de baignade est à l'origine d'un apport non négligeable de germes bactériens, que ce soit en temps sec ou en temps pluvieux.
 La buse pluviale gauche apporte également une quantité d'*E. coli* importante.
 Les concentrations bactériennes observées à l'arrivée de la Senouire dans le plan d'eau sont quant à elles très faibles.

11.2 Assainissement collectif

Le risque de contamination bactériologique lié à l'assainissement collectif concerne les défauts d'étanchéité du réseau, une casse accidentelle du réseau de collecte et les surverses des postes de relèvement. Parmi eux, le poste de refoulement du camping et du village vacances constitue tout particulièrement un risque de pollution de par sa proximité avec le plan d'eau. Toutefois, les débordements de ce poste de refoulement restent relativement rares (1 fois par an) mais ont lieu toujours en période estivale.

Une note technique a été définie d'après la grille de détermination proposée en 2008 par IRH-SAUR et Mare Clean, figurant dans les annexes du guide de l'AESN. Cette note prend en compte un certain nombre de paramètres comprenant l'aspect technique, la surveillance, la présence d'eaux parasites et le risque d'inondation permettant l'obtention d'une note équipement. Celle-ci est multipliée par un coefficient dépendant du type de transfert et de la distance au milieu récepteur. La note technique ainsi obtenue (permettant d'évaluer le risque pour le poste de relèvement du camping et du village vacances est de **176** (*note minimum 6 – note maximum 326*). Notons toutefois que concernant les paramètres pour lesquels aucune information n'était disponible, la situation la plus défavorable a été retenue.

TECHNIQUE		Pompe de secours		Permutation des pompes		Groupe électrogène		Bâche tampon		Trop plein			Débit mensuel moyen (m3/mois)		SURVEILLANCE		Alarme Niveau Haut		Télesurveillance		Défaut EDF		Défaut aérojecteur		Défaut ligne T.L.S		PARTICULARITES		Eaux parasites		Risque d'inondation	
	Oui	Non		Automatique	Manuelle	Total	Partiel	Absence	Présence	Absence	Absence	Présence	Débordement sur réseau	0 < Q < 300	300 ≤ Q < 1500	Q > 1500	< 4 par an	de 4 à 10 par an	> 10 par an	Présence	Absence	< 3 par an	> 3 par an	< 4 par an	≥ 4 par an	< 3 par an	> 3 par an	Présence	Absence	Oui	Non	
	1	10	1	10	1	5	10	1	10	1	20	20	1	5	10		1	2	3	1	20	1	10	1	10	1	10	20	1	20	1	
	x			x			x		x		x			x			x				x		x		x	x		x		x		
Type de transfert										Distance au milieu										COEFFICIENT		NOTE TECHNIQUE										
Ruissellement infiltration		Pluvial ouvert végétalisé		Pluvial ouvert		Mixte (pluvial ouvert et canalisé)		Pluvial canalisé		Direct vers cours d'eau		Direct vers le lac		> 1000 m		entre 500 et 1000 m		entre 100 et 500 m														< 100 m
0	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1	0.25	0.5	0.75	1																						
x																	x					1.20	176									

Figure 53 : Détermination de la note de criticité du poste de refoulement du camping et du village vacances (Source : Mairie de la Chaise-Dieu)

La charge bactériologique imputable aux défauts d'étanchéité du réseau d'assainissement collectif ou aux débordements des postes de refoulement est difficilement estimable. Notons toutefois que la charge moyenne retrouvée dans les eaux usées est de 4×10^7 *E.Coli* / 100ml.

11.3 Assainissement non collectif

Les flux bactériologiques imputables aux 8 installations d'assainissement non collectif non conformes sont présentés dans le Tableau 20. Nous considérerons qu'un habitant rejette $2,14\text{E}+09$ *E.coli*/j (valeur guide AESN 2009).

Tableau 20 : Flux bactériologiques journaliers en E.Coli en provenance de l'assainissement autonome potentiellement non conforme sur le bassin du plan d'eau par hameaux (source : Mairie de la Chaise-Dieu)

Lieu-dit	Nombre d'habitations	Nombre d'habitants	Valeurs caractéristiques (Guide AESN) E.Coli/jour	E.Coli/jour potentiellement émis dans le milieu superficiel
Champrigaud	7	17	$2.14\text{E}+09$	$3.64\text{E}+10$
Chelles	1	2	$2.14\text{E}+09$	$4.28\text{E}+09$
TOTAL				$4.07\text{E}+10$
Coefficient de perte vers le milieu				1.00%
TOTAL libéré vers le milieu				$4.07\text{E}+08$

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

Si l'on considère que 1% des particules présentes sur le bassin versant sont susceptibles d'être lessivées lors des précipitations, le flux en provenance des habitations dont l'ANC est non conforme est donc de $4,7\text{E}+08$ *E.Coli*/jour apportées par la Senouire. Il est à noter que ce chiffre ne tient pas compte de l'autoépuration le long du linéaire de la Senouire.

11.4 Les eaux pluviales

Les deux émissaires pluviaux débouchant à proximité de la baignade étant immergés, aucun prélèvement n'a pu être réalisé lors de la campagne par temps sec. En revanche, lors de la sortie temps pluvieux, le plan d'eau était à sec et les buses ont pu être prélevées. Cependant, aucun débit n'a pu être mesuré.

Le guide national pour l'élaboration des profils baignade fait état d'une concentration moyenne allant de 10^3 à 10^6 *E.Coli*/100ml dans les eaux pluviales. La concentration maximale étant rencontrée en cas de forts événements pluvieux, qui entraînent le décapage des surfaces.

11.5 Agriculture

11.5.1 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 **105 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 le plan d'eau. 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** (Tableau 21).

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 du plan d'eau de la Tour

Nombre d'UGB estimé sur le bassin versant	Nombre d'E. coli bruts /jour	Coefficient de perte	E. coli/ j susceptibles d'atteindre le plan d'eau
150	1,61E+12	1%	1,61E+10

En période de temps sec, le risque lié au pâturage demeure si les animaux ont accès sans restriction à la Senouire. 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 lessivées lors des précipitations, le flux total apporté par le pâturage serait de $1,61 \times 10^{10}$ E.Coli/jour. Le piétinement de la Senouire par les bovins engendrera inéluctablement une majoration (non quantifiable) des apports vers le plan d'eau.

11.5.2 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 de la Tour.

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

11.6 Sources de pollution ponctuelles et/ou accidentelles

11.6.1 Risques de contamination par les animaux

La présence de canards, peut entraîner, hormis le risque de dermatite du baigneur, un risque bactériologique en cas de déjections sur la plage ou dans la zone de baignade.

Même si très peu de canards fréquentent le plan d'eau de la Tour, le flux bactériologique potentiel a tout de même été estimé. Il permet de savoir à partir de combien d'individus, le risque de dégradation de la qualité de l'eau est effectif.

Pour cela les hypothèses suivantes ont été émises :

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

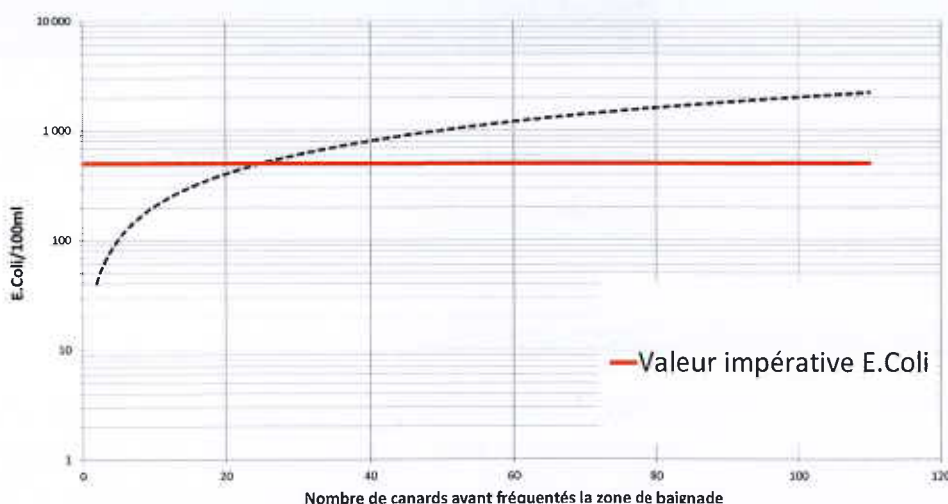


Figure 54 : Estimation des flux bactériens imputables aux canards sur la zone de baignade

Une courbe logarithmique a ensuite été construite (Figure 54) en considérant qu'un canard rejette $3,4 \cdot 10^8$ E.Coli/jour (AESN 2009), et qu'il rejettera la moitié de son quota quotidien **durant la nuit**, sur la zone de baignade.

A partir de 25 canards présents sur la zone de baignade, un risque de dégradation de la qualité de l'eau de baignade apparaît. Une telle affluence est très rare sur le plan d'eau. Le risque de contamination liée aux oiseaux aquatiques est quasi nul. Il sera toutefois à prendre en considération si la fréquentation du site par les canards s'accroît à l'avenir.

11.6.2 La baignade

On distinguera deux types de risque :

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

→ Risque de pollution bactériologique

Lors de la saison estivale, la fréquentation du plan d'eau peut atteindre une cinquantaine de personnes par jour. **Une dégradation significative de la qualité de l'eau de baignade peut être observée à partir de 170 baigneurs (Tableau 22).**

Tableau 22 : Estimation du nombre de baigneurs maximum pour ne pas dépasser les seuils de qualité de l'eau de la Directive 2006/7/CE

	<i>E. coli</i>	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	210	170

Il existe un risque de dégradation bactériologique de l'eau de baignade en cas de forte affluence. Celui-ci intervient à partir de 170 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 entraîner 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 m³ / baigneur si la surface de baignade est > 5 000 m²
- 15 m³ / baigneur si la surface de baignade est comprise entre 1 500 et 5 000 m²
- 10 m³ / baigneur si la surface de baignade est < 1 500 m²

La baignade du plan d'eau de la Tour couvre une **superficie de 2 100 m²**. Le seuil minimal recommandé est donc de 15 m³ / baigneur. Sachant que le volume de la zone de baignade est de 840 m³, le risque intervient au-delà de **55 baigneurs**.

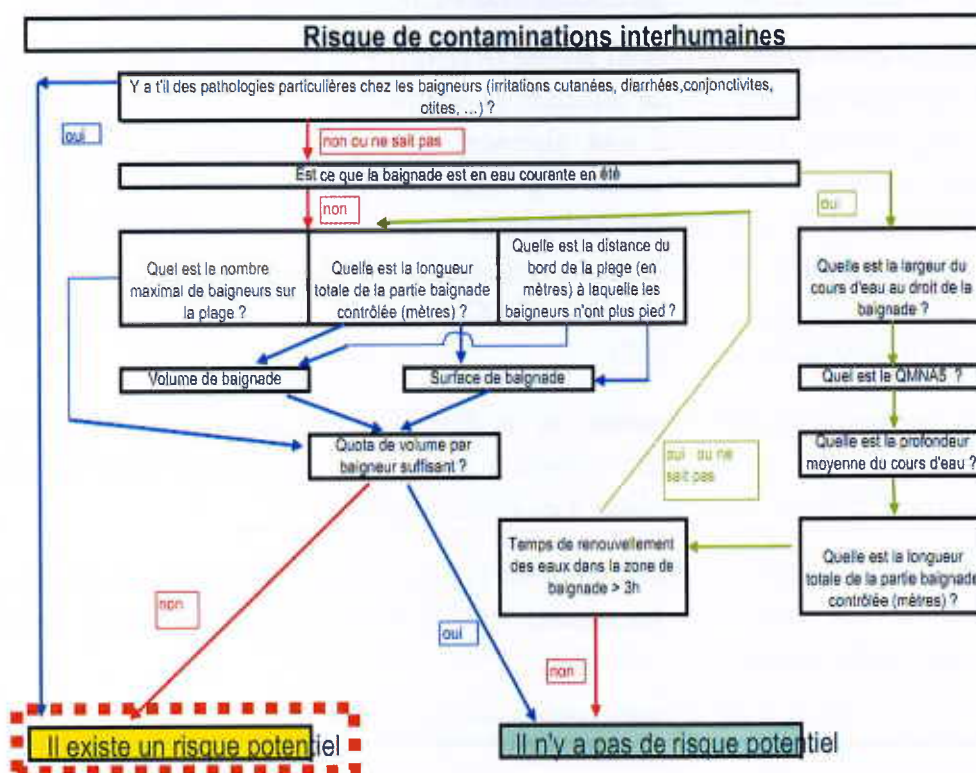


Figure 55 : Diagramme décisionnel visant à identifier le risque de contamination interhumaine lors de la baignade (source AELB/SAFEGE)

Le risque de contamination inter-humaine est avéré à partir d'une fréquentation de plus de 55 baigneurs.

12 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.

12.1 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).

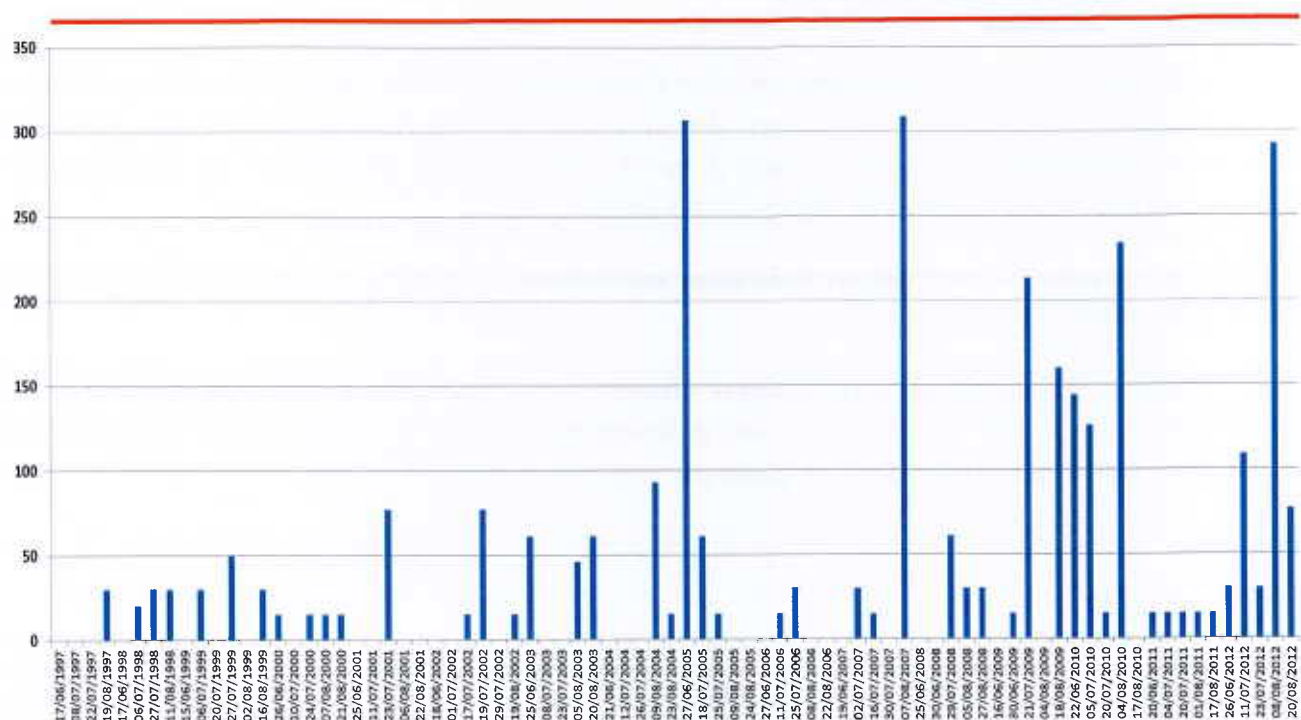
Il suffit que le résultat de dénombrement sur un des indicateurs dépasse la valeur seuil retenue pour que l'échantillon soit considéré comme « recalé » et qu'une procédure de gestion soit déclenchée (plus de détail dans la phase 3 du présent profil).

La définition d'une pollution à court terme sur la zone de baignade tient compte des données microbiologiques de l'ARS pour les saisons 1997 à 2012 (Figure 56). Chaque analyse a été comparée aux seuils AFSSET.

Un seul et unique dépassement des seuils AFSSET a eu lieu sur le plan d'eau de la Tour. En effet, le 17 juillet 2002, la concentration en entérocoques a atteint 3 421 UFC / 100 mL.

✓ Paramètre E. coli

Seuil AFSSET – 1 800 E. coli/100 mL



✓ Paramètre Entérocoques

Seuil AFSSET – 660 entérocoques/100mL

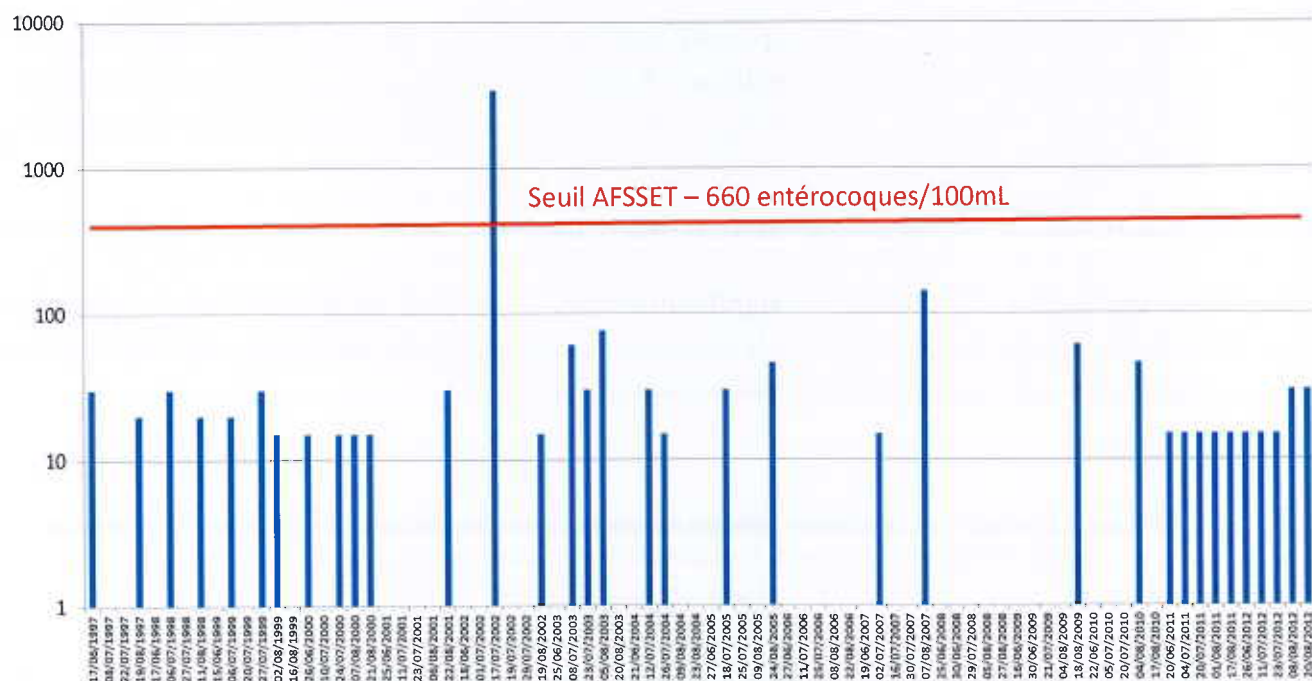


Figure 56 : Répartition des analyses bactériologiques au regard des seuils fixés par l'AFSSET sur la baignade du plan d'eau de la Tour (sources : ARS 43, AFSSET) NB : échelle logarithmique

12.2 Définition d'indicateurs de contamination

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.

La pluviométrie est l'unique indicateur exploitable à l'heure actuelle sur la baignade du plan d'eau de la Tour.

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

Figure 57).

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.

Il existe une **force d'association significative** entre le **paramètre Entérocoques** et **pluie de de l'avant-veille** (environ 48% de la variabilité du paramètre Entérocoques peut être liée à la pluviométrie de l'avant-veille du prélèvement).

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 du plan d'eau de la Tour.

	pluie JJ	pluie J-1	pluie J-2
Ecoli	-0.01	0.17	0.03
Entér.	-0.04	0.02	0.48

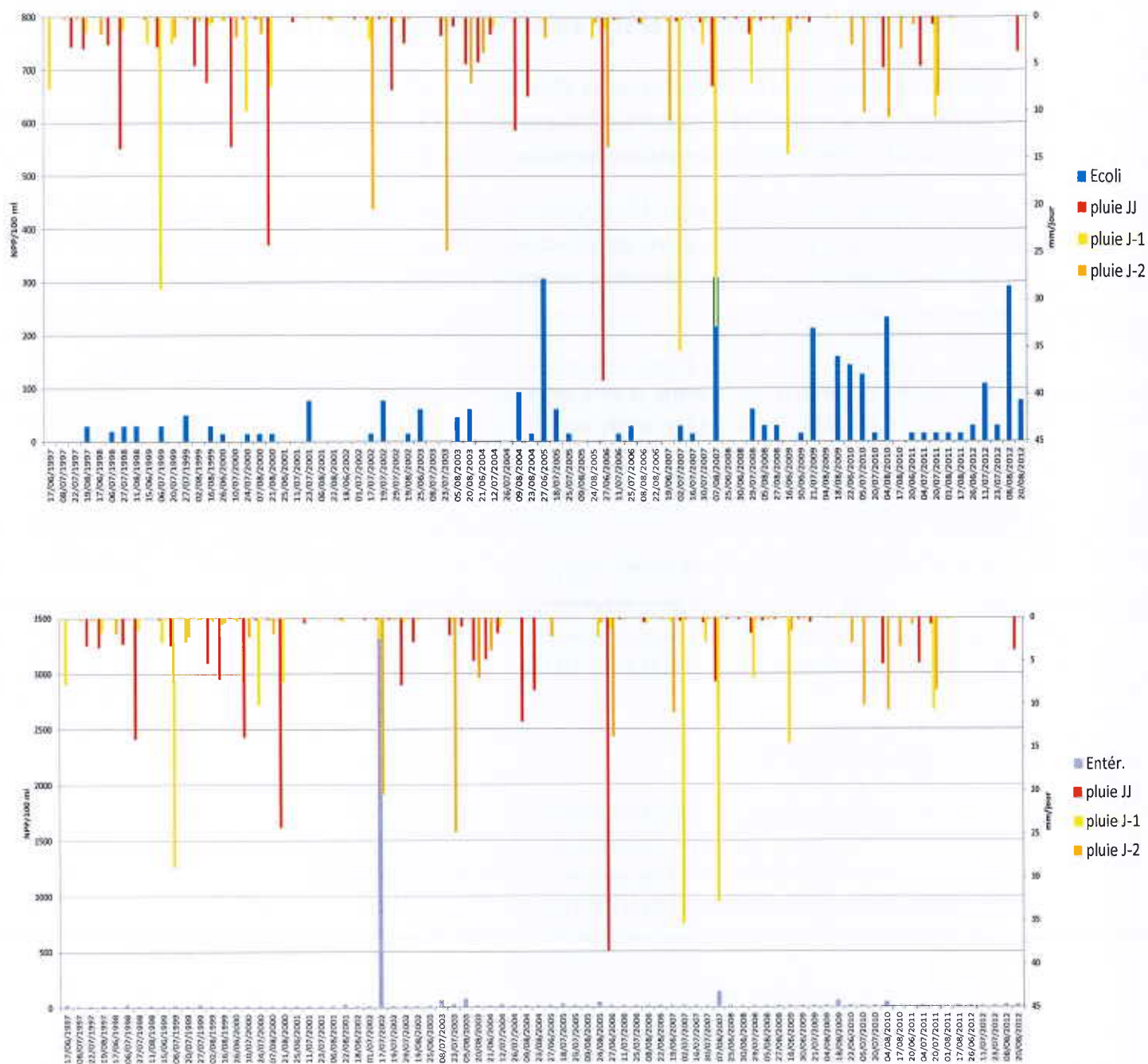


Figure 57 : Pluie du jour même, de la veille et de l'avant-veille du prélèvement ARS confrontées aux analyses E.Coli/100 ml et E.I/100 ml (sources : Météo France, ARS 43)

12.2.1 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

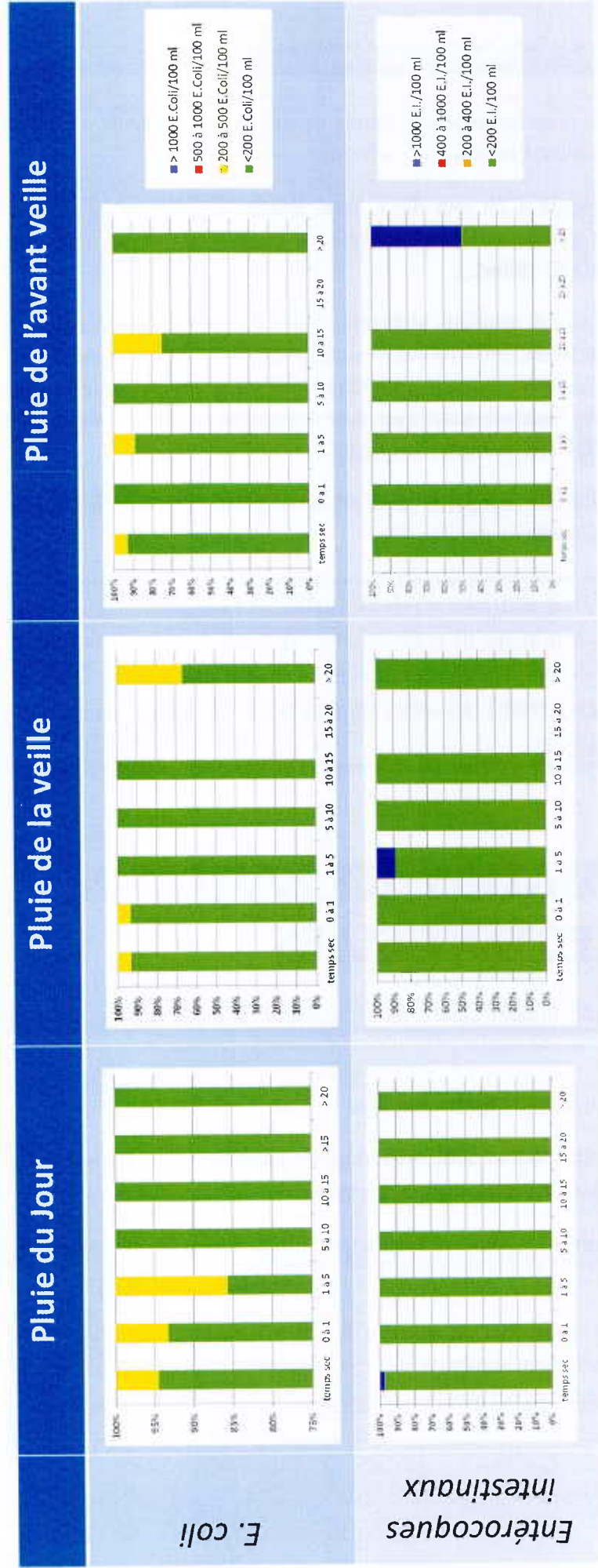


Figure 58 : Pourcentage d'occurrence des analyses bactériologiques par classes de pluie, pour la pluie du jour du prélèvement de la veille et de l'avant-veille du prélèvement réalisé par l'ARS sur la baignade

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

Pour une pluviométrie supérieure à 20 mm deux jours avant le prélèvement effectué par l'ARS, une dégradation de la qualité de l'eau est observée dans 50% des cas (concentration en *E. coli* supérieure à 1 000 UFC/ 100mL).

Il est important de souligner que ces résultats statistiques sont à prendre avec précaution. Une seule analyse a été supérieure à 1 000 UFC/ 100mL pour le paramètre entérocoques au cours des 15 dernières années. De plus, les données météorologiques utilisées sont celles de la station de Félines. Il conviendrait d'affiner l'analyse statistique avec les données de pluviométrie réelle au niveau du plan d'eau et un jeu de données bactériologiques plus étendu.

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 événement pluvieux, et par principe de précaution suite à un manque de données, il est préconisé de déclencher des mesures de gestion préventives (détaillées dans la phase 3 du présent profil) suite à un événement pluvieux supérieurs à 20 mm/j, conduisant à la fermeture préventive de la baignade.

13 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 combinée 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 T90⁵ estimé à environ 10h (source : Guide national pour l'élaboration des profils baignade - AESN 2009). Sur le plan d'eau de la Tour, nous avons observé que **pour une pluviométrie supérieure à 20 mm 48h avant le prélèvement effectué par l'ARS, une dégradation de la qualité de l'eau est observée dans 50% des cas. Le temps de retour à la normale de 10h est donc insuffisant dans ce cas. Dans l'attente d'une statistique plus affinée (avec les données de pluviométrie réelle au niveau du plan d'eau et un jeu de données bactériologiques plus étendu), la réouverture de la baignade sera conditionnée par les résultats d'analyses bactériologiques.**
- ➔ **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 la Tour.

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

Tableau 24 : Hiérarchisation des sources de pollution bactériologiques pour la baignade du plan d'eau de la Tour

Plage du plan d'eau de la TOUR								
Zone d'influence	REJETS A RISQUES			EVALUATION DU RISQUE				Niveau de risque
	Rejets	Type	Fréquence	Localisation du rejet	Situation à risque	Charge bactériologique	Durée probable de la contamination (1)	
Immédiate	<u>Source</u>	Canalisé	Permanent	Plan d'eau - Proximité de la zone de baignade	Amplifiée en cas de fortes pluies	2,16E+04 <i>E. Coli/seconde</i>	48 H à affiner	Fort
	<u>Exutoires pluviaux</u>	Canalisé	1 jour sur 2	Plan d'eau - Proximité de la zone de baignade	Episodes pluvieux	1,00E+06 <i>E. Coli/100 mL</i>		Fort
	<u>Senouire</u>	Canalisé	Permanent	Plan d'eau - Partie Sud	Amplifiée en cas de fortes pluies	1,91E+04 <i>E. Coli/seconde</i>		Moyen
	<u>Débordement du poste de refoulement du camping</u>	Occasionnel	Exceptionnel	Senouire	Amplifiée en cas de fortes pluies	4,00E+07 <i>E. Coli/100 mL</i>		Moyen
	<u>Casse sur le réseau d'eaux usées du bar/snack</u>	Occasionnel	Exceptionnel	Plan d'eau	Casse sur le réseau	4,00E+07 <i>E. Coli/100 mL</i>		Moyen
	<u>Canards (déjections sur la zone de baignade)</u>	Occasionnel	Exceptionnel	Zone de baignade	Fréquentation de la plage par 25 individus	3,40E+08 <i>E. Coli/canard/jr</i>		Faible
Eloignée	<u>Baignade (sur-fréquentation)</u>	Occasionnel	Exceptionnel	Zone de baignade	Forte affluence (> 170 baigneurs)	2,00E+07 <i>E. Coli/baigneur</i>		Faible
	<u>Pâturage (lessivage et piétinement des cours d'eau)</u>	Diffus	Quotidienne	Senouire	Forte pluie, piétinement des cours d'eau	1,61E+10 <i>E. Coli/jour</i>		Faible
	<u>Assainissement non collectif non conforme</u>	Diffus	Quotidienne	Senouire	En cas de pluie	4,07E+08 <i>E. Coli/jour</i>		Faible

14 IDENTIFICATION DES CAUSES PROBABLES DE DEVELOPPEMENT DES CYANOBACTERIES

Les causes de prolifération de cyanobactéries peuvent être très variées (Figure 59) :

- ✓ Apports excessifs en nutriments phosphatés via le bassin versant (charge externe)
- ✓ Possibilité d'accumulation de ces apports dans les sédiments du plan d'eau (charge interne) et relargage en conditions favorables (désoxygénation du fond du lac).

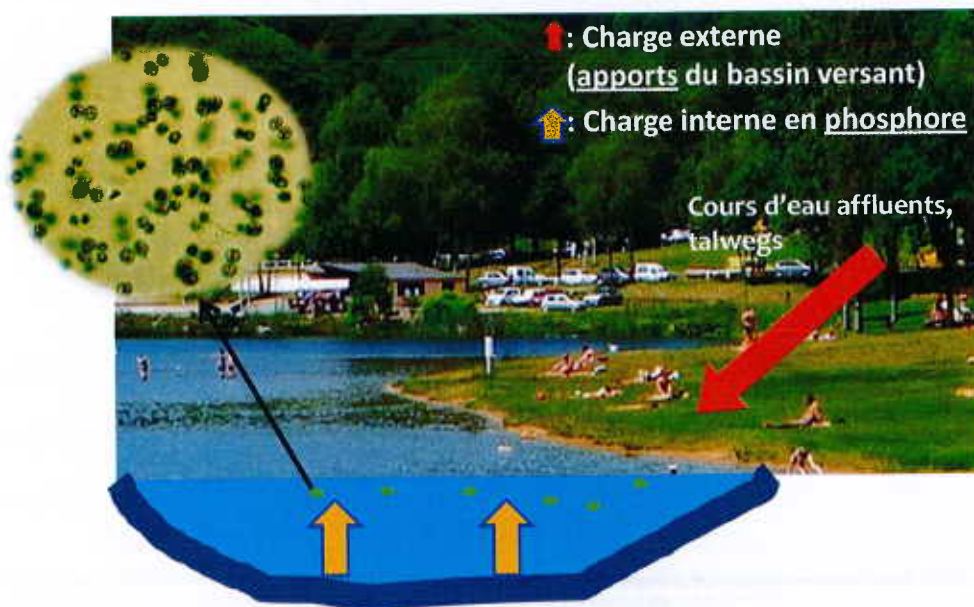


Figure 59 : Charge interne et charge externe en phosphore, mécanismes favorisant la prolifération des cyanobactéries (source : ATHOS Environnement)

Sur le plan d'eau de la Tour, les proliférations de cyanobactéries restent très modérées. La vidange totale annuelle, suivie d'une mise à sec contribue au renouvellement de la masse d'eau et également à la minéralisation du phosphore potentiellement présent dans les sédiments.

La réalisation de vidange totale régulière permet de limiter le développement de cyanobactéries sur le plan d'eau de la Tour.

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.

15 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. Les actions proposées s'inscrivent dans les objectifs du SAGE Haut-Allier et au programme d'intervention du Contrat de Restauration et d'Entretien de la Senouire.

15.1 Propositions d'actions de réduction des pollutions bactériologiques

15.1.1 Installation d'une station météo



Une étude de la pluviométrie et des vents dominants durant la saison estivale est fortement recommandée en amont de la prise de décision relative aux actions proposées dans les chapitres suivants.

L'installation d'une station météo à proximité immédiate du plan d'eau est donc fortement préconisée, afin de pouvoir obtenir suffisamment de données pour affiner les statistiques permettant de définir la pluviométrie comme indicateur de contamination.

Description	Coût approximatif (€ H.T.)
Installation d'une station météo professionnelle mesurant (entre autres) la direction et l'intensité des vents sur le plan d'eau	1 500 €

15.1.2 Réduction des contaminations liées au débordement du poste de relèvement

Aucun Schéma Directeur d'Assainissement n'est encore élaboré sur la commune de la Chaise-Dieu. Le poste de refoulement du camping et du village vacances n'est actuellement équipé d'**aucune alarme** (uniquement une lampe témoin). Au regard de la promiscuité du poste de refoulement avec le plan d'eau, un diagnostic approfondi devra être réalisé.

Il est également primordial de veiller à **pouvoir anticiper ou éviter une situation à risque** en équipant le poste de relèvement d'un **dispositif d'alerte visant à prévenir un éventuel débordement**. Ainsi suite à une alerte de mise en charge, un technicien pourra intervenir à l'aide d'un groupe électrogène portatif pour permettre la vidange du poste et éviter tout débordement.

Tableau 25 : Proposition d'action visant à prévenir une contamination par les eaux usées du poste de relèvement

Actions à mettre en œuvre	Coût approximatif H.T
Installation d'un capteur de niveau d'eau autonome avec transmission GSM d'alarmes : une pré-alarme en cas de montée anormale des eaux dans le poste et une seconde alarme en cas de débordement imminent.	2 500 €

15.1.3 Réduction des apports polluants vers la Senouire

15.1.3.1 Apports liés à l'assainissement non collectif

8 installations en assainissement individuel situées sur le bassin versant de la baignade doivent être prioritaires dans les **diagnostics du SPANC** (porté par le syndicat de gestion des eaux du Livradois).

Afin de limiter les risques de contamination de l'eau de baignade, la mise en conformité des installations d'ANC devra être réalisée conformément aux recommandations du SPANC.

Avec un coût unitaire moyen de l'ordre de 6 000€ à 8 000€ par installation, le tableau suivant présente le coût global de réhabilitation.

Nombre d'installations	Types d'installation probable	Coût €HT
8	Prétraitement + traitement par épandage (filtre à sable vertical drainé au regard du type de sol argileux dominant)	48 000 à 64 000 €
TOTAL (avec subvention à hauteur de 50%)		24 000 à 32 000 €

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.

15.1.3.2 Apports liés au contexte agricole

Afin de diminuer les sources de pollution bactériologiques (ainsi que les apports en nutriments) en provenance du contexte agricole, nous proposons d'agir sur les points suivants :

- ➔ Réaliser les épandages en respectant les prescriptions du RSD 43 sur la zone d'influence (*a minima* durant la saison estivale : de fin mai à fin août).
- ➔ Optimiser la gestion du pâturage sur la zone d'influence.
- ➔ Sensibiliser les exploitants agricoles

Epandages :

Il conviendra que les épandages soient réalisés en respectant les prescriptions du RSD 43. Il s'agit d'interdire les épandages à moins de 35m d'un cours d'eau et 200m de la zone de baignade. Le RSD 43 interdit également les épandages en période de fortes pluies. De plus, il est à rappeler que les épandages sont interdits dans le périmètre de protection rapprochée des captages d'eau sur l'étang du Breuil. Au vu de l'occupation des sols sur le bassin versant, ces interdictions ne sont pas très pénalisantes.

Pâturages :

Les moyens de diminution des contaminations du réseau hydrographique sont :

- **Limiter l'accès des animaux aux cours d'eau**, qui entraîne 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.

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 particulières** 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.

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. Le linéaire de cours d'eau à clôturer représente environ 1km.

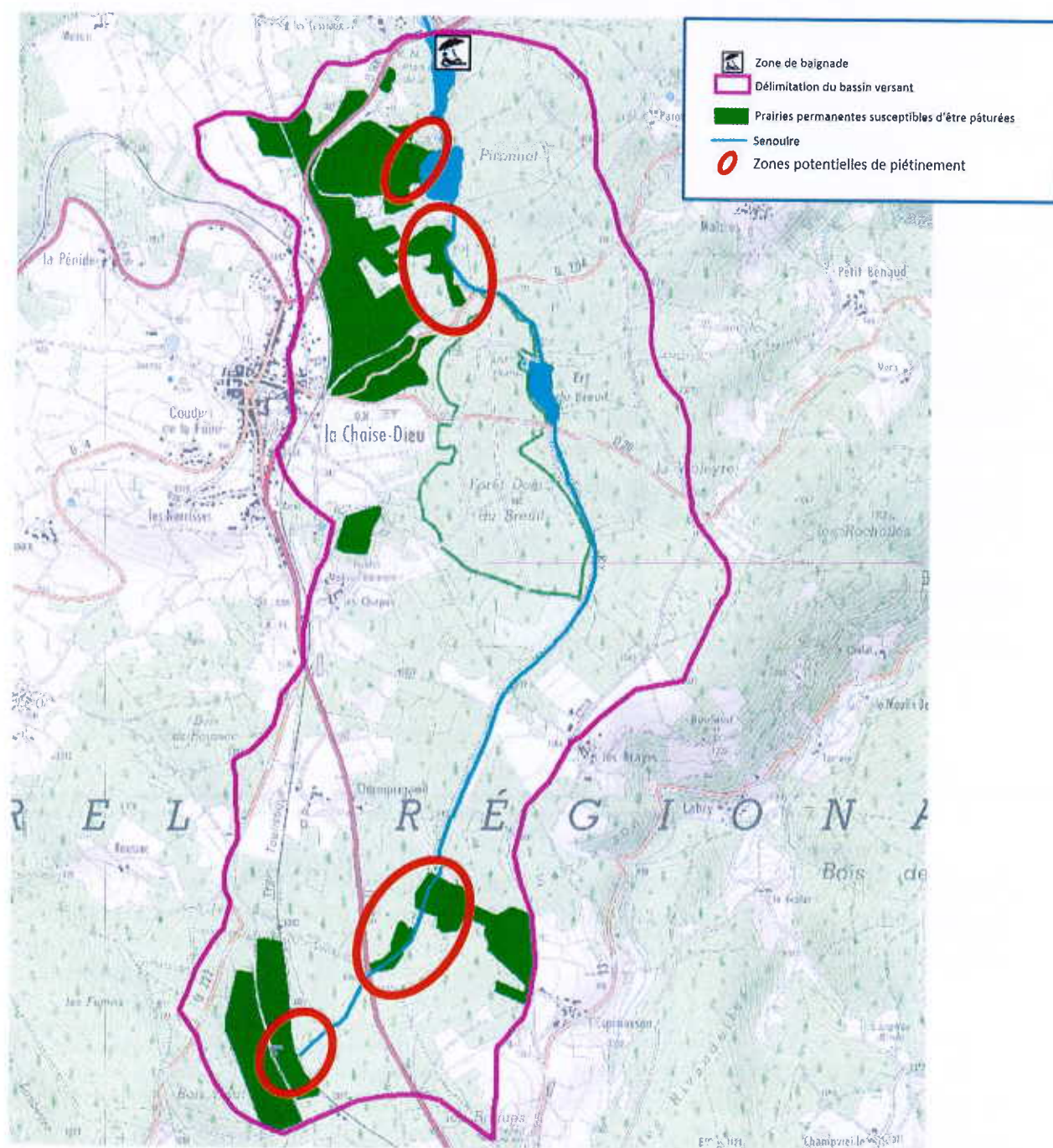


Figure 60: Localisation des tronçons de cours d'eau à végétaliser et clôturer

Tableau 26 : 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.	2 000 m	
→ Clôture type « clôture électrique » + Piquets et attaches	2 000 m	1 500 €
→ Poste batterie + batterie (nombre à définir)		800 €
TOTAL (nombre de poste d'alimentation à définir précisément)		≈ 2 300 €

Sièges d'exploitation :

Un diagnostic individuel des installations agricoles présentes sur le bassin versant permettront de statuer sur le risque réel de contamination de la Senouire (comme préconisé dans le dossier d'enquête d'utilité publique sur la protection des captages d'eau, EDACERE, 2008)

15.1.3.3 Apports liés à l'assainissement pluvial

Deux buses pluviales débouchent à proximité immédiate de la zone de baignade. Il apparaît important que les surfaces drainées par ces buses soient clairement identifiées.

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

Mauvaises pratiques	Message à transmettre	Moyens
Rejet d'agents de nettoyage dans le caniveau	Sensibiliser les usagers sur la notion de « réseau pluvial ». Les eaux collectées par les grilles pluviales ne sont pas traitées mais rejetées directement au plan d'eau. Il est donc interdit de rejeter des eaux de lavage dans le pluvial.	Affichage
Déjections animales sur la chaussée	Les déjections sont lessivées par la pluie et entraînées 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

15.2 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.

15.2.1 Actions sur la charge externe en nutriments

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.

15.2.2 Actions sur la charge interne en nutriments

Le maintien de la vidange totale chaque année, avec période de mise à sec apparaît favorable pour la limitation du développement des cyanobactéries.

15.3 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.

15.3.1 Risque de dermatite du baigneur

Très peu de canards fréquentent le plan d'eau de la Tour ce qui limite fortement le risque de dermatite. Toutefois, une surveillance est nécessaire et si jamais, la fréquentation des oiseaux aquatiques venait à augmenter, ce risque serait à prendre en considération.

Afin de limiter la présence de canards il est préconisé de **procéder à un arrachage des macrophytes pouvant proliférer à proximité de la zone de baignade le cas échéant**. 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 (ANNEXE 6) :

➔ 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)

15.3.2 *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 piègeurs ni homologation n'est nécessaire, ils doivent simplement être signalés en mairie. Ces pièges doivent cependant être installés de façon à ce qu'ils ne soient pas accessibles pour les usagers du site (pièces mécaniques amovibles). Pour des pièges fonctionnant sur un autre principe (maintien de l'animal par une partie de son corps), et de catégorie supérieure, un agrément est nécessaire.

Action	Coût
Pose d'un piège à rongeurs en cas de suspicion de présence	70 €



Figure 61 : Exemple de piège à ragondin

16 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 la Tour sont respectivement résumées dans la Figure 62 et la Figure 63.

SYNTHÈSE DES ACTIONS DE RÉDUCTION DES CONTAMINATIONS BACTÉRIOLOGIQUES SUR LE PLAN D'EAU DE LA TOUR			
Réduction de l'impact des pollutions	Réduction des apports polluants (Actions s'inscrivant dans les objectifs du SAGE Haut Allier et dans le programme d'action du CRE Senouire)		
 Installation d'une station météo locale (pluie, température, vent)	 Installation d'un capteur de niveau d'eau autonome avec transmission GSM d'alarme sur le poste de relèvement du camping et du village vacances	 Mise en conformité des 8 installations non conformes des hameaux de Champrigaud et Chelles	 Réalisation des épandages selon les prescriptions du RSD 43. Interdiction des épandages : - sur sols détrempés ou gelés - à moins de 35 m des cours d'eau ou 100 m des habitations Protection des cours d'eau : - Pose de clôtures et maintien d'une bande enherbée - Limitation de l'accès des cours d'eau au bétail
1 500 €	2 500 €	48 000 à 64 000 €	2 300 €
TOTAL			54 300 à 70 300 €

Figure 62 : Synthèse des actions proposées pour la réduction des risques de contamination bactériologique sur le plan d'eau

SYNTHÈSE DES ACTIONS DE RÉDUCTION DES PROLIFÉRATIONS DE CYANOBACTÉRIES SUR LE PLAN D'EAU DE LA TOUR			
Actions sur la Charge externe (concomitantes avec les actions visant à limiter les pollutions bactériologiques)			
Action sur la Charge interne			
 Installation d'une station météo locale (pluie, température, vent)	 Installation d'un capteur de niveau d'eau autonome avec transmission GSM d'alarme sur le poste de relèvement du camping et du village vacances	 Mise en conformité des 8 installations non conformes des hameaux de Champrigaud et Chelles	 Réalisation des épandages selon les prescriptions du RSD 43. Interdiction des épandages : - sur sols détrempés ou gelés - à moins de 35 m des cours d'eau ou 100 m des habitations Protection des cours d'eau : - Pose de clôtures et maintien d'une bande enherbée - Limitation de l'accès des cours d'eau au bétail
1 500 €	2 500 €	48 000 à 64 000 €	2 300 €
TOTAL			54 300 à 70 300 €
54 300 à 70 300 €			
TOTAL			De 54 300 à 70 300 €

Figure 63 : Synthèse des actions proposées pour la réduction des risques de proliférations de cyanobactéries sur le plan d'eau

17 PROPOSITION DE GESTION DE LA Baignade

D'après la **circulaire n°86-204 relative à la surveillance des plages et lieux de baignades d'accès non payants**, *tout aménagement spécial visant à développer la baignade constitue une incitation à la baignade et engendre donc, pour la collectivité locale compétente, la mise en œuvre de moyens de surveillance et de secours nécessaires à la sécurité des usagers, conformément aux dispositions du code du sport.*

La plage du plan d'eau de la Tour est aménagée (présence d'une plage de sable, délimitation par des lignes d'eau flottantes et présence d'un ponton pour la pratique du pédalo) **pour favoriser la baignade**. La plage est fréquentée par la population locale et les vacanciers lors de la saison estivale. Cette zone de baignade est également valorisée au travers de différents moyens de communication (panneau à l'entrée de la ville, site internet...).

L'article D. 1332-9 du code de la santé publique précise que les baignades aménagées comprennent un **poste de secours** situé à proximité directe des plages et l'article D. 322-11 que *la surveillance des baignades ouvertes gratuitement au public, aménagées et réglementairement autorisées doit être assurée par des personnels titulaires de diplômes dont les modalités de délivrances sont définies par arrêté conjoint du ministre de l'Intérieur et du ministre chargé des sports*. Les **personnes habilitées à surveiller la baignade** doivent être titulaires du MNS, BEESAN, BPJEPS AA ou BNSSA.

Le tableau suivant permet d'estimer le coût de revient de l'acquisition d'équipement de surveillance et du recrutement d'un maître-nageur sur la base de 35h par semaine lors de la saison estivale.

Tableau 27 : Simulation du coût de recrutement d'un maître-nageur et du matériel nécessaire à la surveillance de baignade NB : la baignade pourra être surveillée les après midi, avec un jour de fermeture dans la semaine afin de respecter les temps de repos du MNS.

Recrutement d'un MNS (35h/ semaine)			
SMIC mensuel chargé	1 616 €	Coût total pour une saison estivale	3 232 €

Acquisition de matériel de surveillance	
Chaise de surveillance	400 € TTC
Mât de signalisation et drapeaux	100 € TTC
Bouée de sauveteur	50 € TTC
Trousse de premier secours	100 € TTC
TOTAL Matériel	650 € TTC

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 7).

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 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**):

- **Pluies supérieures à 20 mm/j** (à affiner à l'usage).
- Une fréquentation de la baignade dépassant **170 baigneurs**.
- **Présence de plus de 25 canards**.
- **Un accident lié à l'assainissement** collectif (débordement du poste de relèvement, rupture de canalisations sur le réseau)
- **Un accident lié aux activités agricoles** (déversement de lisier).

Remarque : le débordement du poste de relèvement ne sera plus défini comme indicateurs de pollution par la suite car si les mesures préconisées précédemment (installation d'un système d'alerte) sont appliquées, les surverses du poste n'ont plus lieu d'être.

Aucun maître-nageur n'étant présent sur la baignade, une personne devra être nommée responsable pour évaluer la fréquentation de la baignade et l'archiver 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 la personne 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 ré-ouverte 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 8 afin d'informer le public sur la fermeture préventive de la baignade.



La fermeture de la baignade doit être clairement signalée. Pour cela, un mât de signalisation devra être installé sur la plage.

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 9). 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 65.



Figure 64 : Procédure de gestion d'une pollution anticipée (ATHOS Environnement)

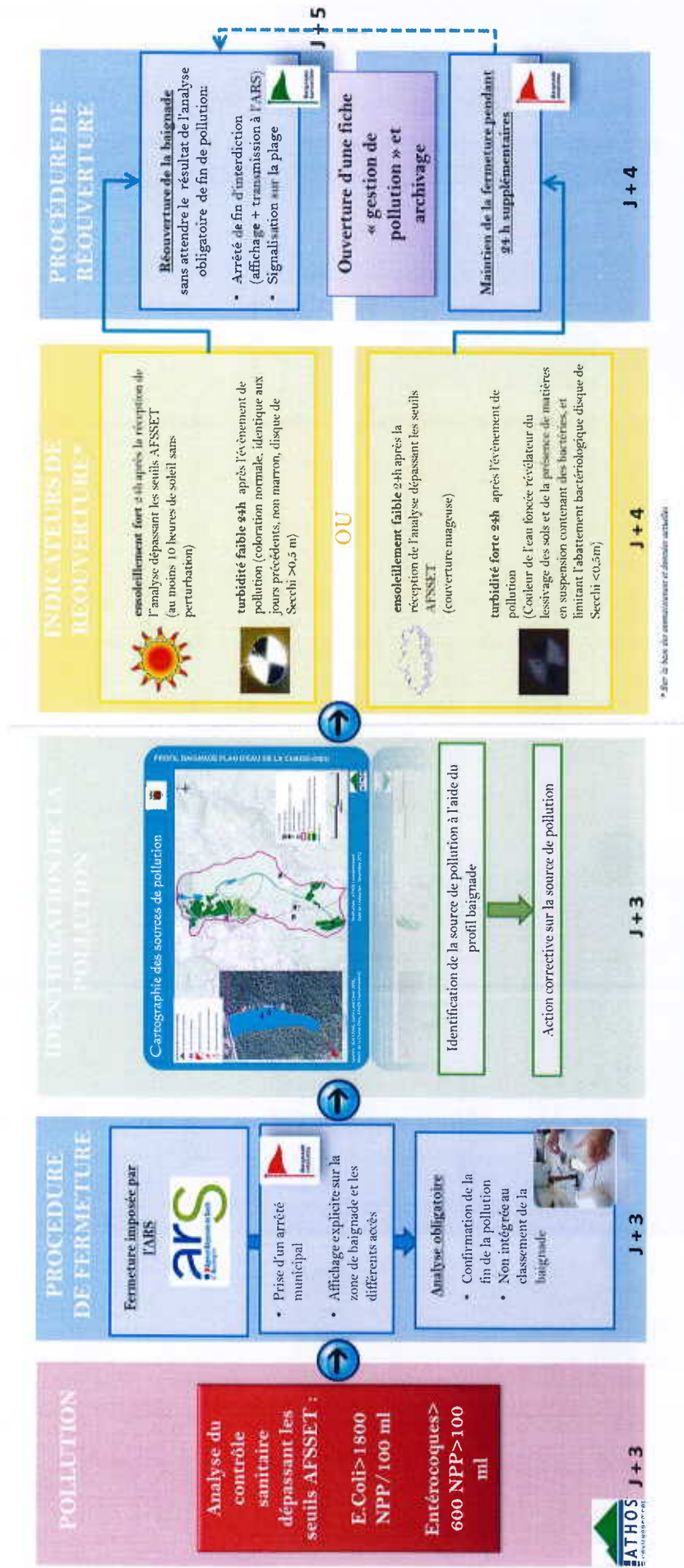


Figure 65 : Procédure de gestion d'une pollution non-anticipée (ATHOS Environnement)

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 (> 9), témoigne d'une forte activité photosynthétique
- Forte variation de la saturation en oxygène au cours de la journée ($> 120\%$), et entre le jour et la nuit (idem que pour le pH)
- Faible transparence de l'eau, inférieure à 1 m (mesure avec un disque de Secchi) – mesurer la transparence à midi solaire)
- Forte concentration en Chlorophylle a (niveau d'alerte préoccupant si la concentration est $> 50 \mu\text{g/l}$). Ce paramètre ne peut pas être considéré comme spécifiquement représentatif d'une prolifération de cyanobactérie.



Une personne responsable de cette surveillance devra être nommée, puisqu'à l'heure actuelle, la zone de baignade ne dispose pas d'un surveillant de baignade.

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 66.** 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 la Tour pour tous conseils ou appuis techniques concernant l'évaluation d'une situation supposée à risque, par une assistance téléphonique.

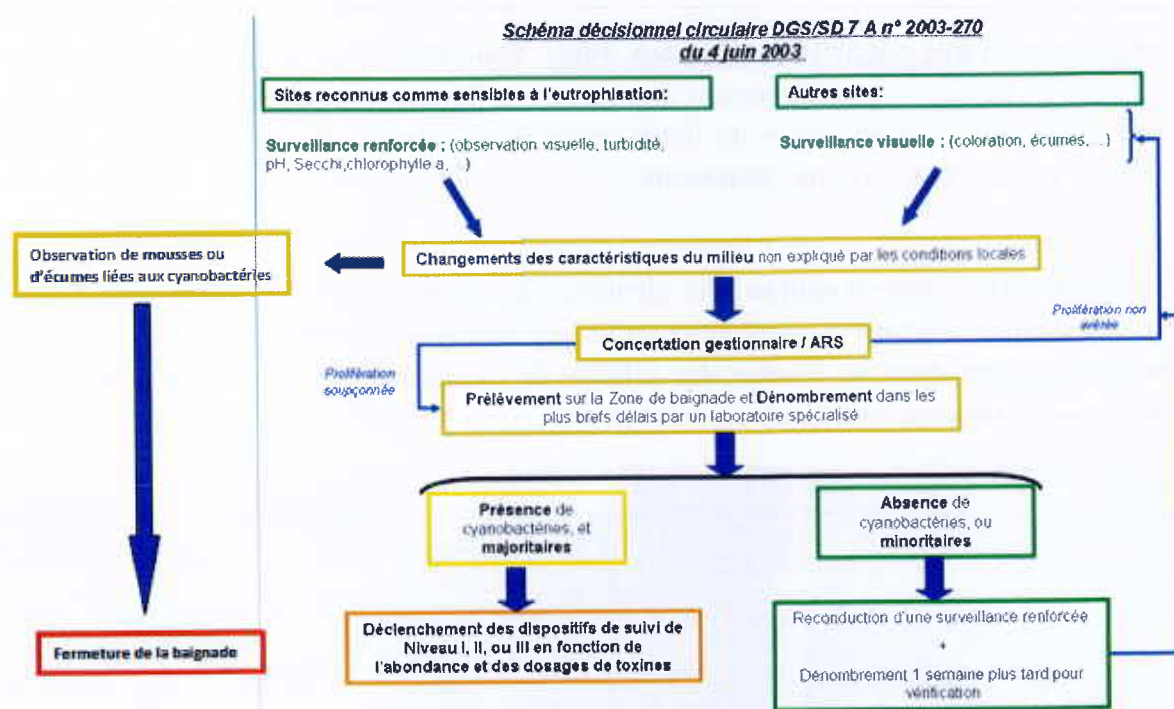


Figure 66 : Schéma décisionnel basé sur les recommandations de la DGS/SD 7 A n°2003-270 pour la gestion sanitaire du risque lié aux cyanobactéries

Si une situation jugée anormale, conduit à la réalisation d'un dénombrement, après concertation avec les services de l'ARS, le résultat de ce dénombrement orientera la gestion à mettre en place suivant les recommandations du tableau suivant :

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

* Éviter la baignade dans les zones de proliférations de cyanobactéries

Dans le cadre d'une apparition d'écumes, amas, fleur d'eau, sur la plage, une fermeture préventive de la baignade est fortement recommandée (Figure 67). 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 67 : 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'issue 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 rendus d'analyse fournis par l'ARS doivent être affichés sur les panneaux d'affichage du poste de secours, près de la fiche synthèse du profil, ainsi que dans tout lieu approprié (mairie, office de tourisme,...).

Pour les cyanobactéries, une **fiche d'information du public** est réalisée par l'ARS du Puy de Dôme. Trois formats de fiches sont prédéfinis, en fonction du niveau d'alerte retenu (I, II ou III). Un code de couleur permet de visualiser le risque associé. Chaque fiche contient les renseignements suivants :

- Descriptif de la problématique cyanobactéries et de la gestion actuelle
- Détail des risques pour la santé
- Précautions à respecter (ce paragraphe est fonction du niveau d'alerte retenu)

Des panneaux d'informations ont été élaborés par l'ARS Auvergne (Figure 68), délégation du Puy de Dôme, en concertation avec l'Université Blaise Pascal (LMGE) et ATHOS Environnement. Ces panneaux sont destinés à accueillir les fiches alerte, tout en présentant aux usagers, une information générale sur les cyanobactéries.



Figure 68 : Fiche d'information du public sur les cyanobactéries

19 MISE A JOUR DU PROFIL BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE LA TOUR

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 sur le plan d'eau de la Tour est « Excellente » au regard de la directive 2006/7/CE pour l'année 2012. 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.

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

EDACERE, 2008. *Protection et autorisation des captages d'eau, Dossier d'enquête publique et dossier d'enquête parcellaire. Prises d'eau de l'étang du Breuil*.

SAFEGE, 2010. *Digue de l'étang du Breuil, Etude de sécurisation*.

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)

Textes réglementaires

Arrête du 15 mai 2007, fixant les modalités de réalisation du premier recensement des eaux de baignade par les communes.

Arrêté du 22 septembre 2008, relatif à la fréquence d'échantillonnage et aux modalités d'évaluation de la qualité et de classement des eaux de baignade.

Arrêté du 23 septembre 2008, relatif aux règles de traitement des échantillons et aux méthodes de référence pour les analyses d'eau dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux de baignade.

Arrêté du 29 février 2008 fixant des prescriptions relatives à la sécurité des ouvrages hydrauliques.

Arrêté du 27 août 1999 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux opérations de vidange de plans d'eau soumises à déclaration en application des articles L.214-1 à L.214-3 du Code de l'environnement et relevant des rubriques 3.2.4.0 (2°) de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du Code de l'environnement

Circulaire DGS/SD 7 A n° 2003-270 du 4 juin 2003 relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignade et de loisirs nautiques

Directive du Conseil des Communautés Européennes du 8 décembre 1975 (76/160/CEE), relative à la qualité des eaux de baignade.

Décret n°81-324 du 7 avril 1981, fixant les normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines et aux baignades aménagées.

Décret n°2008-990 du 18 septembre 2008, relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignade.

Directive du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 (2000/60/CE), établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

L.431-1 à L.431-5 et R431-7 du code de l'environnement et la directive du 29 janvier 2008,

Décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007, entré en vigueur le 1^{er} janvier 2008,

20 LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la zone de baignade sur le plan d'eau de la Tour.....	12
Figure 2 : Panneau d'information sur la plage du plan d'eau de la Tour.....	13
Figure 3 : Photographies des différents aménagements autour du plan d'eau (Source : ATHOS Environnement 2012).....	15
Figure 4 : Localisation de la commune de la Chaise-Dieu (Source : Géoportail).....	16
Figure 5 : Présentation du bassin versant de la Senouire (Source : ODE 43).....	17
Figure 6 : Présentation des caractéristiques de la rivière Senouire à la station de Paulhaguet (Source : Banque hydro).....	17
Figure 7 : Bassin versant d'alimentation du plan d'eau de la Chaise-Dieu (Source : IGN-CRAIG).....	19
Figure 8 : Délimitation des zones d'influence du plan d'eau de la Tour (CRAIG, ATHOS Environnement).....	21
Figure 9 : Carte géologique du bassin versant du plan d'eau de la Tour (Source : BRGM, ATHOS Environnement 2012).....	23
Figure 10 : Topographie du bassin versant du plan d'eau de la Tour (Source : http://www.cartes-topographiques.fr).....	24
Figure 11 : Localisation des étangs en amont du plan d'eau de la Tour (Source : Géoportail).....	25
Figure 12 : Illustration des aménagements sur l'étang du Breuil (ATHOS Environnement 2012).....	26
Figure 13 : Délimitation des périmètres de protection des captages d'eau sur l'étang du Breuil (Source : EDACERE, 2008).....	27
Figure 14 : Photographie de l'étang du Pironnet (Source : ATHOS Environnement, 2012).....	28
Figure 15 : Localisation des différents tributaires alimentant le plan d'eau de la Tour (Source : ATHOS Environnement, 2012).....	28
Figure 16 : Occupation des sols sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour (Source : IGN-CRAIG, CLC_2006).....	30
Figure 17 : Localisation de la station météorologique utilisée (Source : Géoportail, Météo France).....	31
Figure 18 : Pluviométrie mensuelle moyennée de 1997 à 2012 pendant la saison estivale.....	32
Figure 19 : Nombre moyen mensuel de jours pluvieux de 1997 à 2012 pendant la saison estivale.....	33
Figure 20 : Intensité moyenne cumulée par jours pluvieux de 1997 à 2012 pendant la saison estivale.....	33
Figure 21 : Répartition des classes de pluie journalières (en mm) des mois de juin, juillet et août de 1997 à 2012 (Source : Météo France, station de Félines).....	34
Figure 22 : Répartition directionnelle des vents par intensité, comparée à la morphologie du plan d'eau.....	35
Figure 23 : Evacuateur de crue du plan d'eau (Source : ATHOS Environnement, 2012).	37
Figure 24 : Photographies de la vidange du plan d'eau durant l'automne 2012 (Source : ATHOS Environnement).....	38
Figure 25 : Répartition communale sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour.....	40
Figure 26 : Evolution de la population de la commune de la Chaise-Dieu depuis 1968 (Source : INSEE).....	41
Figure 27 : Répartition du parc des logements sur la commune en 2008 et évolution depuis 1968.....	42
Figure 28 : Evolution des 95e percentiles pour le paramètre Escherichia coli.....	50
Figure 29 : Evolution des 95e percentiles pour le paramètre Entérocoques intestinaux.....	51
Figure 30 : Répartition des mesures de transparence de l'eau réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire de la baignade (Source : ARS 43).....	53
Figure 31 : 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).....	55
Figure 32 : Exemple d'efflorescences de cyanobactéries sur des lacs de barrage (source : ATHOS Environnement).....	57
Figure 33 : Répartition des dénombrements réalisés de 2005 à 2012 en fonction des seuils de niveau d'alerte de la circulaire DGS/SD 7 A (Source ARS, délégation de la Haute-Loire).....	61
Figure 34 : Abondance en cyanobactéries sur la plage du plan d'eau de la Tour de 2005 à 2012.....	62

Figure 35 : Abondance et occurrence des différents genres cyanobactériens en 2010, 2011 et 2012 sur la baignade du plan d'eau de la Tour (Source ATHOS Environnement).....	62
Figure 36 : Localisation des prélèvements physico-chimiques (Source : ATHOS Environnement).....	65
Figure 37 : Photographies des principaux apports au plan d'eau de la Tour.....	69
Figure 38 : Assainissement sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour (Source : Mairie de la Chaise-Dieu) ...	70
Figure 39 : Localisation de la station d'épuration de la Chaise-Dieu	71
Figure 40 : Localisation du poste de refoulement du camping et du village vacances	72
Figure 41 : Photographie du poste de refoulement du camping (Source : ATHOS Environnement 2012)	72
Figure 42 : Localisation des exutoires pluviaux sur le plan d'eau de la Tour	74
Figure 43 : Présence de crottins sur les sentiers susceptibles d'être lessivés vers le plan d'eau (Source : ATHOS Environnement 2012).....	75
Figure 44 : Localisation et photographies des exploitations présentes sur le bassin versant.	76
Figure 45 : Pâturage sur le bassin versant (à gauche à proximité de l'exploitation des Brayes, à droite à proximité immédiate du plan d'eau de la Tour) (Source : ATHOS Environnement)	77
Figure 46 : Fumière présentes sur le bassin versant à proximité de la déchetterie.....	77
Figure 47 : Exploitation forestière présente sur le bassin versant (Source : ATHOS Environnement).....	78
Figure 48 : Photographie de la signalisation rappelant la réglementation sur la zone de baignade du plan d'eau de la Tour (Source : ATHOS Environnement 2012).....	79
Figure 49 : Elevage de canards à l'aval du plan d'eau	80
Figure 50 : Cycle de développement du parasite responsable de la dermatite du baigneur	81
Figure 51 : Réglementation de la pêche sur l'étang du Breuil	83
Figure 52 : Cartographie des sources de pollution bactériologique potentielles sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour (Sources : IGN-CRAIG, Corin Land Cover 2006, Mairie de la Chaise-Dieu)	88
Figure 53 : Détermination de la note de criticité du poste de refoulement du camping et du village vacances (Source : Mairie de la Chaise-Dieu)	91
Figure 54 : Estimation des flux bactériens imputables aux canards sur la zone de baignade	94
Figure 55 : Diagramme décisionnel visant à identifier le risque de contamination interhumaine lors de la baignade (source AELB/SAFE)	96
Figure 56 : Répartition des analyses bactériologiques au regard des seuils fixés par l'AFSSET sur la baignade du plan d'eau de la Tour (sources : ARS 43, AFSSET) NB : échelle logarithmique	98
Figure 57 : Pluie du jour même, de la veille et de l'avant-veille du prélèvement ARS confrontées aux analyses E.Coli/100 ml et E.I/100 ml (sources : Météo France, ARS 43).....	100
Figure 58 : Pourcentage d'occurrence des analyses bactériologiques par classes de pluie, pour la pluie du jour du prélèvement de la veille et de l'avant-veille du prélèvement réalisé par l'ARS sur la baignade	102
Figure 59 : Charge interne et charge externe en phosphore, mécanismes favorisant la prolifération des cyanobactéries (source : ATHOS Environnement).....	106
Figure 60: Localisation des tronçons de cours d'eau à végétaliser et clôturer	111
Figure 61 : Exemple de piège à ragondin.....	114
Figure 62 : Synthèse des actions proposées pour la réduction des risques de contamination bactériologique sur le plan d'eau.....	115
Figure 63 : Synthèse des actions proposées pour la réduction des risques de proliférations de cyanobactéries sur le plan d'eau.....	115
Figure 64 : Procédure de gestion d'une pollution anticipée (ATHOS Environnement)	120
Figure 65 : Procédure de gestion d'une pollution non-anticipée (ATHOS Environnement).....	121
Figure 66 : Schéma décisionnel basé sur les recommandations de la DGS/SD 7 A n°2003-270 pour la gestion sanitaire du risque lié aux cyanobactéries	124
Figure 67 : Exemple de prolifération de cyanobactéries (sources : Mairie d'Ambert)	125
Figure 68 : Fiche d'information du public sur les cyanobactéries	126
Figure 69 : Schéma théorique de la délimitation des zones d'étude.....	133

21 LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Calendrier réglementaire de révision du profil.....	9
Tableau 2 : Classement et simulation de classement de la qualité de l'eau de baignade sur le plan d'eau de la Tour (ARS délégation 43)	10
Tableau 3 : Répartition surfacique communale sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour (Source INSEE).....	18
Tableau 4 : Capacité d'accueil de la commune (Source : Office de tourisme de la Chaise-Dieu).....	42
Tableau 5 : Capacité d'accueil sur la zone d'influence (Source : Office de tourisme de la Chaise-Dieu).....	43
Tableau 6: Normes de qualité bactériologique des eaux de baignades selon la directive 76/160/CEE.....	45
Tableau 7: Critère de classement de la qualité des eaux de baignade en France selon la directive 76/160/CEE (source www.baignade.sante.gouv.fr)	46
Tableau 8 : Classe de qualité de l'eau de baignade selon la directive 2006/7/CE pour les eaux intérieures (source www.baignade.sante.gouv.fr)	47
Tableau 9 : Classe de qualité des eaux de baignades intérieures selon la directive 2006/7/CE (source www.baignade.sante.gouv.fr)	47
Tableau 10: Évaluation de la qualité de l'eau de baignade sur le plan d'eau de la Tour selon la directive 76/160/CEE	48
Tableau 11 : Simulation de classement de l'eau de baignade sur le plan d'eau de la Tour selon la Directive 2006/7/CE	50
Tableau 12 : Simulation du classement de la baignade du plan d'eau de la Tour pour la saison balnéaire 2021 et seuils de qualité selon l'annexe 1 de la directive 2006/7/CE.	51
Tableau 13 : Evolution potentielle du classement de la baignade au cours des trois prochaines années.	52
Tableau 14 : Niveaux de risque liés aux cyanobactéries (Source : ATHOS Environnement, ARS Auvergne)	60
Tableau 15 : Nombre de prélèvements par saisons balnéaires de 2005 à 2012 (Source ARS Auvergne)	60
Tableau 16 : Concentrations en nutriments dans la zone de baignade du plan d'eau de la Tour (source : ATHOS Environnement).....	64
Tableau 17 : Concentrations en nutriments sur les affluents du plan d'eau de la Tour (Source : ATHOS Environnement).....	66
Tableau 18 : Nombre d'UGB estimés sur le bassin versant du plan d'eau de la Tour	77
Tableau 19 : Résultats d'analyses bactériologiques lors des campagnes par temps sec et pluvieux	90
Tableau 20 : Flux bactériologiques journaliers en E.Coli en provenance de l'assainissement autonome potentiellement non conforme sur le bassin du plan d'eau par hameaux (source : Mairie de la Chaise-Dieu).....	92
Tableau 21 : Estimation des flux bactériologiques d'origine agricole sur les surfaces pâturées du plan d'eau de la Tour.....	93
Tableau 22 : Estimation du nombre de baigneurs maximum pour ne pas dépasser les seuils de qualité de l'eau de la Directive 2006/7/CE	95
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 du plan d'eau de la Tour.....	99
Tableau 24 : Hiérarchisation des sources de pollution bactériologiques pour la baignade du plan d'eau de la Tour.....	105
Tableau 25 : Proposition d'action visant à prévenir une contamination par les eaux usées du poste de relèvement.....	109
Tableau 26 : Estimation des coûts de protection des cours d'eau vis-à-vis du piétinement et du lessivage des pâturages sur les tronçons à risque	112
Tableau 27 : Simulation du coût de recrutement d'un maître-nageur et du matériel nécessaire à la surveillance de baignade NB : la baignade pourra être surveillée les après midi, avec un jour de fermeture dans la semaine afin de respecter les temps de repos du MNS.....	116

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 entraîner une **décroissance de la concentration bactérienne** initialement rejetée dans le milieu **au cours du temps**. On estime qu'**au bout de 10h, l'abattement bactérien est suffisamment important** et ne présente plus de risque majeur pour la baignade. Trois zones d'étude peuvent être définies :

- **Une zone d'étude immédiate** : elle inclue l'ensemble des sources de pollution ayant un impact (supposé) direct sur la zone de baignade de par leur proximité et un temps de transfert très rapide.
- **Une zone d'étude rapprochée** : elle est définie sur la base du temps de transfert des pollutions jusqu'à la zone de baignade. Ce temps de transfert est comparé au temps de décroissance bactérien dans le cours d'eau (T90⁶). En règle générale, si le temps de transfert du cours d'eau (lié à la vitesse de l'eau) est supérieur au T90, on considère que les pollutions provenant de l'amont du bassin versant n'auront pas d'impact sur la baignade puisque les bactéries rejetées auront été détruites.
- **Une zone d'étude éloignée** : elle représente l'extrémité amont du bassin versant (où le temps de transfert est supérieur au T90). Sur cette zone, on ne considérera que les sources de pollution pouvant rejeter des nutriments dans le cours d'eau (phosphore et nitrate).

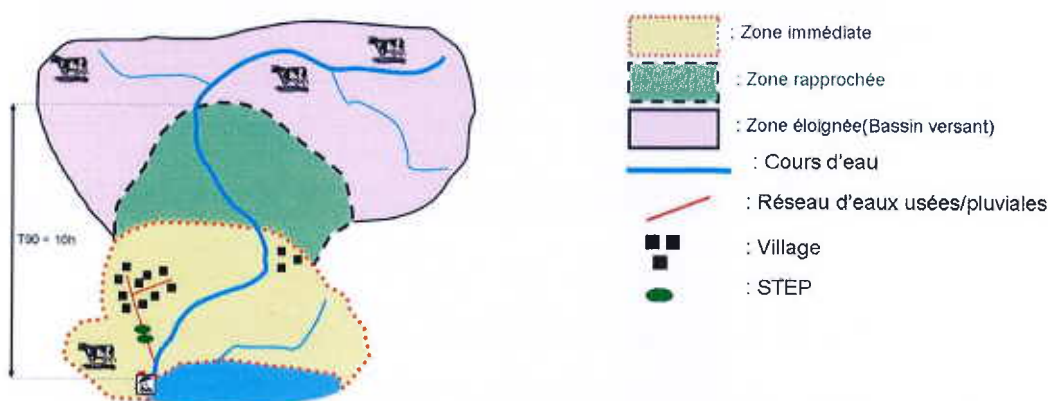


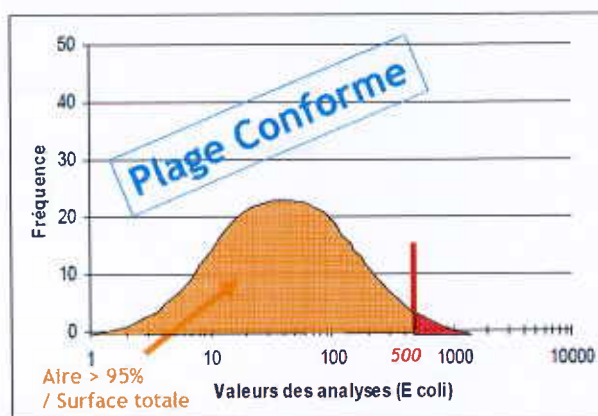
Figure 69 : Schéma théorique de la délimitation des zones d'étude

⁶ T90 : Temps (ou distance si l'on connaît la vitesse moyenne du cours d'eau) nécessaire à l'abattement de 90% de la charge bactériologique initiale dans le cours d'eau

ANNEXE 2 : 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.

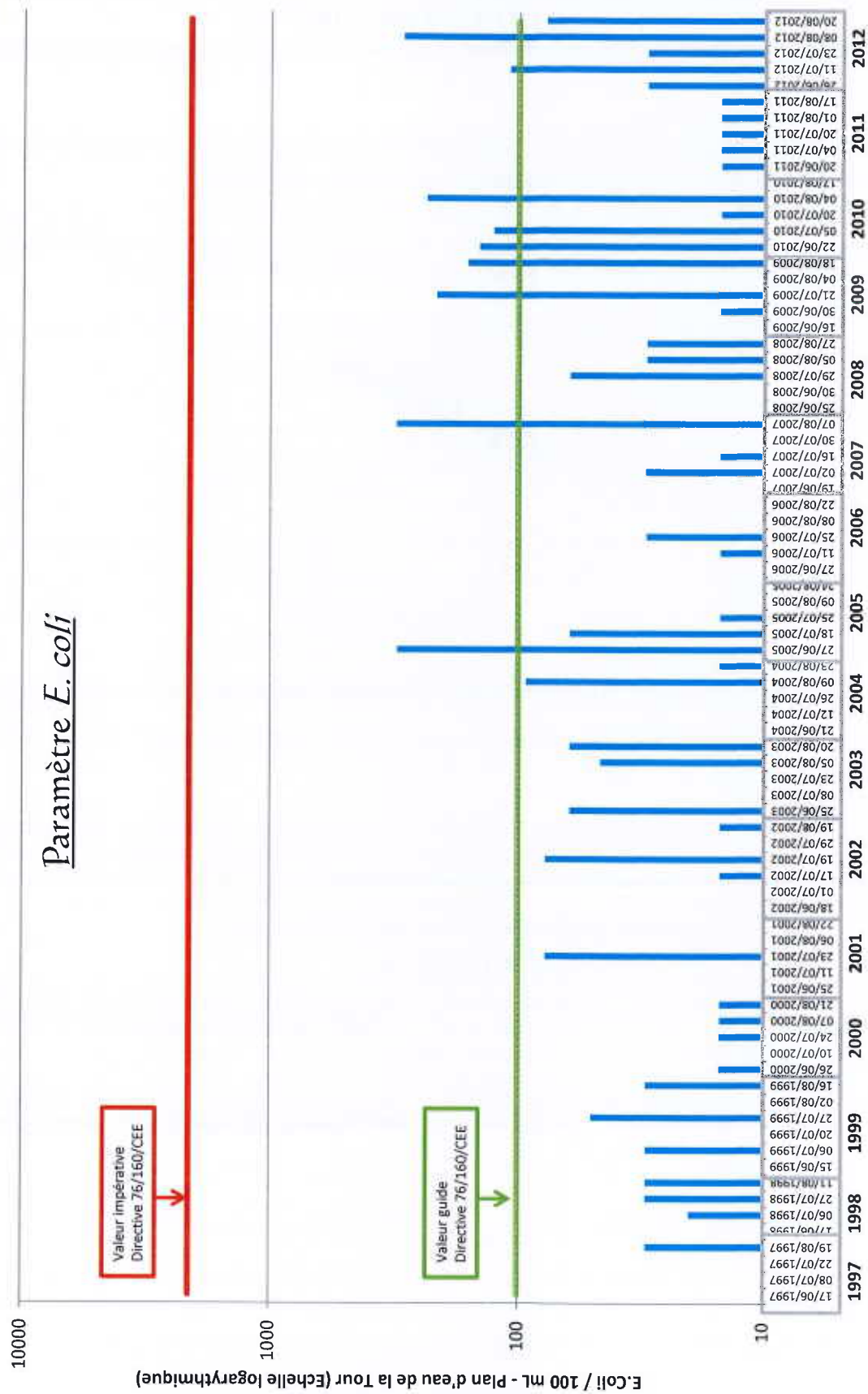


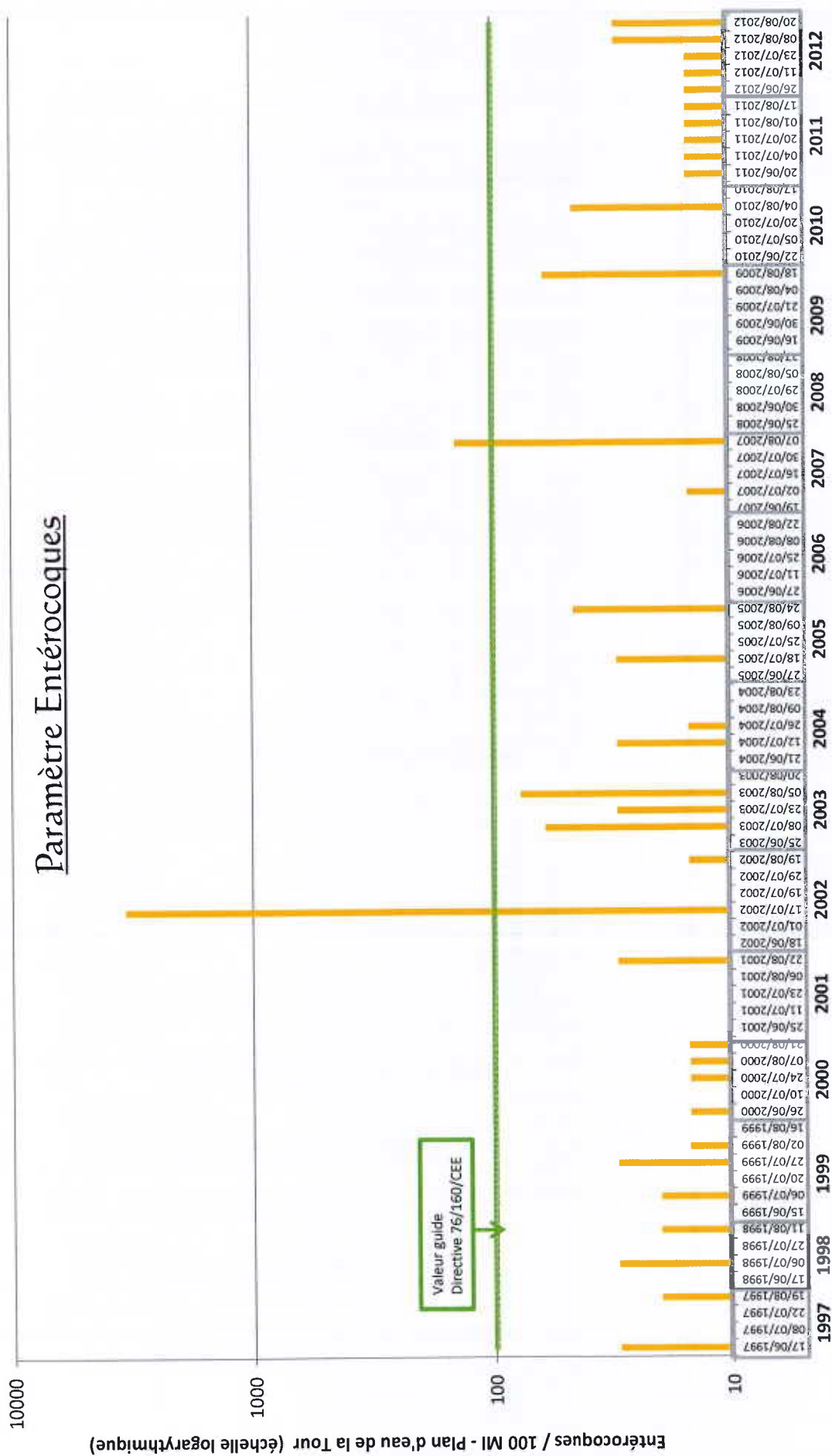
Graphique 1 : Illustration du percentile 95 pour *Escherichia Coli* (source ARS Auvergne délégation 63)

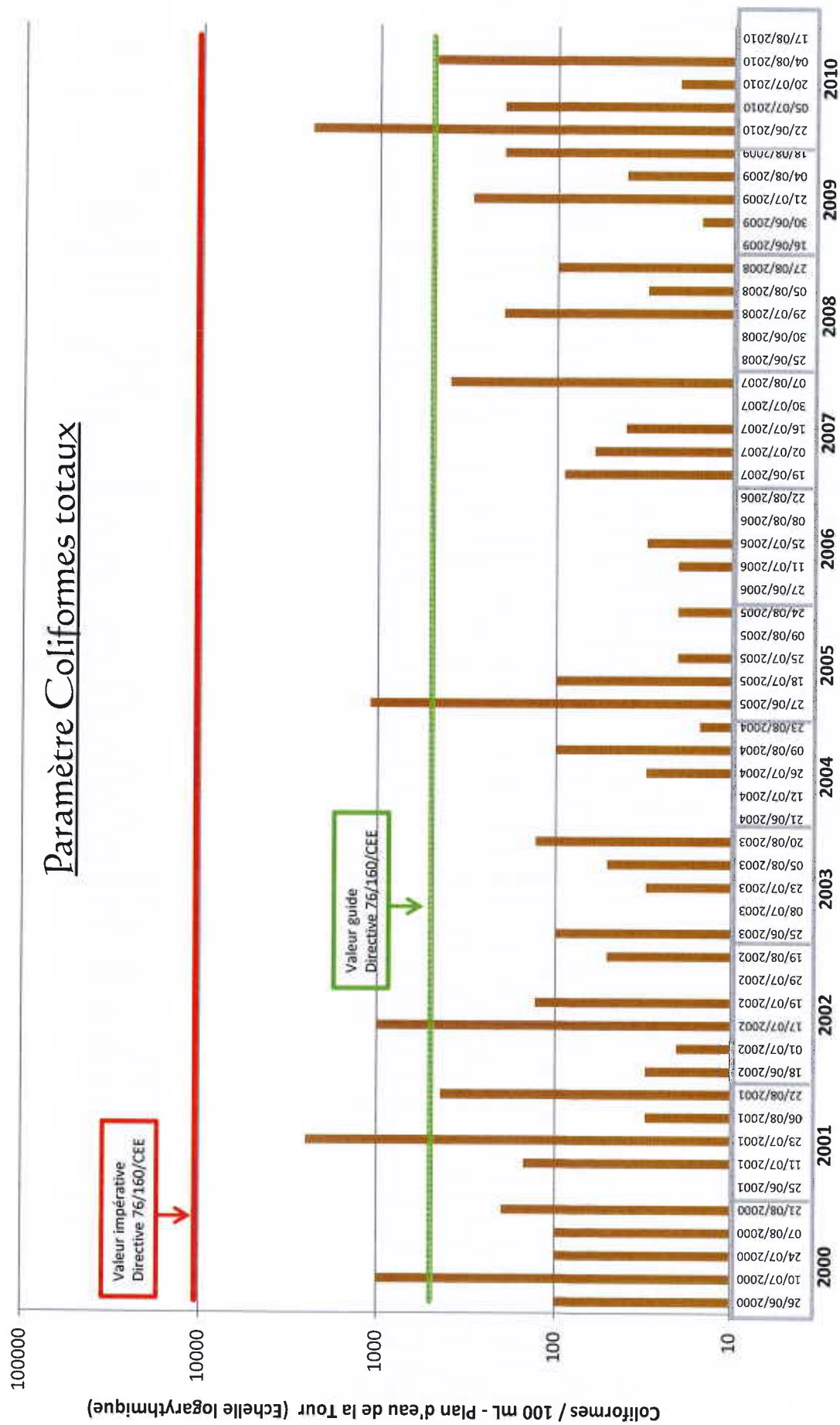
La valeur du percentile est calculée de la manière suivante (source annexe II directive 2006/7/CE):

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

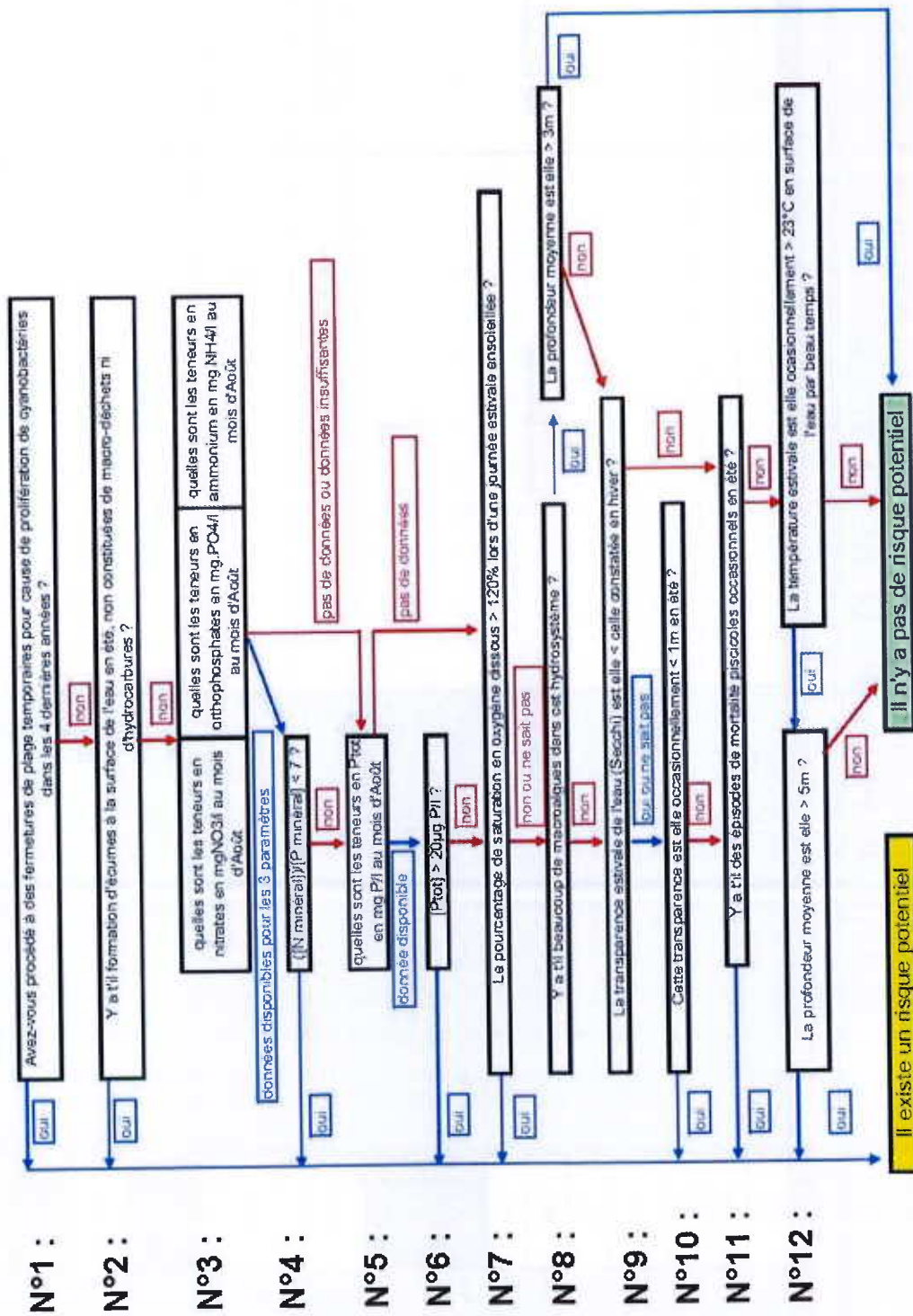
ANNEXE 3 : CHRONIQUE DES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES







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 LA TOUR

N°	Paramètres	Valeur	Observations	Remarque	Sources
1	Fermetures	NON	Visa à identifier la présence de cyanobactéries ayant conduit à la fermeture de la baignade au cours des 4 dernières années		ARS 43 / Mairie de la Chaise-Dieu
2	Ecumes	NON	Visa à identifier la formation de flocs en surface, révélateurs d'une prolifération avérée		ARS 43 / Mairie de la Chaise-Dieu
3	[NO3] moy mg/l en août dans l'eau	ND	Visa à calculer le ratio [N minéral] / [P minéral] qui impact l'équilibre des peuplements phytoplanctoniques et peut indirectement favoriser certaines cyanobactéries	Absence de données	ARS 43 / Mairie de la Chaise-Dieu
	[PO4] moy mg/l en août dans l'eau	ND			
	[NH4] moy mg/l en août dans l'eau	ND			
	Ratio [N minéral] / [P minéral] < 7	ND			
4	[P tot] mg/l en août dans l'eau	ND	Le Ptot accélère l'eutrophisation des eaux. La valeur seuil a été fixée à 20 µgP/l		
5	[P tot] > 20 µg/l dans l'eau	ND			
6	sat en di-oxygène > 120 %		Des pics de production photosynthétique entraînent des saturations supérieures à 100% (par rapport à l'atmosphère) dans l'eau, révélateur d'un pic de croissance phytoplanctonique.	Aucune prolifération massive constatée et signalée	ARS 43 / Mairie de la Chaise-Dieu
7	Beaucoup de macroalgues	NON	La présence en grande quantité de macroalgues en eau moyennement profonde ou profonde est un indicateur d'eutrophisation limitée		
8	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 43 / Mairie de la Chaise-Dieu
9	Transparence occasionnellement < 1 m	OUI			
10	Episodes de mortalité piscicole	NON	L'eutrophisation avancée peu conduire à des épisodes de mortalité piscicole (consommation d'oxygène ou libération de toxines)	Régulièrement < 1 m en saison balnéaire	Mairie de la Chaise-Dieu
11	Température estivale > 23°C		Permet de déterminer les risques de stratifications verticales qui favorisent indirectement la prolifération de certaines cyanobactéries (relargage de nutriments en conditions d'anoxie)	Aucune mortalité piscicole n'a été signalée	Mairie de la Chaise-Dieu
12	Profondeur moyenne (m)	1.2		Absence de mesure	Mairie de la Chaise-Dieu

Risque AVERE

ANNEXE 6 : FICHE D'INFORMATION SUR LES RISQUES LIES AU NOURRISSAGE DES CANARDS

4 BONNES RAISONS DE NE PAS NOURRIR LES OISEAUX AQUATIQUES :

La concentration de canards sur la zone de baignade, entraîne 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, palaiement dans la zone peu profonde).

Le contact direct avec les déjections aviaires entraîne un risque de développement d'infection parasitaire et bactériologique.



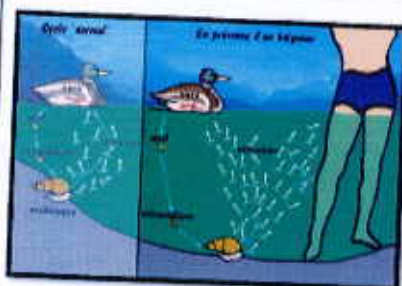
N°1 RISQUES INFECTIEUX POUR LA SANTE HUMAINE ET SALUBRITE GENERALE

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, séchez 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



ANNEXE 7 : FICHE « SURVEILLANCE DE LA BAIGNADE »

FICHE DE SURVEILLANCE QUOTIDIENNE DE LA BAIGNADE DU PLAN D'EAU DE LA TOUR		Date :
Surveillance assurée :	☐ OUI ☐ NON (Motif :)	
Nom(s) du (des) MNS :		
Signalisation en place :	☐ OUI ☐ NON Couleur du drapeau pour l'ouverture: ☐ Vert ☐ Orange ☐ Rouge	
Heure d'ouverture PS :	Heure d'ouverture baignade :	
INSPECTION GLOBALE (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 (détaillez ci-dessous) ☐ NON	
☐ Canards, cygnes, oies, cormorans, hérons, foulques, autres volatiles : <i>(rayer les espèces non concernées)</i>	☐ Présence d'individus à l'ouverture de la baignade (nombre :)  Si > 80 individus contacter le responsable de l'eau de baignade.	☐ Traces de passage antérieures à l'ouverture (empreintes, plumes, déjections sur le sable) ☐ Quantités anormalement élevées par rapport aux jours précédents (cocher si oui)
☐ Animaux domestiques (préciser) :	☐ Présence d'individus à l'ouverture de la baignade (nombre :) ☐ Animaux errants ☐ Animaux accompagnés ou tenus en laisse	☐ Traces de passage antérieures à l'ouverture (empreintes, déjections sur le sable) ☐ Quantités anormalement élevées par rapport aux jours précédents (cocher si oui)
☐ Rongeurs (préciser si possible) :	☐ Présence d'individus à l'ouverture de la baignade (nombre :)  Contacter le responsable de l'eau de baignade.	☐ Traces de passage antérieures à l'ouverture (empreintes, déjections, terriers...)
CONDITIONS METEOROLOGIQUES :		
		
OUVERTURE (14h) :	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	
FERMETURE (19h) :	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	
Pluie : Cumul entre deux relevés (idéalement sur 24 h entre deux prises de poste, sinon préciser la période) :		
Température : OUVERTURE : °C FERMETURE : °C		



Vent :		
OUVERTURE : ☐ Absence ☐ Légère brise ☐ Vent soutenu ☐ Vent violent en rafales Direction des vents :		FERMETURE : ☐ Absence ☐ Légère brise ☐ Vent soutenu ☐ Vent violent en rafales Direction des vents :
L'EAU DE BAINNADE :	OUVERTURE (14h)	FERMETURE (19h)
Température de l'eau : <i>(à quelques mètres du bord)</i>	 °C	 °C
pH <i>(à quelques mètres du bord, avec un appareil correctement calibré)</i> :		
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 <i>(préciser l'emplacement et le type de mousse – cf numéro de photos ci-dessous, ou inscrire « autre »)</i> : ☐ 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,...) :		

ANNEXE 8 : FICHE « INFORMATION FERMETURE DE LA Baignade »

INFORMATION Baignade



Aujourd'hui, l'eau de baignade est potentiellement de mauvaise qualité.
Par précaution, la baignade est provisoirement fermée, dans l'attente des résultats d'analyse qui conditionneront sa réouverture.
Merci de votre compréhension.

Baignade provisoirement interdite

ATTENTION Baignade interdite

ANNEXE 9 : 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) :			
<i>Uniquement en cas de pollution anticipée</i>			
INFORMATION DU PUBLIC			
Références de l'arrêté (copie jointe) :			
Date et heure d'affichage :			
Lieux d'affichage :			
INFORMATION DES AUTORITES SANNITAIRES			
Heure d'envoi à l'ARS :			
Mode de transmission :			
<i>Coordonnées du bureau des risques sanitaires de l'ARS du puy de Dôme :</i>			
ANALYSES BACTERIOLOGIQUES			
Laboratoire contacté :			
Statut de l'analyse :	☐ OBLIGATOIRE		☐ FACULTATIVE
Date et heure d'analyse :			
Résultats de l'analyse (copies jointes) :	<i>E.Coli/100ml</i>	<i>Entér./100ml</i>	<i>Conclusion ²</i>
² 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) :	<u>E.Coli</u> /100ml	<u>Entér</u> /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 :		