



HAL
open science

Les Zones de Rejets Végétalisées : Eléments pour une meilleure conception

Catherine Boutin

► **To cite this version:**

Catherine Boutin. Les Zones de Rejets Végétalisées : Eléments pour une meilleure conception. [Rapport de recherche] irstea. 2013, pp.102. hal-02601645

HAL Id: hal-02601645

<https://hal.inrae.fr/hal-02601645>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les Zones de Rejets Végétalisées :

Eléments pour une meilleure conception.

Catherine BOUTIN
IRSTEA, centre de Lyon



Contexte de programmation et de réalisation

Afin de préserver la qualité des milieux aquatiques, les collectivités et les financeurs publics ont consenti des efforts financiers importants depuis de nombreuses années pour construire des stations d'épuration. Cependant, même la mise en œuvre de traitements poussés ne permet pas toujours le rejet d'un effluent compatible avec les objectifs de qualité assignés au milieu récepteur. En effet, les usages intensifs de l'eau en période estivale, qui correspond souvent aussi à la période d'étiage, fragilisent beaucoup de nos cours d'eau.

C'est une des raisons pour laquelle la mise en place de Zones de Rejets Végétalisées (ZRV), correspondant à l'aménagement de l'espace disponible entre la station de traitement des eaux usées et le milieu aquatique récepteur de surface s'est beaucoup développé depuis ces dernières années.

Depuis 2008, le centre du CEMAGREF de Lyon (devenu IRSTEA en 2012), en partenariat avec les services techniques des Conseils Généraux et les Agences de l'Eau mène une collaboration à l'échelle nationale pour améliorer la connaissance de ces systèmes.

Ainsi, entre 2008 et 2011, sur les quelques 350 installations recensées en France métropolitaine (Prost Boucle *et al.*, 2013), plus de trente ont déjà été visitées dans le cadre de cette collaboration, soit près de 10%.

Ce document a pour objectif de réunir les informations descriptives des différents sites visités au sein d'un « catalogue » comparatif afin d'en tirer des enseignements généraux contribuant à améliorer la conception des ouvrages.

Les auteurs

Catherine BOUTIN
Ingénieur traitement des eaux usées
catherine.boutin@irstea.fr
Centre de Lyon

Les correspondants

Onema : Céline Lacour, *Direction de l'Action Scientifique et Technique*, celine.lacour@onema.fr

IRSTEA : Catherine Boutin, *Centre de Lyon*, catherine.boutin@irstea.fr

Droits d'usage :	Accès libre
Couverture géographique :	National
Niveau géographique :	National
Niveau de lecture :	Professionnels, experts, décideurs
Nature de la ressource :	Rapport final

Sommaire

Résumé.....	7
Abstract.....	8
Introduction.....	9
1 Les Zones de Rejets Végétalisées de type « PRAIRIE »	11
1.1 Eléments descriptifs	12
1.2 Analyse de situation/recommandations	13
2 Les Zones de Rejet Végétalisées de type « BASSIN »	14
2.1 Éléments descriptifs	16
2.2 Analyse de situation/recommandations	18
3 Les Zones de Rejet Végétalisées de type « FOSSE ».....	20
3.1 Eléments descriptifs	22
3.2 Analyse de situation/recommandations	23
4 Les Zones de Rejet Végétalisées de type « AUTRES ».....	25
4.1 Eléments descriptifs	26
4.2 Analyse de situation/recommandations	28
5 Conclusion / suggestions pour tous les types de ZRV	29
6 Références bibliographiques	31
Annexe 1 : Description des ZRV de type « PRAIRIE »	32
Site « PRAIRIE 1 »	32
Site « PRAIRIE 2 »	35
Site « PRAIRIE 3 »	39
Site « PRAIRIE 4 »	41
Site « PRAIRIE 5 »	43
Annexe 2 : Description des ZRV de type « BASSIN »	45
Site « BASSIN 1 »	45
Site « BASSIN 2 »	48
Site « BASSIN 3 »	50
Site « BASSIN 4 »	52
Site « BASSIN 5 »	54
Site « BASSIN 6 »	56
Site « BASSIN 7 »	58
Site « BASSIN 8 »	60
Site « BASSIN 9 »	62
Site « BASSIN 10 »	64

Annexe 3 : Description des ZRV de type « FOSSE »	66
Site « FOSSE 1 »	66
Site « FOSSE 2 »	68
Site « FOSSE 3 »	70
Site « FOSSE 4 »	72
Site « FOSSE 5 »	74
Site « FOSSE 6 »	76
Site « FOSSE 7 »	78
Site « FOSSE 8 »	80
Site « FOSSE 9 »	82
Site « FOSSE 10 »	84
Site « FOSSE 11 »	86

Annexe 4 : Description des ZRV de type « AUTRES »	88
Site « AUTRE 1 »	88
Site « AUTRE 2 »	90
Site « AUTRE 3 »	92
Site « AUTRE 4 »	95
Site « AUTRE 5 »	97
Site « AUTRE 6 »	99
Site « AUTRE 7 »	101

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : Classification des ZRV en quatre types.....	10
Tableau 2 : Vues des quatre ZRV de type « PRAIRIES »	11
Tableau 3 : Tableau récapitulatif des ZRV de type « PRAIRIE ».....	12
Tableau 4 : Objectifs attendus des ZRV de type « PRAIRIE » et nature du sol	12
Tableau 5 : Vues des dix ZRV de type « BASSIN »	14
Tableau 6 : Tableau récapitulatif des ZRV de type « BASSIN ».....	16
Tableau 7 : Objectifs attendus des ZRV de type « BASSIN » et nature du sol et sous-sol	17
Tableau 8 : Vues des onze ZRV de type « FOSSE »	20
Tableau 9 : Tableau récapitulatif des ZRV de type « FOSSE ».....	22
Tableau 10 : Objectifs attendus des ZRV de type « FOSSE » et nature du sol et sous-sol	23
Tableau 11 : Vues des sept ZRV de type « AUTRES ».....	25
Tableau 12 : Tableau récapitulatif des ZRV de type « AUTRES »	27
Tableau 13 : Objectifs attendus des ZRV de type « AUTRES » et nature du sol et sous-sol.....	27
Tableau 14 : Concentrations moyennes reçues et émises par la station alimentant « PRAIRIE 3 ».....	39
Tableau 15 : Bilan 24h de juin 2011 de la Station alimentant « PRAIRIE 4 ».....	41
Tableau 16 : Qualité moyenne (2008) de l'effluent issu de la lagune alimentant « BASSIN 3 ».....	50
Tableau 17 : Quantification des apports sur la zone de rejet végétalisée.....	51
Tableau 18 : Concentrations moyennes (2 bilans 24h) reçues et émises par la station alimentant « BASSIN 4 »	52
Tableau 19 : Evolution de la qualité au sein du « BASSIN 4 » et rendements épuratoires (Sept 2009).....	52
Tableau 20 : Bilans 24h du 29 au 30 juillet 2007 de la station alimentant « BASSIN 5 »	54
Tableau 21 : Bilan 24h du 28 au 29 juillet 2007 de la STATION alimentant le « BASSIN 7 »	58
Tableau 22 : Concentrations moyennes (2 bilans 24h) reçues et émises par la STATION alimentant le « BASSIN 8 ».....	60
Tableau 23 : Evolution des concentrations au sein du BASSIN 8 - rendements épuratoires (Oct 2007).....	61
Tableau 24 : Concentrations moyennes (6 bilans 24h) reçue et émise par la station alimentant « FOSSE 1 »	66
Tableau 25 : Concentrations moyennes (1 bilans 24h) reçue et émise par la STATION alimentant « FOSSE 2 ».....	68
Tableau 26 : Charges de pollution traitée et résiduelle de la STATION alimentant « FOSSE 9 ».....	82
Tableau 27 : Charges de pollutions moyennes reçues et émises par la STATION alimentant « FOSSE 11 » en 2010.....	86
Tableau 28 : Concentrations moyennes (9 bilans 24h) reçue et émise par la STATION alimentant « AUTRE 1 »	88
Tableau 29 : Charges hydrauliques appliquées en fonction des différentes surfaces considérées.....	89
Tableau 30 : Concentrations moyennes (13 Bilans 24h) reçue et émise par la station alimentant « AUTRE 2 ».....	90
Tableau 31 : Charges moyennes (7 bilans 24h 2008) en entrée et en sortie de la STATION alimentant « AUTRE 7 »	101
Tableau 32 : Evolution des concentrations (5 bilans 24h - 2008) au sein de « AUTRE 7 ».....	102
Tableau 33 : Evolution des concentrations (prélèvements ponctuels - 2011) au sein de « AUTRE 7 »	102
Figures 1a et 1b : Canal d'alimentation de « PRAIRIE 1 ». Source ARPE.....	32
Figure 2 : Obstruction des déversoirs par les roseaux plantés. Source ARPE.....	33
Figures 3a et 3b : Ravinement des berges. Source ARPE.....	33
Figure 4 : Schéma d'un aménagement hydraulique à l'aide de barrières physiques.....	34
Figure 5 : Schéma de « PRAIRIE 2 ». Source ARPE.....	35
Figure 6 : Fossé d'alimentation. Source ARPE.....	35
Figure 7 : Schéma de la Station et de la ZRV « BASSIN 3 ». Source Irstea	39
Figure 8 : Exutoires de la lagune : après microfiltration vers la ZRV ou by-ass vers le ruisseau. Source Irstea.....	39
Figure 9 : Fiche descriptive d'une espèce plantée dans la bamboueraie.	40
Figure 10 : Faible densité de bambous. Source Irstea	40
Figures 11a et 11b : Regards d'alimentation et de rejet de « PRAIRIE 4 ». Source Irstea.....	42
Figure 12 : Evacuation de la ZRV. Source Irstea.....	42
Figures 13a et 13b : A gauche, le réservoir de stockage, à droite, la saulaie. Source Irstea	43
Figures 14a et 14b : Fuites du système d'alimentation du TTCR. Source Irstea.....	44
Figure 15 : Illustration de l'enherbement de la saulaie. Source Irstea.....	44
Figure 16 : Une ZRV de type « BASSIN ». Source ARPE.....	45
Figure 17 : Proximité du bassin avec le ruisseau adjacent, faible hauteur de berge. Source :ARPE.....	46
Figure 18 : Canalisations « entrée/sortie » générant un court-circuit hydraulique. Source : ARPE.....	46
Figure 19 : Obstruction du by-pass de « BASSIN 1 ». Source ARPE.....	46
Figure 20 : Déversement localisé en un point unique (cercle rouge) au lieu de trois. Source ARPE.....	46
Figure 21 : Photographie aérienne du site BASSIN 2. Source ARPE.....	48
Figure 22 : Invasion de M. brasiliense. Source Irstea.....	49
Figure 23 : Obstruction du point d'alimentation du bassin par des myriophylles. Source Irstea	49
Figure 24a et 24b : Formation de boues dans « BASSIN 2 ». Source Irstea.....	49
Figures 25a et 25b : « BASSIN 3 », à gauche, fluctuation du niveau d'eau. Source Irstea	50
Figure 26 : Aspect des végétaux du « BASSIN 4 ». Source Irstea.....	53
Figure 27 : Aspect du « BASSIN 5 ». Source Irstea.....	55
Figure 28 : Trop plein du « BASSIN 5 ». Source Irstea	55

Figure 29 : Schémas du « BASSIN 6 »	56
Figures 30a et 30b : Aspect du « BASSIN 6 » en 2010. Source IRSTEA.....	57
Figures 31a et 31b : « BASSIN 7 » constitué de 2 bassins : le 1 ^{er} gauche et le 2 nd droite. Source Irstea	59
Figure 32 : Zone d'eau calme dans le premier bassin. Source Irstea.....	59
Figures 33a et 33b : la ZRV : « BASSIN 8 ». Source Irstea	60
Figure 34 : Couvert végétal du « BASSIN 8 ». Source Irstea	61
Figure 35 : Vue d'ensemble du « BASSIN 9 ». Source Irstea	62
Figure 36 : Eau stagnante à la surface. Source Irstea.....	63
Figure 37 : Vue aérienne du site BASSIN 10. Source ARPE.	64
Figure 38 : Vue du « BASSIN 10 ». Source Irstea.....	65
Figure 39 : Vue du fossé du « BASSIN 10 ». Source Irstea	65
Figures 40a et 40b : « FOSSE 1 ». Source Irstea	66
Figures 41a et 41b : Schéma (à gauche) et visualisation par un trait rouge (à droite) de la ZRV « FOSSE 2 ». Source Irstea	68
Figures 42a et 42b : Etat général et schéma de « FOSSE 3 » Source Irstea.....	70
Figure 43 : Plan du site « FOSSE 4 ».....	72
Figures 44a et 44b : Vue générale de « FOSSE 4 » et développement des érables. Source ARPE.....	72
Figure 45 : Formation d'une couche d'algues au fond du fossé. Source ARPE.	73
Figure 46 : Zone d'eau calme dans « FOSSE 5 ». Source Irstea.	74
Figure 47 : Vue aérienne du site.....	76
Figures 48a et b : Trainée blanchâtre à l'entrée de « FOSSE 6 » (gauche) ; Dépôt à la sortie de la canalisation alimentant « FOSSE 6 » (droite) Source Irstea.....	77
Figure 49 : Vue n°1 de la ZRV « FOSSE 7 ».....	78
Figure 50 : Vue n°2 de la ZRV « FOSSE 7 ».....	78
Figure 51 : Schéma descriptif. Sources Irstea.....	78
Figure 52 : Œufs d'amphibiens dans « FOSSE 7 ». Source Irstea.....	79
Figure 53 : Fond de « FOSSE 7 ». Source Irstea.....	79
Figure 54 : Les 3 fossés de « FOSSE 8 » Source Irstea	80
Figure 55 : Communication entre lignes d'eau et plantation. Source Irstea.....	81
Figure 56 : Seuil dans le fossé. Source Irstea	81
Figure 57a et 57b : Végétation présente au bord du fossé (à gauche) et regard de répartition (à droite). Source Irstea.	83
Figure 58 : Dispositif d'alimentation de « FOSSE 10 ». Source Irstea.....	84
Figures 59a et 59b : à gauche, les fossés et les saulaies, à droite, la surverse en « cascades ». Source Irstea.....	86
Figure 60 : Schéma du « FOSSE 11 »	87
Figure 61 : Les deux bassins de « AUTRE 1 » et détail du plus petit bassin. Source Irstea	88
Figure 62 : Schémas des ZRV « AUTRES 2 ».....	90
Figures 63a et b : Alimentation en affluent de la ZRV « Autre 2 ». Source Irstea.....	91
Figures 64a et b : A gauche, le plateau d'infiltration et à droite le sous-bois en prolongement du plateau.....	92
Figure 65 : Répartition des points d'échantillonnage à travers la ZRV de « AUTRE 3 »	93
Figure 66 : Evolution qualitative, à partir de mesures ponctuelles de la ZRV « AUTRE 3 ».....	93
Figure 67 : Rejet de filaments blanchâtres de la station alimentant « AUTRE 3 ». Source Irstea	94
Figure 68 : Fossé du sous-bois chargé en matière organique. Source Irstea	94
Figure 69 : Schéma de coupe de la ZRV. Source ARPE.....	95
Figure 70 : Affleurement de boues à l'entrée de « AUTRE 4 ». Source Irstea	96
Figure 71 : Accumulation de végétaux morts au sein de « AUTRE 4 ». Source Irstea.....	96
Figure 72 : Talus central étroit. Source Irstea.....	96
Figures 73a et b : Arbre poussant à travers la géomembrane, Affaissement localisé de « AUTRE 5 ». Source Irstea.....	97
Figure 74 : Vue aérienne de « AUTRE 6 » Photo : GEOPORTAIL.....	99
Figure 75 : Espèce végétale présente au fond de 1 ^{er} bassin de « AUTRE 6 ». Source Irstea	100
Figure 76 : Invasion de lentilles d'eau sur le bassin 2 de « AUTRE 6 ». Source Irstea	100
Figure 77 : Schéma fonctionnel de la ZRV « AUTRE 7 »	101
Figure 78 : ZRV « AUTRE 7 ». Source Irstea.....	101
Figure 79a et b : Cendres retenues en surface de « AUTRE 7 ». Source Irstea	102

**Les Zones de Rejet Végétalisées :
Eléments pour une meilleure conception**

C. Boutin

LISTE DES ABREVIATIONS

BA	Boues activées
BAM	Boues activées et filtration membranaire
DBO₅	Demande biologique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
DD IP	Décanteur digesteur et infiltration percolation
Dtête	Déversoir en tête de station d'épuration
EPNAC	Evaluation des Procédés Nouveaux d'Assainissement des Petites et Moyennes Collectivités
EH	Equivalent Habitant
ECP	Eaux claires parasites
FPR	Filtres plantés de roseaux
FPR1	1 ^{er} étage de filtres plantés de roseaux
FPR2	Filtre plantés de roseaux à deux étages
FPRr	Filtres plantés de roseaux à recirculation
FPRv + h	Filtres plantés de roseaux à deux étages (écoulement vertical + écoulement horizontal)
LAG	Lagunage
MES	Matières en suspension
SBR	« Sequencing Batch Reactor » ou réacteur séquentiel discontinu
ZRV	Zone de Rejet Végétalisée

Les Zones de Rejet Végétalisées : Éléments pour une meilleure conception

C. Boutin

Résumé

Ce rapport a pour objectif de réunir les informations descriptives de différentes Zones de Rejet Végétalisées (ZRV) en vue de tenter une comparaison entre elles et d'en tirer des enseignements généraux contribuant à améliorer la conception des ZRV. Ce rapport se veut être un retour d'expériences des analyses de situation réalisées lors de visites techniques, en l'absence le plus souvent, de dossier technique complet.

Ce rapport est donc constitué d'une analyse synthétique d'une trentaine de Zones de Rejet Végétalisées visitées entre les années 2009 et 2011, suivie d'une fiche individualisée la plus détaillée possible relatant les éléments obtenus lors de la visite de chacune des ZRV. Quelques résultats analytiques, lorsqu'ils sont disponibles, y sont mentionnés.

Parmi les 33 ZRV visitées, 4 sont de type « PRAIRIE », 10 de type « BASSIN », 11 de type « FOSSE » et 7 de type « AUTRES ».

Les capacités nominales des ouvrages de traitement sont variées, la plus grande étant de 14 000 EH.

Ce recueil d'éléments ne permet pas de comparer les quatre types de ZRV entre eux. Il ne permet pas non plus d'identifier et de proposer des éléments de dimensionnement.

Par contre, il est possible de souligner des manques qui pourraient améliorer la conception :

- meilleur contrôle des écoulements, qui sont souvent trop rapides ou trop lents,
- meilleure prise en compte des processus et des connaissances en épuration,
- importance de l'entretien de la végétation et de la création de voies d'accès adaptées.

Il est utile de rappeler que :

- une ZRV ne pallie pas à un dysfonctionnement chronique d'une station d'épuration ;
- la qualité du rejet de la ZRV peut être moins bonne que celle du rejet de la station d'épuration, ceci est d'autant plus vrai si les exigences réglementaires (portant donc sur la qualité du rejet de la station d'épuration) sont particulièrement strictes ;
- la plantation systématique ne semble pas être nécessaire et une plantation clairsemée de végétation locale devrait permettre d'accroître les taux de reprise.

Mots clés

BASSIN, ENTRETIEN, FOSSE, PRAIRIE, STATION D'ÉPURATION, VÉGÉTAUX, ZONE DE REJET VÉGÉTALISÉE.

**Les Zones de Rejet Végétalisées :
Eléments pour une meilleure conception**

C. Boutin

Abstract

This report has for objective to gather the descriptive information of various Planted discharge Areas (PDA) in the aim to try a comparison between them and to pull it a general teachings contributing to improve the PDA conception. This report aims to be an experience feedback of the analyses of situation realized during technical visits, without, most of the time, the complete technical documents.

This report is thus constituted by a synthetic analysis of around 30 PDA, visited between 2009 and 2011. A index card of each PDA is in annex and give the elements obtained during the visit. Some analytical results, when they are available are mentioned there.

Among 33 visited PDA, 4 are of type "LAND", 10 of the type "BASSIN", 11 of the type "TRENCH" and 7 of the type "MISCELLANEOUS".

The nominal capacities of the wastewater treatment plants (WWTP) are varied, the biggest being 14 000 PE

Those elements do not allow comparing the four types of PDA together. They do not either allow to identify and to propose bases of sizing.

But, on the other hand, it is possible to underline lacks which could improve the conception:

- Better control of the flows which are often too fast or too slow
- Better consideration of the biological processes and knowledge in wastewater treatment
- Importance of the maintenance of the vegetation and the necessity of the access roads

It is useful to remind that

- a PDA does not mitigate a chronic dysfunction of a WWTP.
- the quality of a PDA discharge can be less good than the quality of a WWTP discharge: this is really true if the statutory requirements of the WWTP are very strict
- the systematic plantation does not seem to be necessary and a scattered plantation of a local vegetation should allow to increase the rate of resumption

Keywords

BASSIN, LAND, MAINTENANCE, PLANTED DISCHARGE AREAS, TRENCH, WASTE WATER TREATMENT PLANT

Les Zones de Rejet Végétalisées : Eléments pour une meilleure conception

C. Boutin

Introduction

Afin de préserver la qualité des milieux aquatiques, les collectivités et les financeurs publics ont consenti des efforts financiers importants depuis de nombreuses années pour construire des stations d'épuration.

Cependant, même la mise en œuvre de traitements poussés ne permet pas toujours le rejet d'un effluent compatible avec les objectifs de qualité assignés au milieu récepteur. En effet, les usages intensifs de l'eau, en période estivale qui correspond souvent aussi à la période d'étiage, fragilisent beaucoup nos cours d'eau. C'est une des raisons pour laquelle la mise en place de Zones de Rejets Végétalisées (ZRV) s'est beaucoup développée depuis ces dernières années.

Ces ZRV devraient bénéficier prochainement d'une définition précise dès la parution de la révision de l'arrêté du 22 juin 2007. Il devrait être mentionné qu'une ZRV est «*un espace aménagé entre la station de traitement des eaux usées et le milieu récepteur de rejets des eaux usées traitées.* » *Cet aménagement ne fait pas partie de la station de traitement des eaux usées* (Atelier ZRV du GT EPNAC, 2013).

Depuis 2008, le centre du CEMAGREF de Lyon (devenu IRSTEA en 2012), en partenariat avec les services techniques des Conseils Généraux et les Agences de l'Eau mène une collaboration à l'échelle nationale pour améliorer la connaissance de ces systèmes.

Ainsi, entre 2008 et 2011, sur les quelques 350 installations recensées en France métropolitaine, plus de trente ont déjà été visitées dans le cadre de cette collaboration, soit près de 10%.

Ce document a pour objectif de réunir les informations descriptives des différents sites visités au sein d'un « catalogue » comparatif afin d'en tirer des enseignements généraux contribuant à améliorer la conception des ouvrages.

Pour atteindre un tel objectif, des renseignements complémentaires ont été demandés aux différents interlocuteurs. Il s'agit des personnes travaillant dans des SATESE (ou Conseils Généraux), dans des agences de l'eau ou dans des structures privées. Ce document étant volontairement anonyme, ces personnes ne peuvent être citées nominativement. Merci pourtant à elles-toutes, pour leur disponibilité. Ce document a été préparé pendant l'été 2011 par un étudiant stagiaire de niveau Master 1 Environnement de l'université de Paris Sud, Frédéric ORIAS, lors d'un stage d'été dans le centre d'Irstea de Lyon.

Les installations, dont la description individuelle est reportée en annexe, ont tout d'abord été triées selon la classification proposée par l'atelier ZRV du groupe de travail Evaluation des Procédés Nouveaux pour l'Assainissement des petites et moyennes Collectivités. Cette classification (Atelier ZRV du GT EPNAC, 2011) mentionnée dans le tableau 1, est fondée sur deux critères :





- i) origine des matériaux utilisés et
- ii) géométrie de la zone

et conduit à identifier quatre grands types de ZRV.

C'est pourquoi, le document se présente en 4 parties, chacune dédiée à un type de ZRV.

Une conclusion générale tente d'identifier les voies d'amélioration globales et/ou spécifiques à chacun des 4 types.

Tableau 1 : Classification des ZRV en quatre types

Type de zone	Origine des matériaux constitutifs	Définition	Eléments discriminants
Prairie		Surface de pente douce	
Bassin	Sol en place (remanié ou non)	Bassin(s) formé(s) par creusement du sol	 <p>Par rapport au type « Prairie » Surcreusement, différence de niveau</p>
Fossé/ Noue		Fossé(s) formé(s) par creusement du sol	 <p>Par rapport au type « Bassin » Longueur très supérieure à largeur</p>
Autres	Matériaux rapportés	Tout ouvrage comprenant des matériaux rapportés	 <p>Exemple de matériaux : Géomembrane, gravier, sable</p>

Cette classification s'appuie sur des éléments purement descriptifs du cœur de la zone qui reçoit les eaux et non pas sur ses éventuels éléments constitutifs (ouvrage d'apport, tuyaux de distribution, ...). Elle est indépendante des végétaux présents.

Une ZRV peut être décrite à l'aide d'un seul type ou de plusieurs types.

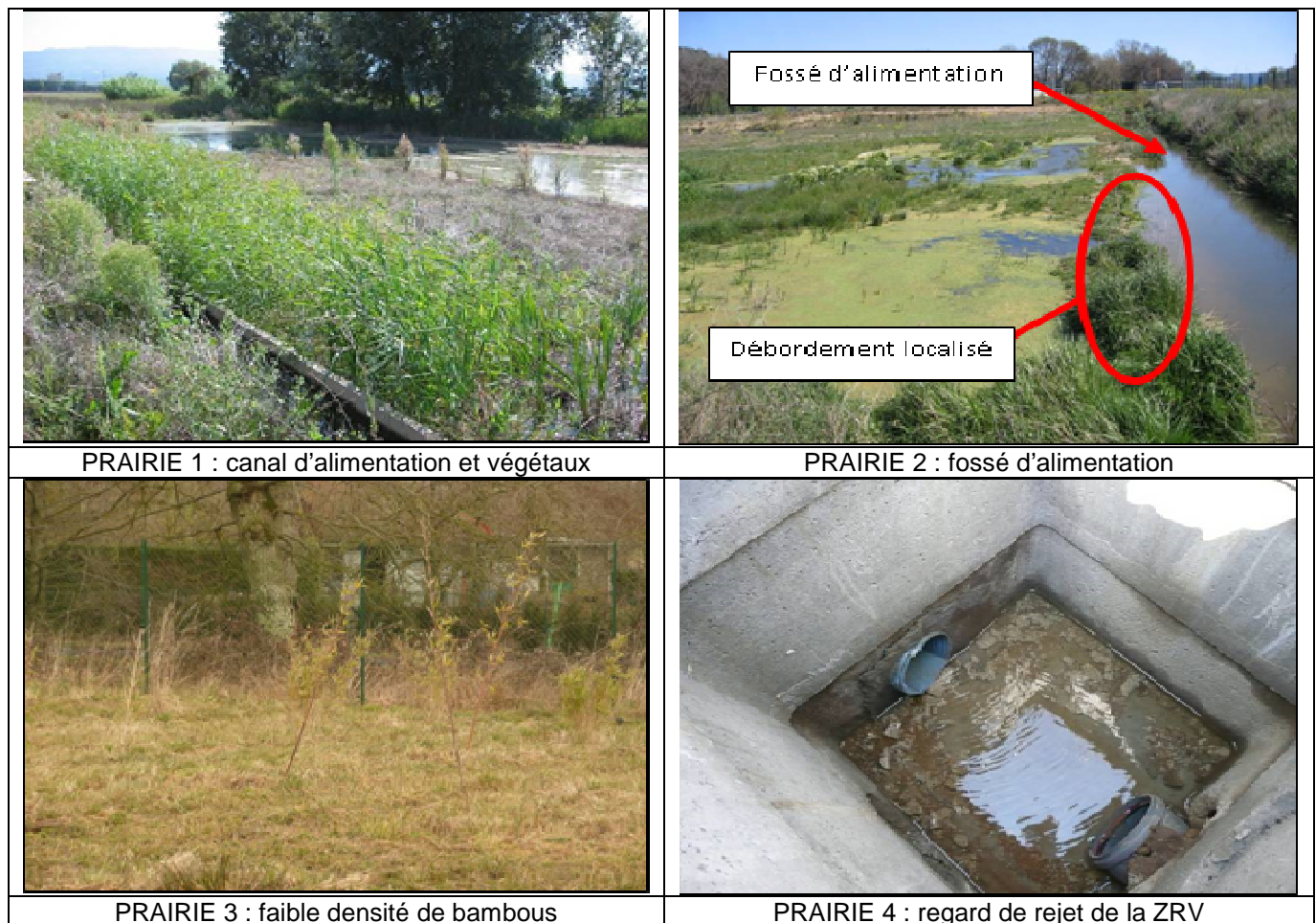
1 Les Zones de Rejets Végétalisées de type « PRAIRIE »

Les ZRV de type « PRAIRIE » sont des aménagements utilisant des surfaces de sol d'origine (non remanié) et de pente douce (cf. tableau 1).

Les installations visitées de type « prairies » sont au nombre de cinq.

Leurs descriptions détaillées sont reportées en annexe 1. L'une d'entre elles (« PRAIRIE 5 ») n'est pas une ZRV mais une station de traitement des eaux usées industrielles dont la configuration aurait pu s'apparenter à celle de certaines ZRV. C'est pourquoi, sa description a été maintenue mais en annexe uniquement.

Tableau 2 : Vues des quatre ZRV de type « PRAIRIES »



Le tableau 2 fournit des vues de chacune des PRAIRIES et le tableau 3 résume quelques données techniques caractérisant les ZRV de type « PRAIRIE » ainsi que la station d'épuration qui les précède.

1.1 Eléments descriptifs

La taille des installations est variée, atteignant jusqu'à 14 000 EH ; les stations d'épuration sont des boues activées (BA), des filtres plantés de roseaux (FPR) ou des associations de filières extensives.

Les ZRV sont alimentées majoritairement par le rejet de la station d'épuration sans les débits excédentaires de déversoirs en tête de station d'épuration.

Pour deux d'entre elles, la distribution de l'eau est réalisée à la surface des aménagements. Pour les deux autres, la distribution est enterrée à l'aide de tuyaux de type drains agricoles ou tuyaux d'irrigation

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des ZRV de type « PRAIRIE »

	Station d'épuration			ZRV		
	Type	Capacité (EH)	Débit (m ³ /jour)	Affluent	Apport moyen (mm/jour)	Emprise totale (m ² /EH)
« PRAIRIE1 »	BA	14 000	2 600	Rejet station	400	0,4
« PRARIE 2 »	BA	12 000	2 400	Rejet station	200	0,9
« PRAIRIE 3 »	FPR + LAG	2 280	380	Rejet station	38	4,3
« PRARIE 4 »	FPR	1 500	260	?	?	?

Leur emprise totale varie dans une très grande amplitude de 0,4 à 4,3 m²/EH, soit un facteur multiplicatif de 10. Si la totalité de la surface disponible était effectivement utilisée, cela reviendrait à apporter des lames d'eau théoriques journalières d'une hauteur variant entre 3,8 cm à 40 cm. La hauteur cumulée annuelle apportée est alors évaluée entre 14 et 150 mètres. Comparée à la pluviométrie estimée à 1 m en moyenne, cette quantité paraît être gigantesque.

En ce qui concerne la plantation de la végétation, on rencontre tous les cas de figure :

- plantation partielle de végétation aquatique dans les 2 cas de « PRAIRIES 1 et 2 »,
- plantation totale de bambous pour la « PRAIRIE 3 », ou
- végétation autochtone pour la « PRAIRIE 4 ».

La végétation aquatique s'est localement bien développée, tandis que les bambous n'ont pas eu l'essor attendu.

Les végétaux, s'ils sont rapportés, doivent être choisis en fonction de leur aptitude à se développer sur le sol naturel.

Les attentes liées à la réalisation de ces ZRV sont variées ; elles sont résumées dans le tableau 4. Le même tableau tente de faire le lien entre ces attentes et la nature du sol et sous-sol.

Tableau 4 : Objectifs attendus des ZRV de type « PRAIRIE » et nature du sol

	Objectifs attendus	Nature du sol et sous-sol
« PRAIRIE1 »	diminution des volumes rejetés diminution des MES	dépôts d'alluvions limono argileux et caillouteux
« PRARIE 2 »	Inconnu	dominante argileuse à faible pente
« PRAIRIE 3 »	« Zéro rejet » en période d'étiage production minimale de boues intégration paysagère remarquable	à dominante argileuse
« PRARIE 4 »	Inconnu	inconnue

En absence d'éléments chiffrés tant quantitatifs que qualitatifs, il n'est pas possible d'apporter une analyse constructive autour de ces attentes et bénéfices éventuels. La « PRAIRIE 1 » a un rejet de surface vers le milieu récepteur de surface ; la « PRAIRIE 3 » n'est alimentée que très partiellement du fait de difficultés multiples. Pour atteindre l'objectif de « zéro rejet » en sol argileux, les concepteurs comptaient probablement sur les bambous qui, malheureusement ne se sont pas développés.

1.2 Analyse de situation/recommandations

Les 5 ZRV de type « PRAIRIE » souffrent toutes de difficultés majeures liées aux écoulements. On rencontre deux situations extrêmes :

- soit des eaux stagnantes,
- soit des écoulements très rapides qui peuvent générer une érosion plus ou moins localisée.

Cette difficulté de répartition des eaux circulant à une vitesse acceptable pour éviter les affouillements est d'autant plus forte que les surfaces en jeu sont importantes, allant de 0,6 à 1,2 hectares.

Il est donc nécessaire de soigner le dispositif de répartition qui doit être entretenu de façon pragmatique ou très technique selon leur type :

- Si le dispositif de répartition reste sommaire, à la surface du sol naturel, il faudra veiller à régaler les pentes de la ZRV après avoir identifié les zones d'écoulement préférentiel et/ou les zones de contre pente.
- Les dispositifs souterrains, alimentés sous pression, très performants en termes de distribution, nécessite un entretien rigoureux, par du personnel spécialisé. Les buses d'alimentation, de petite taille, sont relativement sensibles au colmatage.

Pour ralentir les écoulements en surface, il est possible d'adjoindre des barrières physiques construites à l'aide de gabions ou de végétaux.

Les végétaux, qu'ils soient plantés à proximité de la goulotte de distribution ou à proximité de l'exutoire vers le milieu récepteur de surface, contribuent effectivement à ralentir les écoulements. Par contre, si leur distribution n'est pas régulière, ils peuvent générer des zones d'écoulement préférentiel et une érosion localisée.

2 Les Zones de Rejet Végétalisées de type « BASSIN »



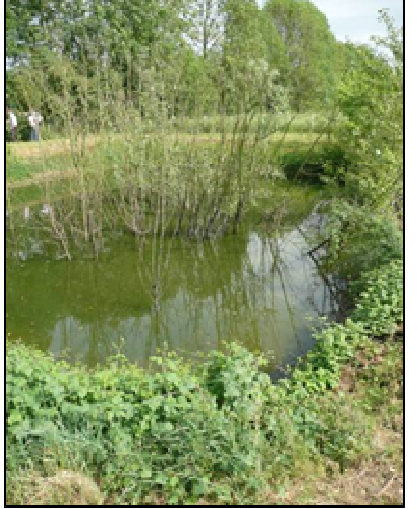
Les ZRV de type « BASSIN » sont des aménagements utilisant des surfaces de sol d'origine (non remanié) dans lequel un creusement a été réalisé (cf. tableau 1). La forme du creusement est relativement compacte et le ratio longueur/largeur est de l'ordre de l'unité.


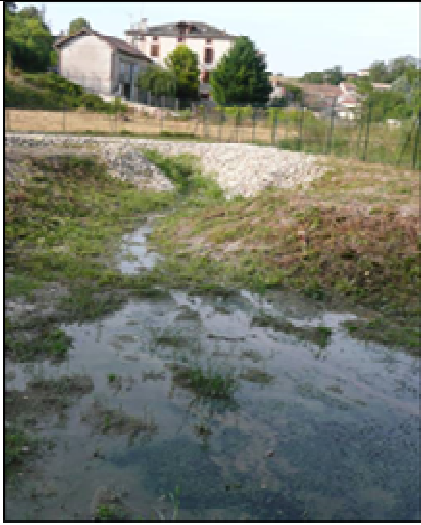





Les installations visitées de type « BASSIN » sont au nombre de dix :

- six d'entre elles sont constituées d'un bassin unique,
- trois sont constituées de bassins fonctionnant en série, plus ou moins nombreux (2 à 5 bassins) et dont la séparation entre eux n'est pas toujours très franche,
- la dernière est associée à un fossé.

Leurs descriptions, la plus complète possible, sont reportées en annexe 2. Elle suit cet ordre, allant du plus simple au plus complexe.

Tableau 5 : Vues des dix ZRV de type « BASSIN »

		
<p>BASSIN 1 : vue d'ensemble</p>	<p>BASSIN 2 : obstruction du point d'alimentation et invasion de <i>M Brasilienne</i></p>	<p>BASSIN 3 : envasement progressif</p>

		
<p>BASSIN 4 : végétation luxuriante</p>	<p>BASSIN 5 : vue d'ensemble à la mise en eau</p>	<p>BASSIN 6 : intégration complète dans le paysage</p>
		
<p>BASSIN 7 : <i>limpidité de la tranche d'eau</i></p>	<p>BASSIN 8 : développement de la végétation naturelle</p>	<p>BASSIN 9 : bassins en cascade</p>
		
<p>BASSIN 10 : vue d'ensemble à la mise en eau</p>		

2.1 Éléments descriptifs

Le tableau 6 résume quelques données techniques caractérisant les ZRV de type « BASSIN » ainsi que la station d'épuration qui les précède. Dans ce tableau ainsi que dans le tableau 7, les « BASSINS » sont classées en fonction de la nature de l'affluent les alimentant puis en fonction de leur emprise.

Tableau 6 : Tableau récapitulatif des ZRV de type « BASSIN »

	Station d'épuration			ZRV				
	Type	Capacité (EH)	Débit (m ³ /jour)	Nature de l'affluent	Description	Emprise (m ² /EH)	Temps de séjour moyen (j)	Apport moyen* (mm/j)
« BASSIN 2 »	BA	1 800	270	Rejet station + Dtête + ECP	B** unique	4		37
« BASSIN 9 »	FPR1	100	150	Rejet station + Dtête	4 B** en série	3,2		46
« BASSIN 5 »	FPR1	150	22,5	Rejet station + Dtête	B** unique	2,6		54
« BASSIN 7 »	FPRr	500	100	Rejet station + Dtête	2 B** en série	1,4		290
« BASSIN 8 »	FPRr	500	75	Rejet station + Dtête	5 B** en série	0,7		200
« BASSIN 10 »	SBR	14 000	2100	Rejet station + Dtête	B*** et fossé en parallèle	0,46		320
« BASSIN 1 »	BA	8 000	1600	Rejet station + Dtête	B** unique	0,37	0,75	530
« BASSIN 4 »	FPR1	150	22,5	Rejet station	B** unique	1,7		9,6
« BASSIN 3 »	LAG	600	90	Rejet station	B** unique	0,67	5,5	255
« BASSIN 6 »	FPR2	600	90	Rejet station	B** unique	0,2		750

* : en absence d'une connaissance précise des hauteurs d'eau

B** : Bassin

B*** : seul le bassin du « BASSIN 10 » est décrit ici

La taille des stations d'épuration et des ZRV correspondantes est variée, atteignant jusqu'à 14 000 EH pour la limite supérieure; à l'opposé, trois ZRV sont associées à des stations d'épuration de petite taille (moins de 150 EH). Huit ouvrages sur dix étant de taille inférieure à 2 000 EH, la typologie des stations d'épuration est le reflet du parc pour cette gamme de capacité c'est-à-dire des filtres plantés de roseaux plus ou moins complexifiés au nombre de 6, un lagunage naturel et une filière par boues activées. Pour les plus grandes tailles, on retrouve sans surprise une filière par boues activées et une filière SBR.

De manière générale, les ZRV de type « BASSIN » sont implantées pour recevoir également des eaux des déversoirs d'orage en plus des eaux usées traitées par les stations de traitement. On retrouve cette situation dans sept cas sur dix.

Lorsque les ZRV ne reçoivent que le rejet de la station d'épuration, la surface totale du (ou des) plan(s) d'eau varie dans une amplitude relativement importante entre de 0,2 à 1,7 m² / EH (facteur multiplicatif de 8 entre ces deux extrêmes).

Pour celles qui reçoivent également les eaux excédentaires de déversoir de tête de station, la surface totale du (ou des) plan(s) d'eau varie dans une amplitude relativement importante entre de 0,37 à 2,6 m² / EH : le facteur multiplicatif de 7 entre ces deux extrêmes est similaire à la situation précédente où la ZRV n'est alimentée que par les eaux usées traitées.

Le ratio maximum, d'une valeur à 4 m² / EH a été calculé sur un site en présence d'eaux claires parasites (ECP).

Du fait de la variabilité effective des apports et en absence de chronologies des volumes effectivement apportés, il n'est pas possible d'interpréter plus finement ces emprises.

Une analyse des temps de séjour serait beaucoup plus pertinente ; il conviendrait de pouvoir l'évaluer pour les différents débits, dont le débit de pointe admissible. Malheureusement, les évaluations de temps de séjour ne sont pas possibles en absence d'une description affinée des hauteurs des bassins. Les 2 valeurs calculées de temps de séjour moyen s'étalent entre moins d'une journée et plus de 5 jours. Afin de tenter une comparaison des différents types de ZRV, les hauteurs de lames d'eau théoriques journalières moyennes sont calculées : l'amplitude est de 37 mm à 750 mm. Ce ratio semble être indépendant de l'origine des eaux entrantes.

Les attentes liées à la réalisation de ces ZRV sont multiples et variées d'un site à l'autre; elles sont résumées dans le tableau 7 selon le classement précédent c'est-à-dire en fonction de la nature de l'affluent (des volumes unitaires les plus importants vers les plus petits) les alimentant, puis en fonction de leur emprise décroissante.

Tableau 7 : Objectifs attendus des ZRV de type « BASSIN » et nature du sol et sous-sol

	Objectifs attendus	Rejet visible de la ZRV	Nature du sol et sous-sol
« BASSIN 2 »	rétenion MES, diminution micropolluants, bactério, azote et phosphate.	oui	inconnue
« BASSIN 9 »	lissage des flux et diminution des volumes rejetés	oui	inconnue
« BASSIN 5 »	diminution des micropolluants, bacterio, azote et phosphore + lissage des flux	oui	inconnue
« BASSIN 7 »	diminution des volumes rejetés	absence	inconnue
« BASSIN 8 »	diminution des volumes rejetés	oui	inconnue
« BASSIN 10 »	lissage des flux et diminution des volumes rejetés	oui	inconnue
« BASSIN 1 »	rétenion MES	oui	dominante argileuse, compacté
« BASSIN 4 »	inconnu	temporaire	inconnue
« BASSIN 3 »	inconnu	oui, par surverse	de type alluvionnaire, probablement
« BASSIN 6 »	maximiser l'infiltration + traitement complémentaire de l'effluent	oui	observations sol et sous-sol disponibles (3 horizons et perméabilité connue)

Les objectifs attendus sont explicités dans 80% des cas ; le « lissage des flux et diminution des volumes rejetés » est l'attente la plus fréquente correspondant à 6 cas sur 10. La recherche « d'un traitement complémentaire » est mentionnée 3 fois et la « rétenion MES » est mentionnée 2 fois.

L'absence de rejet en surface n'est obtenue que 2 fois sur 10, dont une de façon temporaire (BASSIN 4). Pour ces deux situations (BASSINS 4 et 7) dans lesquelles il est possible d'affirmer que la ZRV répond effectivement aux attentes de diminution des volumes rejetés, les études du sol et sous-sol ne sont malheureusement pas disponibles. Il est possible de noter que les emprises sont relativement importantes (supérieures à 1,4 m² / EH) pour ces deux ouvrages recevant soit des eaux traitées exclusivement soit des eaux de déversoir de tête également. Pour des emprises nettement supérieures, il existe un rejet visible de la ZRV qu'il est impossible d'analyser en absence de données géologiques et hydrogéologiques.

2.2 Analyse de situation/recommandations

Les situations sont trop diversifiées et trop peu documentées pour tenter d'échafauder quelques lignes directrices expliquant des règles de dimensionnement, en lien avec les objectifs attendus. Quelques commentaires sont malgré tout possibles :

L'objectif « BASSIN 1 » est la rétention des MES. Le calcul théorique du temps de séjour moyen est 18h lorsque la ZRV reçoit uniquement les eaux usées traitées. En se basant sur des règles sommaires de décantation d'un temps de passage minimal de 2h, l'objectif de rétention des MES semble accessible. Par contre, lorsque la ZRV reçoit également les excédents de déversoir de tête de station d'épuration, l'objectif pourrait être atteint, au démarrage de l'installation lorsque le volume disponible est maximal si ce débit cumulé reste inférieur à 9 fois le débit moyen. Si l'ouvrage est correctement entretenu avec une évacuation des boues dès lors qu'elles représentent plus de 25% du volume utile, l'objectif de rétention des MES serait atteint si le débit maximum journalier admissible reste inférieur à 6 ou 7 fois le débit moyen des eaux usées traitées.

Le « BASSIN 10 » est alimenté de façon séquentielle par des eaux usées traitées par un SBR. Dans ces conditions, l'objectif de « lissage des flux » semble pertinent. Malheureusement, ce BASSIN fonctionne en parallèle et de façon alternée avec un FOSSE de petite dimension, le rôle tampon de ce dernier est loin d'être évident. Le bon sens aurait dû conduire naturellement à un fonctionnement en série du BASSIN puis du FOSSE, ce qui n'est pas le cas. A posteriori, du fait de la topographie des lieux, il ne semble pas facile de remédier à cette situation très surprenante.

Ces ZRV de type « BASSIN » s'apparentent aux bassins rencontrés dans la filière d'épuration par lagunage naturel. Ils devraient suivre les mêmes bases de conception. Effectivement, en terme de conception, les règles de bases pour limiter les courts circuits hydrauliques sont les mêmes (éloigner l'entrée et la sortie et éviter de les positionner en vis-à-vis immédiat,...). La construction de plusieurs bassins fonctionnant en série pourrait contribuer à créer plusieurs écosystèmes diversifiés probablement riches d'un point de vue environnemental.

A l'inverse de la filière d'épuration par lagunage naturel implantée sur matériaux à faible perméabilité, les ZRV de type « BASSIN » sont construites sur sol en place, et ce, quelle que soit la capacité d'infiltration du sol d'origine.

Pour maintenir l'éventuelle infiltration naturelle, plusieurs bassins pourraient être aménagés pour un fonctionnement en parallèle. Effectivement, les risques de colmatage existent même lorsque les matériaux semblent présenter de grande capacité d'infiltration. Le « BASSIN 3 » illustre cette situation de colmatage : bien qu'implantée en zone alluvionnaire, cette ZRV est totalement colmatée. Il est vrai que cette ZRV est alimentée par les eaux usées traitées issues d'un lagunage naturel qui sont naturellement chargées d'algues microscopiques potentiellement assez colmatantes. De plus, cet ouvrage, construit en 1999, fait partie des plus anciens. Pour autant, le colmatage de matériaux très grossiers de type alluvionnaires reste surprenant et une alimentation alternée aurait vraisemblablement permis d'éviter cette situation désormais très dégradée.

Les ZRV de type « BASSIN » se caractérisent par des développements végétatifs très importants dès qu'une certaine maturité de l'aménagement est atteinte. Parmi les 10 sites visités, ceux âgés de moins de trois ans, montrent un développement végétatif contrôlé. Au-delà, la situation se diversifie. Et nombre de « BASSINS » sont sujets à des développements d'espèces plus ou moins envahissantes rapidement.

Les « BASSINS » développent souvent une végétation très luxuriante dont les débris enrichissent l'eau libre par leur matière organique dans des quantités telles que l'oxygène peut ne plus être en quantité suffisante pour maintenir le milieu en conditions aérobies. Ce constat date des années 1990 et avait conduit à imposer l'exportation régulière des végétaux faucardés dans des lagunes de finition à macrophytes. Quel que soit l'objectif attendu, il est vraiment important pour le milieu récepteur final que le rejet de la ZRV reste oxygéné c'est-à-dire de qualité aérobie. Effectivement, un rejet de type anaérobie générerait une demande localisée en oxygène qui pourrait être très dommageable au milieu naturel récepteur de surface.

C'est pourquoi le développement de la végétation doit être contrôlé et les ZRV de type « BASSINS » doivent être entretenues.

Il s'agit donc bien de couper les parties aériennes des végétaux et de les récolter. Une simple coupe, sans récolte, ne résout pas les phénomènes d'enrichissement de l'eau libre de la ZRV en matière organique.

Ces règles d'entretien doivent impérativement être reconduites régulièrement, selon une fréquence non définie aujourd'hui. Les accès destinés à des engins d'entretien doivent donc être aménagés dès la construction.

De façon régulière, il est utile de prévoir des bathymétries (mesures des hauteurs de boues selon un quadrillage de surface) pour connaître le degré d'envasement des « BASSINS ». Ces boues proviennent essentiellement des matières en suspension apportées par l'eau usée traitée et des végétaux (algues, lentilles d'eau...) dont les débris décantent progressivement en fond de l'ouvrage. Par similitude avec les règles d'entretien préconisées en lagunage naturel, dès que la hauteur de ces dépôts atteint en moyenne le quart du volume utile, un curage de boues déposées en fond de « BASSIN » est à envisager.

3 Les Zones de Rejet Végétalisées de type « FOSSE »


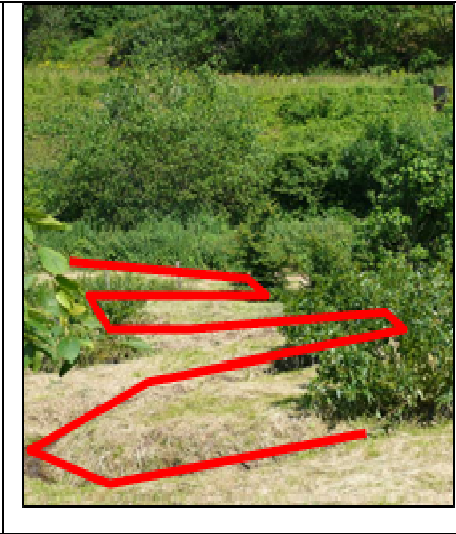

Les ZRV de type « FOSSE » sont des aménagements utilisant des surfaces de sol d'origine (non remanié) dans lequel un creusement a été réalisé (cf. tableau 1). La forme du creusement est étirée et le ratio longueur/largeur est de l'ordre de la centaine voire davantage.

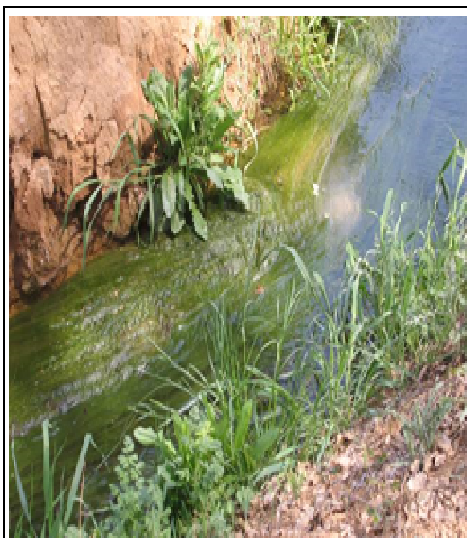
Les installations visitées de type « FOSSE » sont au nombre de onze :

- sept d'entre elles sont constituées d'un fossé unique, de forme plus ou moins régulière.
- les quatre dernières ont des formes un peu plus complexes. Il s'agit :
 - de fossés qui suivent d'assez près les courbes de niveau du sol naturel et dont les connections entre fossés sont réalisées soit par des canalisations, soit par surverse.
 - de fossés pouvant être alimentés en parallèle et/ou en alternance.
 - de fossés ayant les deux propriétés décrites plus haut c'est-à-dire plusieurs fossés fonctionnant en parallèle, mais dont les exutoires des surverses se dirigent vers le fossé aval.

Leur présentation individuelle, reportée en annexe 3, suit cet ordre, allant du plus simple au plus complexe.

Tableau 8 : Vues des onze ZRV de type « FOSSE »

		
<p>FOSSE 1 : écoulement en fossé</p>	<p>FOSSE 2 : tracé d'un fossé et présence de quelques saules</p>	<p>FOSSE 3 : Vue d'ensemble</p>



FOSSE 4 : couches d'algues en fond de fossé



FOSSE 5 : zone d'eau calme



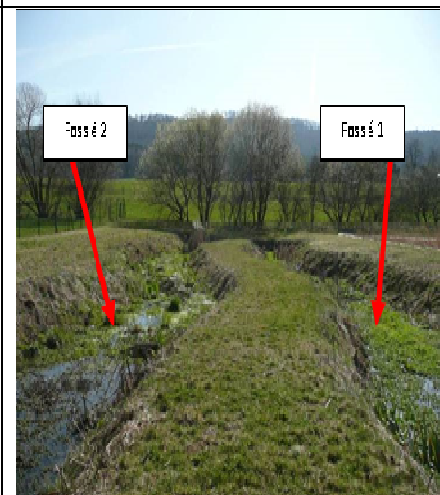
FOSSE 6 : alimentation de la ZRV par une eau septique



FOSSE 7 : Fosse de forme non rectiligne



FOSSE 8 : Communication entre deux segments de fossés et plantation



FOSSE 9 : fossé fonctionnant en parallèle



FOSSE 10 : Alimentation en un point



FOSSE 11 : fossés alimentés en série et plantation de saulaies sur berges

3.1 Eléments descriptifs

Le tableau 9 résume les principales caractéristiques des 11 ZRV de type « FOSSE » classées en fonction de la nature de l'affluent les alimentant puis en fonction de leur longueur unitaire ramené à un EH. Le même classement est utilisé pour le tableau 10

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des ZRV de type « FOSSE »

	STATION			ZRV		
	Type	Capacité (EH)	Débit (m ³ /jour)	Nature de l'affluent	Description	Linéaire fossé (m / EH)
« FOSSE 5 »	FPR2	900	13,5	Rejet station + Dtête	F* unique	0,200
« FOSSE 9 »	FPR	500	101	Rejet station + Dtête	2 F* en parallèle	0,150
« FOSSE 4 »	BAM	12 000	1800	Rejet station + Dtête	F* unique	0,016
« FOSSE 7 »	FPR2	1 450	?	Rejet station + Dtête	F* unique	?
« FOSSE11 »	FPR2	2 500	600	Rejet station	Plusieurs F** en série et parallèle.	3,69 m ² / EH
« FOSSE 3 »	FPR2	350	52,5	Rejet station	F* unique	0,200
« FOSSE 2 »	Inf Perc	450	68	Rejet station	F* unique	0,190
« FOSSE 10 »	FPR2	1 900	?	Rejet station	F* connectés par canalisations	0,050
« FOSSE 1 »	BA	1 100	110	Rejet station	F* unique	0,040
« FOSSE 6 »	FPRv + h	1 200	?	Rejet station	F*** unique	0,9 m ² / EH
« FOSSE 8 »	FPR2	?	?	Rejet station	F* connectés par canalisations	?

F*: FOSSE

F** L'emprise du FOSSE 11 est celle des fossés sans compter le bassin d'infiltration aval supplémentaire

F*** L'emprise du FOSSE 6 est celle de la surface totale de l'aménagement

Les ZRV visitées de type « FOSSE » sont majoritairement installées à l'aval de stations d'épuration de taille modeste : 350 EH à 2 500 EH pour 9 d'entre elles. Il existe une exception avec un ouvrage de 12 000 EH La typologie des stations d'épuration est le reflet du parc pour cette gamme de capacité c'est-à-dire des filtres plantés de roseaux plus ou moins complexifiés au nombre de 8, un bassin d'infiltration-percolation et une filière par boues activées. La station d'épuration de grande taille est de type membranaire.

De manière générale, les ZRV de type « FOSSE » sont implantées pour recevoir des eaux usées traitées des stations d'épuration. On retrouve cette situation dans sept cas sur onze. Dans un peu plus du tiers des installations de type « FOSSE » visitées, elles acceptent également des eaux excédentaires de déversoir de tête de station d'épuration.

L'emprise du linéaire de fossé varie dans une grande amplitude s'étalant de 0,016 à 0,200 m / EH (facteur multiplicatif de 12 entre ces deux extrêmes). Ce ratio semble être indépendant de l'origine des eaux entrantes.

Quelques éléments de fonctionnement sont disponibles et permettent de calculer un ratio de charge hydraulique appliquée en tenant compte des débits réellement apportés (fonction des taux de raccordement et de la nature du réseau). L'amplitude de variation de ce ratio de charge s'établit entre les 2 extrêmes : 0,07- 2,40 m³ / m / jour dont le facteur multiplicatif est de 35.

En absence de description précise du ou des profils des « FOSSE », il n'est pas envisageable de calculer des temps de passage.

Les attentes liées à la réalisation de ces ZRV sont hétérogènes d'un site à l'autre ; elles sont résumées dans le tableau 11 selon le classement précédent c'est-à-dire en fonction de la nature de l'affluent (des volumes unitaires les importantes vers les plus petits) les alimentant puis en fonction de leur emprise décroissante.

Tableau 10 : Objectifs attendus des ZRV de type « FOSSE » et nature du sol et sous-sol

	Objectifs attendus	Rejet visible de la ZRV	Nature du sol et sous-sol
« FOSSE 5 »	diminution des volumes rejetés, diminution micropolluants, bactérie, azote et phosphate.	oui	inconnue
« FOSSE 9 »	diminution des volumes rejetés, surtout à l'étiage	oui	inconnue
« FOSSE 4 »	diminution des volumes rejetés	oui	substratum rocheux étanche
« FOSSE 7 »	inconnu	oui	limoneux-argileux
« FOSSE 11 »	diminution des volumes rejetés	oui	inconnue
« FOSSE 3 »	protection du ruisseau en période d'étiage	temporaire	argile-sable
« FOSSE 2 »	inconnu	oui	dominante argileuse
« FOSSE 10 »	inconnu	oui	inconnue
« FOSSE 1 »	inconnu	non	de type alluvionnaire, probablement
« FOSSE 6 » ⁽¹⁾	diminution des volumes rejetés par infiltration complète	oui	très argileux
« FOSSE 8 »	inconnu	oui	inconnu

(1) cet objectif concerne également un bassin d'infiltration aval supplémentaire

Les objectifs attendus sont explicités dans 55% des cas seulement et la « diminution des volumes rejetés » est l'objectif attendu le plus fréquent. La recherche « d'un traitement complémentaire » n'est mentionnée que 2 fois.

3.2 Analyse de situation/recommandations

A la lecture de tels objectifs, on peut s'étonner de la nature généralement imperméable des sols. Une meilleure prise en compte des études préalables du sol et sous-sol aurait certainement permis :

- soit d'afficher des objectifs plus réalistes en fonction des contraintes locales, (en évitant, par exemple, de rechercher une réduction de flux sur un substratum étanche)
- soit de favoriser l'infiltration en rejoignant une zone sous-jacente plus perméable ou, l'inverse.

Les deux situations des « FOSSE 4 » et « FOSSE 6 » méritent d'être mentionnées comme exemple à ne pas reproduire :

- Au sein du « FOSSE 4 », les eaux usées traitées issues d'un traitement membranaire serpentent sur un substratum rocheux étanche à 1,5m de profondeur après décapage du sol. A l'origine, la ZRV aurait dû être une prairie dans laquelle les eaux se seraient infiltrées dans une couche de sol de 1,5m de hauteur. Pour diverses raisons techniques et financières (erreurs dans les profils hydrauliques, absence de relèvement des eaux usées traitées,...), le projet d'origine s'est transformé en « FOSSE ». Sa très faible pente conduit à des écoulements lents favorisant le développement d'espèces végétales. Malheureusement, cet aménagement conduit à dégrader l'excellente qualité physico-chimique de l'eau issue d'un traitement membranaire, et ce tout particulièrement vis-à-vis du paramètre MES.
- La situation de l'ensemble [station d'épuration et « FOSSE 6 »] est dramatique du fait d'une mauvaise conception de la station d'épuration délivrant un effluent particulièrement septique. De ce fait, l'ensemble des arbres sont morts ; le rejet de la station, mis à l'air libre, délivre une odeur particulièrement nauséabonde. Cet exemple confirme pleinement qu'une ZRV ne peut pallier aux défaillances chroniques de la station d'épuration.

Dans le cas du « FOSSE 11 », du fait de la nature argileuse du sol, les concepteurs ont privilégié de grandes surfaces d'eau libre pour favoriser l'évaporation des eaux en période estivale. Ils comptent également sur l'évapotranspiration par des saules plantés sur les berges pour réduire les flux. Un an après la mise en eau, l'objectif attendu en période estivale, particulièrement exigeant, n'était pas atteint.

Sans pouvoir quantifier leurs éventuels bénéfices, les « FOSSES » sont globalement d'aspects agréables ; l'entretien y est mieux réalisé que dans les « BASSINS » pour un développement de la végétation aussi luxuriant. Ce constat s'explique probablement par des accès aisés aux berges ainsi que des surfaces relativement réduites.

Pour accroître les temps de séjour et favoriser les échanges aux interfaces, la construction des fossés suivant les courbes de niveau est une possibilité intéressante ; la connexion entre eux par canalisation évite des phénomènes d'érosion par l'accélération des vitesses dans les pentes. Dans ce schéma, il est également possible de créer des fossés aux formes plus ou moins hétérogènes afin de diversifier les modes d'écoulements.

Pour favoriser le développement végétatif, les pentes seront plutôt douces, une plantation de quelques espèces locales semble tout à fait être suffisante.

Comparée à la ZRV de type « BASSIN », la ZRV de type « FOSSE » présente moins de risque de dégradation de qualité de l'affluent consécutif à la mise en place de conditions de dégradation anaérobie si les écoulements n'y sont pas trop lents. Il est possible pourtant que des dépôts viennent s'installer en fond de fossé. Ces dépôts vont réduire les temps de passage et éventuellement modifier les conditions d'écoulement dans le sol et sous-sol. C'est pourquoi, il faut prévoir un accès aux engins agricoles pour qu'un curage puisse s'effectuer. Une voie de contrôle de l'éventuel colmatage du fond de FOSSE consisterait à mettre en place des fossés dont l'alimentation pourrait être alternée selon une fréquence à définir.

4 Les Zones de Rejet Végétalisées de type « AUTRES ».

Cette quatrième catégorie de ZRV, dénommée « AUTRES » n'est pas basée sur un usage du sol en place comme les trois autres types de ZRV (« PRAIRIE », « BASSIN », « FOSSE »). Sa réalisation fait appel à des matériaux rapportés tels que des géomembranes, des graviers,...

Ces installations, de réalisation relativement complexe, sont donc de conception plus ou moins inspirée des filières très connues dans le domaine du traitement des eaux usées.

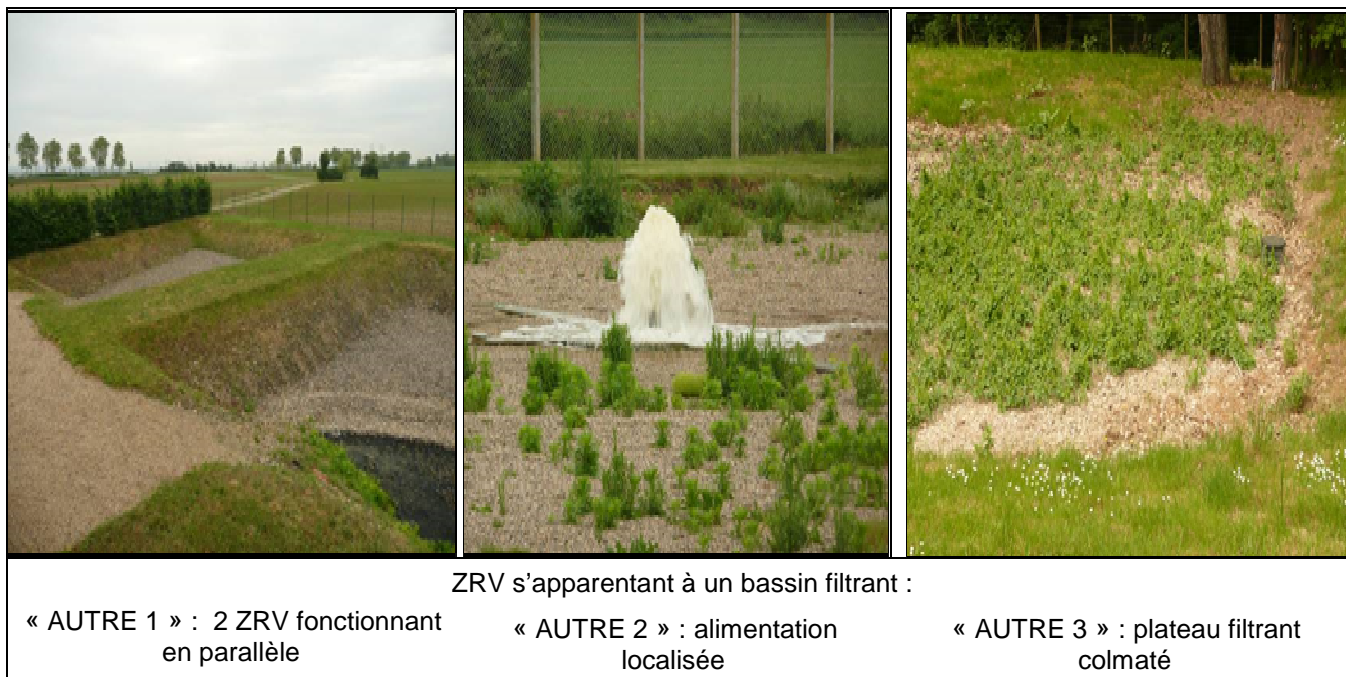
ATTENTION : Même si le vocabulaire utilisé pour décrire ces ZRV fait référence à des filières de traitement très connues, les dimensionnements retenus, lorsqu'ils sont exprimés, ne reprennent pas les valeurs de référence connues pour le traitement des eaux usées domestiques.

Les installations visitées de type « autres » sont au nombre de sept :

- quatre d'entre elles s'apparentent à des bassins d'infiltration,
- deux autres s'apparentent à des bassins de lagune complétés ou non par une filtration,
- la dernière est proche d'un filtre planté à flux horizontal.

Leur présentation individuelle, reportée en annexe 4, suit cet ordre.

Tableau 11 : Vues des sept ZRV de type « AUTRES »



		
<p>ZRV s'apparentant à un bassin filtrant « AUTRE 4 » : accumulation de débris, absence d'entretien et colmatage</p>	<p>ZRV s'apparentant à une lagune « AUTRE 5 » : arbre poussant dans la géomembrane « AUTRE 6 » : développement de lentilles d'eau</p>	
		
<p>« AUTRE 7 » s'apparentant à un filtre planté horizontal</p>		

4.1 Eléments descriptifs

Le tableau 12 résume les principales caractéristiques des sept ZRV de type « AUTRES » classées en fonction de la nature de l'affluent les alimentant puis en fonction croissante de leur emprise unitaire amenée à un EH. Le même classement est utilisé pour le tableau 13.

Les ZRV visitées de type « AUTRES » sont installées à l'aval de stations d'épuration dont la taille moyenne s'établit autour de 2 500 EH avec un maximum à 6 000 EH ; une seule d'entre elle est de petite capacité (300 EH). La typologie des stations d'épuration est le reflet du parc pour cette gamme de capacité c'est-à-dire des filières par boues activées pour les six ouvrages les plus grands. La station d'épuration de petite taille est un lit bactérien.

Elles sont implantées de façon égale pour recevoir, soit exclusivement des eaux usées traitées des stations de traitement, soit des eaux excédentaires de déversoir de tête de station d'épuration en plus des eaux usées traitées des stations de traitement.

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des ZRV de type « AUTRES ».

	STATION			ZRV		
	Type	Capacité (EH)	Débit (m ³ /jour)	Affluent	Emprise ZRV (m ² / EH)	Apport moyen (mm / j)
« AUTRE 4 » s'apparentant à un bassin filtrant	BA	6 000	900	Rejet station + Dtête	0,35	640
« AUTRE 5 » s'apparentant à une lagune	BA	2 000	300	Rejet station + Dtête	0,55	270
« AUTRE 6 » s'apparentant à une lagune	BA	2 300	?	Rejet station + Dtête	3,40	?
« AUTRE 1 » s'apparentant à un bassin filtrant	BA	1 900	300	Rejet station	0,28	1000
« AUTRE 7 » s'apparentant à un filtre planté horizontal	BA	1 950	900	Rejet station	0,30	3000
« AUTRE 3 » s'apparentant à un bassin filtrant	LB	300	45	Rejet station	0,35	430
« AUTRE 2 » s'apparentant à un bassin filtrant	BA	3 000	450	Rejet station	0,52	575

Leur emprise varie dans une amplitude modérée pour les installations créées sur des territoires très différents : 0,28 à 0,55 m² / EH, soit un facteur multiplicatif de l'ordre de deux seulement. L'emprise maximale de 3,4 m² / EH correspond à une ancienne station d'épuration par lagunage naturel réutilisée lors des travaux d'extension de l'ouvrage de traitement. On ne constate pas d'accroissement de surface unitaire pour accueillir les eaux excédentaires de déversoir de tête. Notons que deux des trois ZRV destinées à recueillir les eaux excédentaires de déversoir en tête de station s'apparentent toutes à des bassins de lagunes étanchés dans lesquels l'effet tampon hydraulique a probablement été recherché.

Tableau 13 : Objectifs attendus des ZRV de type « AUTRES » et nature du sol et sous-sol

	Objectifs attendus	Rejet visible de la ZRV	Nature du sol et sous-sol
« AUTRE 4 » s'apparentant à un bassin filtrant	Rétention des MES et lissage des flux.	oui	inconnue
« AUTRE 5 » s'apparentant à une lagune	Rétention des MES et lissage des flux.	oui	Pose d'une géomembrane
« AUTRE 6 » s'apparentant à une lagune	Inconnu	oui	Réutilisation des ouvrages existants lors de l'extension
« AUTRE 1 » s'apparentant à un bassin filtrant	Infiltration totale de l'affluent	non	Alluvion de forte perméabilité
« AUTRE 7 » s'apparentant à un filtre planté horizontal	Inconnu	oui	Pose d'une géomembrane
« AUTRE 3 » s'apparentant à un bassin filtrant	Inconnu	oui	inconnue
« AUTRE 2 » s'apparentant à un bassin filtrant	Infiltration du maximum d'affluent	non	Sol fortement perméable

Les objectifs attendus sont explicités dans seulement un peu plus de la moitié des cas. Il s'agit, soit d'infiltrer tout ou partie des eaux usées traitées, soit de prévenir d'un éventuel départ accidentel des boues, tout en lissant régulièrement les flux sortants. La recherche « d'un traitement supplémentaire » sur d'autres paramètres que les MES n'est jamais mentionnée.

4.2 Analyse de situation/recommandations

L'une des ZRV s'apparentant à une lagune « AUTRES 5 » est particulièrement ancienne puisqu'elle avait 18 ans au moment de la visite. L'apport d'eaux usées traitées est régulier, et l'ouvrage semble être totalement désaffecté. Le manque d'entretien est flagrant avec des remontées de boues en surface et une étanchéité très dégradée de la géomembrane percée à plusieurs endroits par des racines. L'ouvrage ZRV n'ayant pas objectif de résultat annoncé, l'objectif réglementaire portant sur la qualité de l'eau usée traitée par la station d'épuration, les efforts d'exploitation portent naturellement sur l'ouvrage d'épuration. Et malheureusement, en absence de règles d'exploitation écrites, la ZRV est totalement délaissée.

Pour les quatre ZRV s'apparentant à un bassin filtrant, la situation est diversifiée :

- Deux d'entre elles : « AUTRES 3 » « AUTRES 2 », sont constituées chacune de deux ouvrages similaires et alimentés en parallèle. En fonctionnement depuis près de 10 ans, l'objectif d'une infiltration la plus poussée dans une zone alluvionnaire, très favorable à ce type d'évacuation, est atteint pour elles deux.
- Pour les deux autres ZRV, le constat est tout autre : ces deux ouvrages sont colmatés soit par un manque d'entretien (« AUTRES 4 »), soit par la pose d'un géosynthétique de maille fine en fond de fouilles qui a colmaté (« AUTRES 3 »). L'objectif de rétention des MES a été certainement atteint les premiers temps. Notons également que les digues de séparation de « AUTRES 4 » ne sont pas de largeur suffisante pour permettre le passage d'engins nécessaire pour la récolte et l'évacuation des végétaux.

Malgré des emprises unitaires équivalentes, l'évacuation des eaux usées traitées par ces quatre ZRV est fortement dépendante de l'état du sol sous-jacent. Ce constat confirme la nécessité des études préalables complètes du sol et du sous-sol.

L'unique ZRV s'apparentant à un filtre planté horizontal « AUTRE 7 » donne encore satisfaction dans sa deuxième année de fonctionnement, la rétention de fines particules était visible lors de la visite. Pourtant, le but de cette ZRV étant la rétention des MES, on peut se questionner sur le choix de la filière retenue. A terme, les MES venant enrichir le filtre, un colmatage est à craindre.

Ces ZRV « AUTRES » donnent satisfaction lorsque les bases de dimensionnement hydraulique, les règles de gestion et d'entretien s'appuient sur les connaissances issues des filières d'épuration. Cette remarque s'applique tout particulièrement à la mise en place de l'alternance pour les ZRV s'apparentant à un bassin filtrant et aux modalités de curage des boues des ZRV s'apparentant à des lagunes.

5 Conclusion / suggestions pour tous les types de ZRV

Ce rapport a pour objectif de réunir les informations descriptives de différentes Zones de Rejet Végétalisées (ZRV) en vue de tenter une comparaison entre elles et d'en tirer des enseignements généraux contribuant à améliorer la conception des ZRV. Ce rapport est un retour d'expériences des analyses de situation réalisées lors de visites techniques, en l'absence le plus souvent, de dossier technique complet.

Ce recueil d'éléments ne permet pas d'identifier des éléments de dimensionnement. Il ne permet pas non plus de comparer les quatre types de ZRV entre eux. La connaissance de ces éléments nécessite des analyses précises, Elles sont en cours d'acquisition dans le cadre d'un programme pluriannuel ; sans occulter les aspects liés à l'entretien, le programme porte sur l'identification des rôles des trois compartiments « eau-sol-plante » au sein de quelques ZRV identifiées et spécifiquement équipées.

L'analyse de situation s'applique à une trentaine de ZRV visitées entre 2008 et 2011 ; la diversité des ouvrages visités est le reflet de la situation déjà recensée en 2013 (Prost-Boucle S *et al*, 2013)

Il est tout d'abord possible de lister quelques erreurs grossières afin d'éviter qu'elles ne se reproduisent. :

- 1- Les ZRV ne peuvent en aucun cas pallier à un problème majeur et chronique de fonctionnement de la station d'épuration. La ZRV « FOSSE 6 » en est un exemple criant.
- 2- L'implantation d'une ZRV à l'aval d'une station de d'épuration délivrant un effluent d'une excellente qualité physico-chimique doit être mûrement réfléchi. Plus la qualité du rejet est élevée, plus les risques de dégradation de ce rejet par une ZRV sont élevés. La création d'un tel aménagement pourrait avoir un impact négatif sur un ou plusieurs paramètres.
Il est important que les études préalables confirment les capacités potentielles du sol et du sous-sol à l'infiltration. En l'absence de tels éléments, l'implantation d'une ZRV est déconseillée, cette dernière n'ayant pas forcément d'impact positif sur la réduction des flux. Cette réflexion s'appuie sur l'analyse de l'implantation de la ZRV « FOSSE 4 ».
- 3- La plantation de végétaux sur la totalité de l'aménagement n'est pas forcément conseillée.
 - o Les végétaux ne se développent pas systématiquement : par exemple, les bambous de la ZRV « PRAIRIE 3 » ne se sont pas développés et les saules têtards de la ZRV « FOSSE 2 » restent très peu nombreux.
 - o Souvent, certaines espèces viennent à dominer et entraînent la disparition de nombreuses autres espèces plantées.

La plantation de quelques espèces rencontrées localement pourrait permettre de mieux garantir leur reprise. Le milieu créé étant très humide, une plantation clairsemée semble être suffisante pour s'assurer d'un développement végétatif important à court terme. Une protection des jeunes plants par de la paille lorsque la plantation a lieu en période moins adaptée, très chaude, serait efficace.

Ensuite, cette conclusion met en évidence quelques grandes lignes qui relèvent principalement du bon sens.

Les suggestions d'amélioration de conception portent sur trois points : i) la gestion des écoulements, ii) une meilleure prise en compte des processus et connaissances en épuration et iii) la réalisation d'accès permettant de réaliser les tâches d'entretien.

- i) Le constat général souligne des difficultés à la gestion des écoulements.

La ZRV « BASSIN 10 », constituée d'un bassin et d'un fossé fonctionnant en parallèle, est alimentée de façon séquentielle du fait de la filière de traitement par SBR. Cette ZRV est l'exemple d'une absence totale de réflexion sur les écoulements. Autant l'association « BASSIN puis FOSSE en série » aurait pu s'expliquer par l'effet tampon du bassin (sous réserve d'un volume suffisant), autant il est difficile de trouver un argument permettant de défendre l'intérêt d'un fossé alimenté immédiatement par un flot issu d'un SBR.

- les écoulements ne doivent pas être trop rapides pour prévenir les affouillements et les écoulements préférentiels :
 - l'installation de batardeaux pour réduire les vitesses,
 - une plantation localisée à proximité des lieux d'apports, ...
 - le découpage de grands ouvrages en plusieurs plus petits fonctionnant en série et positionnés en cascade,
 - un bon usage des pentes naturelles éventuellement régaliées,
 - une communication entre deux fossés creusés chacun selon une ligne de niveau par des canalisations,
 - une plantation en ripisylve pour stabiliser les berges fragiles,sont des propositions mises à place ponctuellement et dont les résultats restent à confirmer dans le temps.
- les écoulements ne doivent pas être trop lents afin d'éviter les zones stagnantes : la mesure des pentes et la suppression des courtes-pentes constituent des mesures préventives de bon sens. Cette situation n'a pas été rencontrée fréquemment du fait des très grandes charges hydrauliques généralement apportées.

Cette meilleure gestion des écoulements devraient faciliter l'installation d'une équi-répartition des apports afin d'effectivement utiliser toutes les potentialités de la surface disponible. Pour les ZRV « PRAIRIES », l'obtention d'une équi-répartition n'est pas aisée, surtout si la surface à mouiller dépasse plusieurs centaines de m².

- ii) Le constat général souligne une absence de prise en compte des processus et connaissances en épuration
 - pour les ZRV dont l'attente porte majoritairement sur la réduction des flux, il serait probablement pertinent de mettre en place plusieurs ouvrages fonctionnant en alternance. Dans la famille des procédés fonctionnant par cultures fixées sur support fin, on obtient une minéralisation de la matière organique et une gestion du développement bactérien grâce à une alimentation alternée conduisant à minimiser les risques de colmatage. Cette mise en place semble nécessaire et les exemples de 3 ZRV conforte cette préconisation: la ZRV « BASSIN 3 » unique s'est colmatée alors que les ZRV « AUTRE 1 » et « AUTRE 2 », découpées chacune en deux plateaux sont toujours fonctionnelles. Ce comparatif sommaire analyse des sous-sols alluvionnaires considérés comme équivalents. Aujourd'hui, rien ne permet d'optimiser le nombre de plateaux, ni le rythme des phases d'alimentation et repos.
A défaut d'installer plusieurs unités fonctionnant en série, l'installation d'un by-pass permettant de court-circuiter la ZRV dans une période qui resterait à définir, apporterait une souplesse de maintenance appréciable à terme.
Pour réaliser un choix dans les différentes conceptions envisageables, la connaissance du sol et sous-sol est indispensable (EPNAC, 2012).
 - pour les ZRV dont l'attente porte sur la réduction des MES, même si les bases de dimensionnement ne sont pas exprimées, il semblerait que les connaissances de base en décantation soient généralement appliquées pour que la décantation ait lieu.
Par contre, l'application de règles constructives connues en bassin de lagunage naturel (ouvrages d'entrée et sortie positionnés de sorte à réduire les courts circuits hydrauliques, tés plongeants...) permettrait sûrement d'optimiser leur fonctionnement.
Malheureusement, les règles de gestion des boues décantées ne sont jamais appliquées ; c'est pourquoi les ZRV stockent les boues jusqu'à leur limite de capacité puis les délivrent progressivement au milieu naturel après une dégradation de type anaérobie. Cette absence de

gestion est vivement critiquable. Même si aujourd'hui, l'absence de connaissances sur la quantité de boues, sur leur composition permettant de définir leurs voies de valorisation,... ne permet pas d'être précis dans le calendrier des tâches, il est essentiel que cette gestion soit réalisée dès que le quart du volume utile de la ZRV est rempli par des boues.

- iii) Le constat général souligne les absences d'accès permettant de réaliser les tâches d'entretien, et tout particulièrement le faucardage et l'enlèvement de végétaux.
 - Nombre de ZRV montrent plus ou moins rapidement l'installation d'une végétation luxuriante. Leurs débris enrichissent l'eau libre par leur matière organique dans des quantités telles que l'oxygène peut ne plus être en quantité suffisante pour maintenir le milieu en conditions aérobies. Ce constat date de la fin des années 1990 et avait conduit à imposer l'exportation régulière des végétaux faucardés dans des lagunes de finition à macrophytes (Racault *et al.*, 1997). Quel que soit l'objectif attendu, il est vraiment important pour le milieu récepteur final que le rejet de la ZRV reste oxygéné c'est-à-dire de qualité aérobie. Effectivement, un rejet de type anaérobie générerait une demande localisée en oxygène qui pourrait être très dommageable au milieu naturel récepteur de surface.
Ces risques sont plus importants pour les ZRV avec une tranche d'eau libre que pour les ZRV sans écoulement de surface visible. Quelle que soit le type de ZRV, il est donc important de prévoir, dès la conception, des voies d'accès à divers engins agricoles.
 - Le contrôle de la végétation envahissante (lentilles d'eau, myriophylle, azolla...) des surfaces en eau libre est également à organiser. En absence de récolte, la couverture végétale bloque la pénétration de la lumière et les mécanismes de photosynthèse pour créer un milieu anoxique ou anaérobie. Par la suite, les végétaux meurent, décanent et créent une couche de boues au fond qu'il faudra évacuer dans des conditions tout aussi difficiles.

6 Références bibliographiques

Atelier ZRV du GT EPNAC (2011) Constat sur les Zones de Rejet Végétalisées –Positionnement de l'atelier thématique EPNAC, 4p

Atelier ZRV du GT EPNAC (2012) Contenu des études préalables à la réalisation d'une Zone de Rejet Végétalisée. 16 p

Atelier ZRV du GT EPNAC (2013) Analyse règlementaire des zones de rejet végétalisées (ZRV) sur la base de l'arrêté du 22 juin 2007. Propositions 14p

PROST-BOUCLE S., BOUTIN C. (2013) Etat des lieux national des Zones de Rejet Végétalisées. Rapport ONEMA 28p + annexes

RACAULT Y., BOIS J.-S., CARRÉ J., DUCHÊNE Ph., LEBAUDY B., LESAVRE J, LICKEL P., RATEAU M., VACHON A. (1997) Le lagunage naturel les leçons tirées de 15 ans de pratique en France, Coédition Cemagref Editions, Agence de l'eau Loire-Bretagne 60p

Annexe 1 : Description des ZRV de type « PRAIRIE »

Site « PRAIRIE 1 »

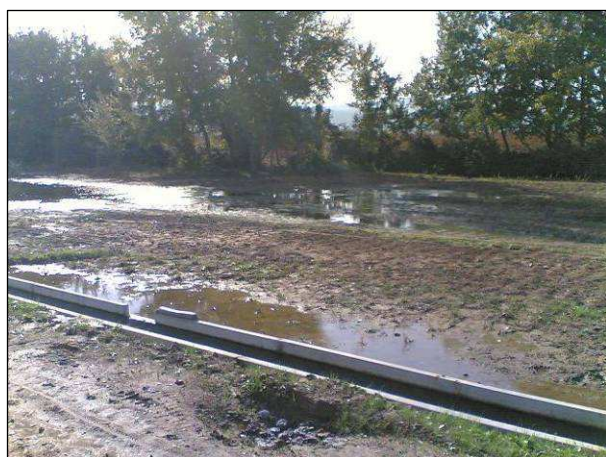
- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Boues activées	09/2007	14 000 EH	2600 m ³ /jour.	325 m ³ /heure.	?

- Zone de rejet végétalisée

Type		Prairie humide de faible pente
Végétation		Naturelle typique des milieux humides (massettes, saules, peupliers,...) et plantée (roseaux).
Dimension		Environ 6000 m²
Nature de l'affluent		Effluents de la STATION
Distribution de l'affluent		Canal d'alimentation en béton de 180m muni d'un point d'alimentation et équipé de déversoirs de 60cm à 1m de large, espacés tous les 10m (Figures 1a et 1b).
Autres aménagements		Martelière pour isoler l'une ou l'autre partie de la zone + by-pass souterrain de la zone.
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	400 mm/jour (si répartition homogène).
	au débit de pointe	54 mm/heure (si répartition homogène).
Emprise (en m ² /EH)		0,4 (si répartition homogène).
Objectif		Diminution des volumes rejetés et diminution des MES.
Date de la visite		Septembre 2008.



Figures 1a et 1b : Canal d'alimentation de « PRAIRIE 1 ». Source ARPE.

Le sol est constitué de dépôts d'alluvions limono argileux et caillouteux.

Quelques mesures ponctuelles sont disponibles pour certains paramètres (NO₃⁻, NH₄⁺, O₂ et Redox). Cependant, elles sont difficilement exploitables et ne figurent donc pas ici.

- Analyse de la situation

Le calcul de la hauteur théorique de la lame d'eau est basé sur une répartition homogène sur l'ensemble de la prairie humide. La répartition n'étant de fait pas homogène, la lame d'eau moyenne apportée quotidiennement est estimée à d'environ 600 mm/j sur la base d'une surface mouillée réduite à 70% de la surface totale.

L'objectif principal de la plantation spécifique de *Phragmites* était de contribuer à une répartition des flux d'eau ruisselant sur la zone. Cependant, 1 an après leur mise en place, les roseaux obstruent certains déversoirs (Figure 2). Il est possible que les roseaux soient implantés trop près du canal d'alimentation.



Figure 2 : Obstruction des déversoirs par les roseaux plantés. Source ARPE.

Au démarrage, l'implantation des roseaux n'a pas été suffisamment rapide pour éviter le creusement par érosion de chemins préférentiels accentuant le ravinement et la dégradation des berges (Figures 3a et 3b). La présence de ragondins le long des berges a également contribué à fragiliser la stabilité de ces dernières.



Figures 3a et 3b : Ravinement des berges. Source ARPE.

Après 3 ans de fonctionnement, la végétalisation progressive de la prairie a tendance à réduire les vitesses d'écoulement et contribuer à limiter la dégradation des berges.

Les données disponibles concernant l'impact de la ZRV sur l'affluent ne permettent pas de conclure quant à un effet, ni positif, ni négatif.

- Commentaires / suggestions

Cette ZRV souffre de fortes vitesses d'écoulement des eaux associées à une répartition non optimisée.

Pour améliorer la répartition, il est utile d'entretenir le canal d'alimentation et faucher régulièrement les roseaux au niveau des déversoirs.

Pour tenter de remédier au problème des écoulements préférentiels et de vitesse de circulation trop importante, la mise en place de barrières physiques sur le passage de l'eau sous la forme de gabions ou de barrières végétalisées peut être une solution. Ces obstacles positionnés perpendiculairement à l'écoulement sont représentés par des traits rouges sur la figure 4. Ces aménagements devraient conduire également à augmenter le temps de séjour au sein de la prairie.

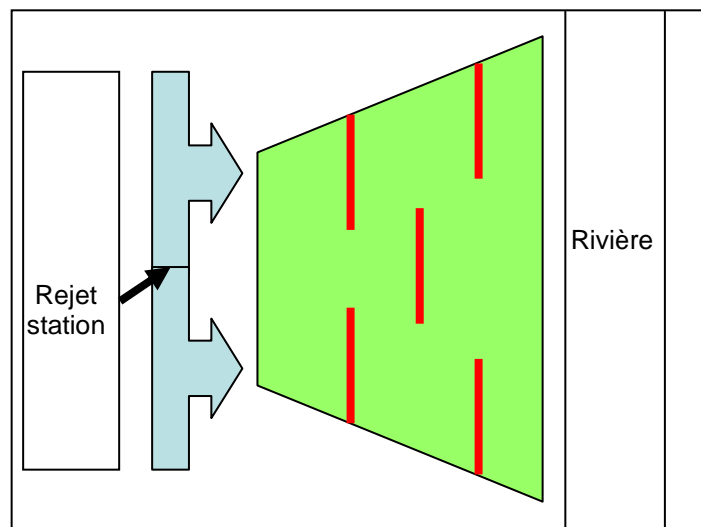


Figure 4 : Schéma d'un aménagement hydraulique à l'aide de barrières physiques

Ces écoulements préférentiels sont aggravés lors des apports d'eaux excédentaires. La création d'un by-pass de la ZRV pourrait permettre, en écrêtant les débits de pointe, de contrôler les débits à un niveau moyen.

Pour consolider les berges, l'implantation d'une ripisylve avec plantation d'arbres adaptés à ces milieux humides (aulnes, saules,...) améliorerait la stabilité des berges par leur enracinement.

Site « PRAIRIE 2 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
BA à aération prolongée	Août 2005	12 000 EH	2400 m ³ /jour.	300 m ³ /heure.	?

- Zone de Rejet Végétalisée**

Type		Prairie humide de faible pente
Végétation		Naturelle typique des milieux humides.
Dimension		Environ 12000 m² (Figure 5)
Nature de l'affluent		Effluents de la station d'épuration
Distribution de l'affluent		En un point , en continu par un fossé d'alimentation longitudinal creusé (Figure 6).
Autres aménagements		By-pass de la ZRV.
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	200 mm/jour (si répartition homogène).
	au débit de pointe	25 mm/heure (si répartition homogène).
Emprise (en m ² /EH)		0,4 (si répartition homogène).
Objectif		Inconnu
Date de la visite		Avril 2008.

Le sol est à dominante argileuse à faible pente.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent

- Analyse de la situation

La zone de rejet végétalisée de ce site est séparée en 2 sous-ensembles : une zone aménagée (débossaillage, terrassement et labourage) et une zone « sauvage » laissée intacte (Figure 5).

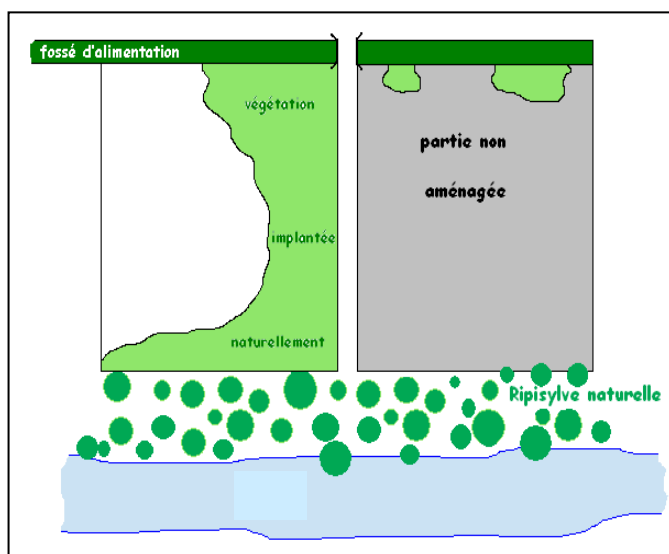


Figure 5 : Schéma de « PRAIRIE 2 ». Source ARPE

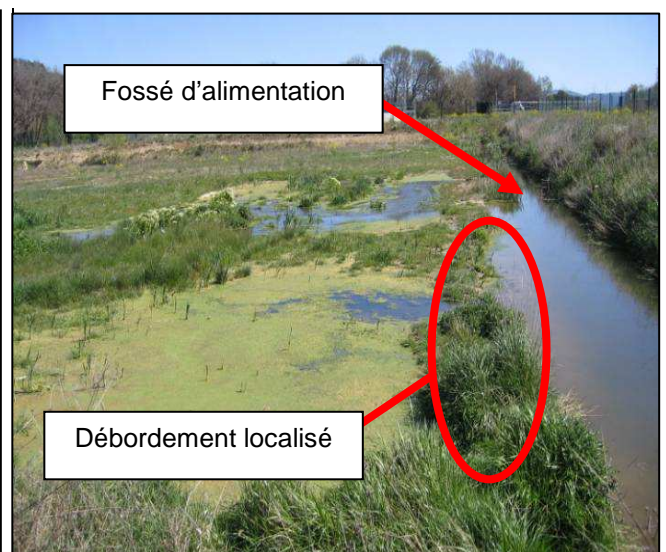


Figure 6 : Fossé d'alimentation. Source ARPE

L'alimentation n'est pas homogène sur la surface de la prairie car le débordement du fossé d'alimentation se fait de façon localisée en plusieurs points. On considère que la moitié de la surface est mouillée avec des écoulements préférentiels rapides.

De plus, la partie « sauvage » n'est quasiment pas alimentée. De fait, l'eau traitée stagne dans le fossé d'alimentation sur toute la largeur de la partie non aménagée (Figure 6).

La surface utilisée de la prairie humide est diminuée de manière non négligeable, évaluée à 25% de la surface totale.

Les lames d'eau réelles apportées au débit moyen et au débit de pointe, sont donc quatre fois supérieures aux valeurs théoriques soit respectivement 800 mm/jour et 100 mm/heure.

Cependant, l'écoulement est assez étalé en aval de la ripisylve pour ne pas engendrer une détérioration prématurée des berges du ruisseau.

- Commentaires / suggestions

Entretenir le canal d'alimentation et tout particulièrement ses pentes afin de prévenir les écoulements préférentiels aux points bas. Une création en « dur » n'est peut-être pas à exclure.

Améliorer la répartition des eaux et /ou aménager la deuxième partie de la prairie. Cet aménagement augmenterait grandement la surface utilisée. La mise en place de barrières physiques ponctuelles proposées au site « PRAIRIE 1 » pourrait également contribuer à utiliser la surface disponible.

Site « PRAIRIE 3 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit par temps sec	Débit par temps de pluie	Réseau
FPR + LAG	Octobre 2007	2 280 EH	383 m ³ /jour	835 m ³ /jour	Unitaire

Données épuratoires :

Tableau 14: Concentrations moyennes reçues et émises par la station alimentant « PRAIRIE 3 »
(15 bilans 24h en 2009/2010).

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
Entrée FPR	176	454,3	238,5	56,13	49,75	1,07	53,6	6,15	organique	hydraulique
Sortie lagune	11,9	85,82	31,48	9,25	3,59	5,75	14,92	2,94	38	110

- Zone de Rejet Végétalisée**

Type		Bambouseraie
Végétation		Bambous de différentes espèces plantés
Dimension		1 hectare environ
Nature de l'affluent		Effluent du lagunage
Distribution de l'affluent		Système d'alimentation microporeux enterré à 20 cm
Autres aménagements		Microfiltration des eaux épurées (Figure 8) + By-pass ZRV
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	38 mm / jour (si répartition homogène)
	au débit de pointe	86 mm / jour (si répartition homogène)
Emprise (en m ² /EH)		4,3
Objectifs		« Zéro rejet » en période d'étiage Production minimale de boues Intégration paysagère remarquable
Date de la visite		Février 2010

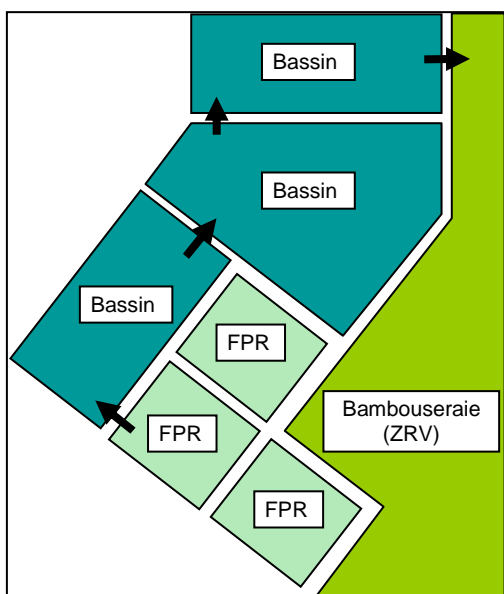


Figure 7 : Schéma de la Station et de la ZRV « BASSIN 3 ». Source Irstea

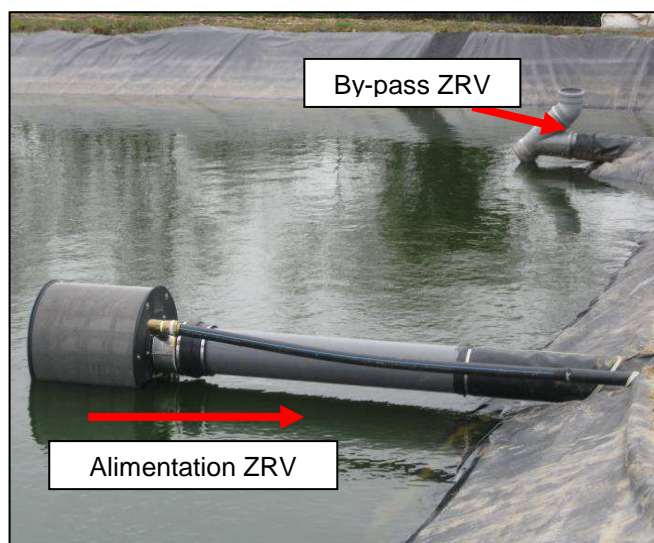


Figure 8 : Exutoires de la lagune : après microfiltration vers la ZRV ou by-ass vers le ruisseau. Source Irstea

Le sol est à dominante argileuse.
Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent

- Analyse de la situation

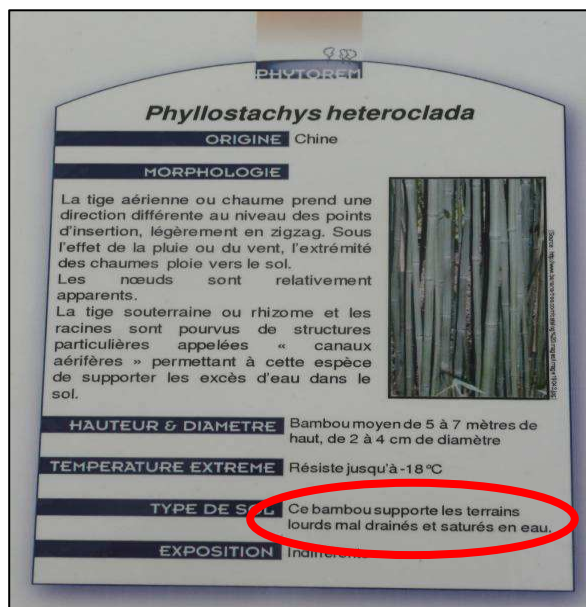


Figure 9 : Fiche descriptive d'une espèce plantée dans la bamboueraie.

Figure 10 : Faible densité de bambous. Source Irstea

La bamboueraie s'est très mal développée ; effectivement, après un an de fonctionnement, on compte une mortalité très importante puisque seulement 37 % de bambous sont encore actifs (figure 10). Deux hypothèses, non exclusives, peuvent expliquer cela :

- L'été 2007, année de la plantation, a connu un gros défaut d'alimentation de la ZRV suite à un colmatage du filtre placé à l'amont du réseau de distribution souterrain.
- Le sol, de type argileux, a été saturé en eau dès le premier hiver, et ce, de façon continue. Cette saturation permanente n'est pas adaptée au développement des bambous. Même si l'une des espèces implantées est connue pour être relativement tolérante à la saturation (figure 9), ces espèces ne sont pas connues pour être des végétaux aquatiques.

- Commentaires / suggestions

Pour remédier au problème de colmatage du réseau d'irrigation souterrain, un filtre autonettoyant a été installé dans la lagune, les eaux distribuées sont donc exemptes d'algues et de daphnies.

Une évaluation plus précise des caractéristiques du sol et du sous-sol aurait permis de mieux cerner l'adéquation entre le choix des végétaux (bambous) et le sol. Eventuellement, un décaissement sur quelques cm du sol très argileux en surface peut favoriser l'infiltration de l'eau et permettre un meilleur développement de la bamboueraie, sous réserve que le sous-sol présente des propriétés favorables à l'infiltration.

Site « PRAIRIE 4 »

- Données techniques du site
 - Station de traitement des eaux usées

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR	?	1 500 EH	260 m ³ /jour	?	Unitaire

Données épuratoires de la station :

Tableau 15 : Bilan 24h de juin 2011 de la Station alimentant « PRAIRIE 4 »

<i>En mg/L</i>	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
Entrée	210	363	190	41,3	36	?	41,3	4,97	organique	hydraulique
Sortie	8	52	8	1,7	0,64	?	26,7	3,96	43	71

- Zone de rejet végétalisée

Type	Tranchées d'infiltration enterrées.	
Végétation	Naturelle	
Dimension	300 m linéaires	
Nature de l'affluent	Inconnue	
Distribution de l'affluent	Inconnue	
Autres aménagements	Inconnus	
Lame d'eau	au débit moyen	0,83 m³/ml/jour
théorique apportée	au débit de pointe	Inconnue
Emprise (en ml /EH)	0,2	
Objectif	Inconnu	
Date de la visite	Juin 2010	

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

En absence de plan détaillé, l'analyse de la situation s'appuie sur de simples observations. Les trois drains de distribution des eaux dans le sol semblent être positionnés très près les uns des autres ; de ce fait, la parcelle n'est pas sollicitée dans sa totalité.



Figures 11a et 11b : Regards d'alimentation et de rejet de « PRAIRIE 4 ». Source Irstea

L'apport est réalisé à fort débit et de façon séquencé du fait du fonctionnement des FPR amont.

Dans le regard de collecte aval, l'eau circule rapidement, la vitesse dans le tuyau d'évacuation générale confirme la rapidité de l'écoulement (Figure 12).



Figure 12 : Evacuation de la ZRV. Source Irstea

- Commentaires / suggestions

Le choix d'une telle ZRV, dont la distribution des eaux est conduite de façon souterraine, n'est pas argumenté et les discussions avec les acteurs n'ont pas permis d'identifier d'arguments particuliers.

L'espace disponible n'a pas été utilisé à bon escient. Les axes des trois drains de distribution semblent avoir été posés en parallèle les uns des autres et selon 3 courbes de niveau. De cette façon, le drain le plus bas draine les deux tuyaux amont.

Pour les sols en pente, il faudrait appliquer les mises en œuvre connues des techniques d'épandage souterrain permettant d'éviter les courts circuits hydrauliques en canalisation de distribution.

Site « PRAIRIE 5 »

- Données techniques du site

Ce site est particulier pour ce document dédié aux ZRV. Il s'agit en réalité d'une station d'épuration d'eaux usées d'origine industrielle. En effet, les eaux résiduares dues à l'activité d'une l'entreprise sont diffusées sur un Taillis à Très Courte Rotation (TTCR), après avoir été stockées et homogénéisées dans une bâche de stockage. Les eaux vannes (220 employés + restaurant) sont traitées séparément par une autre station d'épuration.

Type de ZRV	Taillis à Très Courte Rotation (coupe tous les 2 ans)
Végétation	Saules plantés
Mis en place	2004
Capacité nominale	1 500 EH
Débit nominal	10 m ³ /jour
Dimension	Environ 10 000 m² organisés en « L »
Nature de l'affluent	Eaux résiduares issues de l'activité d'une parfumerie
Distribution de l'affluent	Réseau de distribution enterré
Autres aménagements	Réservoir de stockage en amont.
Lame d'eau théorique	1 mm/jour (si répartition homogène).
au débit moyen	Inconnue
apportée	au débit de pointe
Emprise (en m ² /EH)	0,66 (si répartition homogène).
Objectif	Inconnu
Date de la visite	Juillet 2008.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le fonctionnement de cette station d'épuration.



Figures 13a et 13b : A gauche, le réservoir de stockage, à droite, la saulaie. Source Irstea

Les seules informations concernant le sol en place sont issues des observations sur le terrain lors de la visite. Le sol est très caillouteux, d'une granulométrie assez élevée qui permet d'attribuer à la perméabilité une valeur importante.

- Analyse de la situation

Plusieurs flaques d'eau parsèment le taillis (Figures 14a et 14b) et témoignent des fuites du dispositif d'alimentation souterrain.



Figures 14a et 14b : Fuites du système d'alimentation du TTCR. Source Irstea

Ce taillis est divisé en deux parties : une partie où les saules sont luxuriants et une autre où les saules sont morts. L'enherbement au sein de certaines parties du TTCR est très important (Figure 15).

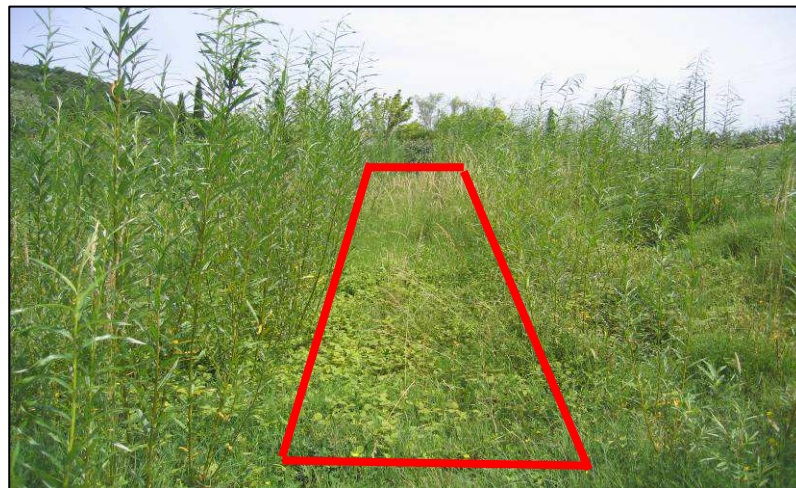


Figure 15 : Illustration de l'enherbement de la saulaie. Source Irstea.

- Commentaires / suggestions

Plusieurs propositions permettent d'expliquer le mauvais état général de cette installation et la mauvaise survie des saules :

- Une mauvaise maintenance du réseau de distribution.
- La granulométrie est trop importante pour retenir au moins la quantité d'eau nécessaire à la croissance des saules. De plus, la lame d'eau apportée est beaucoup trop faible.

Sur ce type de sol, une installation de ce type répondrait bien à un objectif d'évacuation souterraine d'eaux usées traitées, en absence de risque identifié. Dans le cas présent, en absence de traitement amont spécifique, la forte perméabilité permet de douter de la justesse d'un tel choix technique.

Annexe 2 : Description des ZRV de type « BASSIN »

Site « BASSIN 1 »

- Données techniques du site
 - Station de traitement des eaux usées

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
BA avec aération prolongée	Janvier 2008	8 000 EH	1 600 m ³ /jour	200 m ³ /heure	?

Remarque : L'ensemble du site (Station+ ZRV) est en zone inondable.

- Zone de rejet végétalisée

Type	Bassin unique	
Végétation	Naturelle et plantée (roseaux) sur les berges	
Dimension	3000 m² et 40 cm de profondeur (1200 m³)	
Nature de l'affluent	Effluents de la STATION + by-pass de la STATION	
Distribution de l'affluent	En un point (<i>via</i> une canalisation) et continue	
Autres aménagements	Îlot central et chemin d'accès + canal de vidange en béton	
Temps de séjour	moyen	18 heures
	minimum	6 heures
Emprise (en m ² /EH)	0,37	
Objectif	Rétention des MES	
Date de la visite	Avril 2008.	



Figure 16 : Une ZRV de type « BASSIN ». Source ARPE.

Le sol, à dominante argileuse, a été volontairement compacté pour la construction de la ZRV. Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

Le site (station +ZRV) est situé en zone inondable. Un débordement du ruisseau accolé au bassin (Figure 17) a déjà été observé en période de forte crue.



Figure 17 : Proximité du bassin avec le ruisseau adjacent, faible hauteur de berge. Source : ARPE

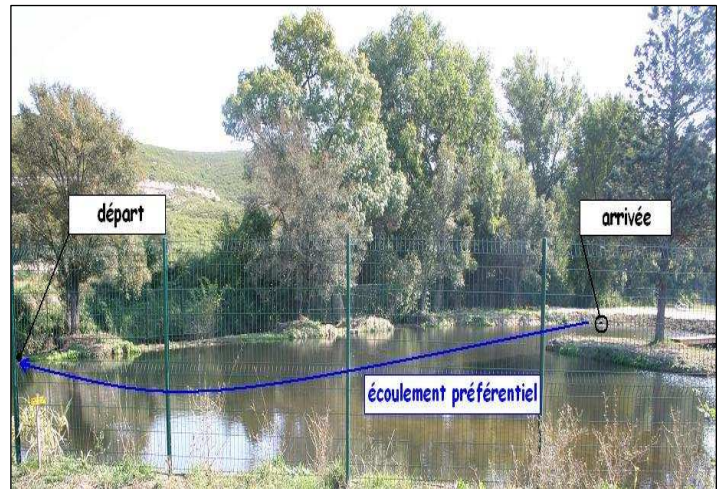


Figure 18 : Canalisations « entrée/sortie » générant un court-circuit hydraulique. Source : ARPE

Les canalisations d'entrée et de sortie dans le bassin sont suffisamment proches, et en face à face, pour craindre des courts-circuits hydrauliques. Dans ce cas, le volume disponible n'est pas utilisé dans sa globalité et l'on peut s'attendre à une réduction de l'efficacité attendue.

Le by-pass complet de la zone était possible. Toutefois, une plaque en inox scellée obstrue la canalisation de by-pass (Figure 19) pour des raisons inconnues.

Il était prévu un évacuation par un déversement homogène le long des 3 déversoirs aménagés. Cependant, le déversement reste localisé en un seul point (Figure 20). A terme, il est à craindre une érosion prématurée des rives non végétalisées au niveau de cet écoulement.



Figure 19 : Obstruction du by-pass de « BASSIN 1 ». Source ARPE



Figure 20 : Déversement localisé en un point unique au lieu de trois. Source ARPE

- Commentaires / suggestions.

Il y a accumulation visible de boues en fond de bassin. Même si l'on peut craindre des courts-circuits hydrauliques, l'objectif de rétention des MES accidentelles semble être atteint.

Pour cette installation, un curage régulier est préconisé. Il est à définir en fonction des rejets accidentels de MES de la station amont et des épisodes pluvieux. Pour plus de précision, une mesure bathymétrique annuelle est souhaitable en vue de déterminer la fréquence de ces curages. Ainsi, dès que la hauteur moyenne de 10 cm de boues est atteinte ce qui correspond au quart du volume disponible, le curage devient nécessaire.

Comme pour le lagunage naturel, des cônes de boues localisés, à proximité de l'entrée ou de la sortie des bassins peuvent être enlevés plus fréquemment. Cette exploitation fait appel à des engins spécifiques dont il convient de prévoir l'accès.

Il est également nécessaire de protéger le seul déversoir sollicité, de l'érosion. Une plantation de ripisylves contribuerait certainement à une certaine stabilisation de la berge.

Site « BASSIN 2 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Boues activées	1982	1800 EH	270 m ³ /jour.	?	Unitaire

- Zone de rejet végétalisée**

Type		Bassin unique
Végétation		Naturelle typique milieux humides (Roseaux, massettes,...) + espèce invasive <i>Myriophyllum brasiliense</i>
Dimension		Environ 7180 m² de profondeur inconnue
Nature de l'affluent		Effluents STATION + eau claire + Déversoir d'orage
Distribution de l'affluent		En un point <i>via</i> une canalisation
Autres aménagements		Non
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	37 mm/jour (si répartition homogène).
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise (en m ² /EH)		4 (si répartition homogène). Rétention MES, diminution micropolluants, bactériolo, azote et phosphate.
Objectif		
Date de la visite		Avril 2008



Figure 21 : Photographie aérienne du site BASSIN 2. Source ARPE

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.
Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation.

Le bassin est progressivement comblé par une espèce végétale envahissante (*Myriophyllum brasiliense*) formant un couvert dense à sa surface (Figures 21 et 22). Ce « tapis » végétal sert même de support au développement des végétaux déjà présents. Le point d'alimentation du bassin est obstrué par les Myriophylles (Figure 23)

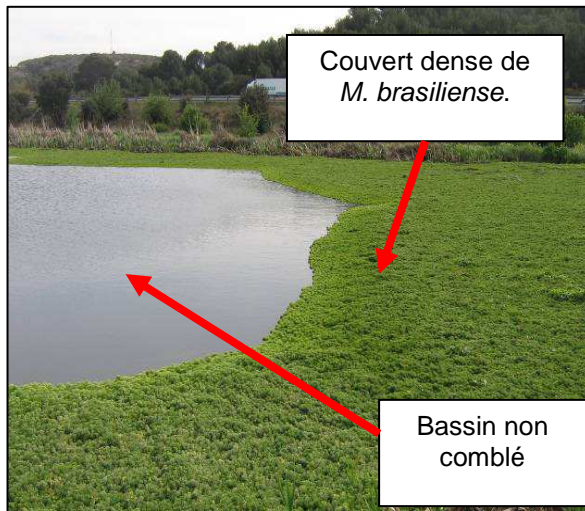


Figure 22 : Invasion de *M. brasiliense*. Source Irstea



Figure 23 : Obstruction du point d'alimentation du bassin par des myriophylles. Source Irstea

A d'autres endroits, il y a formation de boues (Figures 24a et 24b), qui témoignent d'un fort envasement par des débris organiques.



Figure 24a et 24b : Formation de boues dans « BASSIN 2 ». Source Irstea

- Commentaires / suggestions.

La prolifération de ces végétaux risque de progressivement combler le bassin. Par la suite, la mise en place de conditions anaérobie est à craindre du fait de la grande quantité de matières organiques à dégrader, provenant des végétaux dont le développement n'est pas contrôlé. Ainsi, le bassin ne pourra plus remplir la tâche pour laquelle il est construit.

De plus, les végétaux diminuent la surface de contact eau / air et limitent ainsi l'introduction de lumière permettant aux mécanismes de photosynthèse de perdurer. L'obstruction des points d'alimentation en effluent est également un problème généré par ces végétaux, ce qui empêche une répartition équilibrée de l'effluent au sein de la totalité du bassin.

L'état de dégradation de ce bassin est essentiellement dû à un manque d'entretien ; cet entretien aurait pu être réalisé car l'accès aux bassins d'engins est matériellement possible. Dans un premier temps, un arrachage des plantes invasives permettrait de retrouver l'état initial du bassin et ses propriétés épuratoires notamment grâce au rétablissement de la circulation hydraulique. Une fois cette opération effectuée, une surveillance accrue et régulière, et notamment des berges, pourrait limiter la réapparition de cette espèce végétale invasive.

Site « BASSIN 3 »

- Données techniques du site
 - **Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Lagunage naturel sur 3 bassins	1999	600 EH	90 m ³ /jour.	?	Séparatif

Données épuratoires de la station :

Tableau 16: Qualité moyenne (2008) de l'effluent issu de la lagune alimentant « BASSIN 3 »

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH'	NO'	NGL	Pt	Taux de charge en %	
Entrée	?	?	?	?	?	?	?	?	organique	hydraulique
Sortie	?	128	74	16	?	?	?	?	?	80

- **Zone de rejet végétalisée**
 - i. **Caractéristiques de la ZRV**

Type		Bassin unique creusé avec décapage de l'argile superficielle
Végétation		Naturelle herbacée et saules plantés
Dimension		400 m² profondeur : 1m à 1,5m
Nature de l'affluent		Effluent du lagunage
Distribution de l'affluent		En un point <i>via</i> une canalisation
Autres aménagements		Non
Temps de séjour	moyen	Environ 5,5 jours
	minimum	Inconnu
Emprise (en m ² /EH)		0,67
Objectif		Inconnu
Date de la visite		Avril 2008



Figures 25a et 25b : « BASSIN 3 », à gauche, fluctuation du niveau d'eau. Source Irstea.

En absence de données précises relatives au sol et sous-sol, on peut pourtant penser que, du fait de la proximité de la rivière, la perméabilité, d'un sol de type alluvionnaire, doit certainement être forte.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- **Analyse de la situation**

Une tranche d'eau permanente, avec une fluctuation de la hauteur visible par les traces noirâtres laissées sur les côtés, est visible à la surface du bassin. Les traces noirâtres indiquent un dépôt de matières organiques, dégradé en condition anaérobie, symptomatique de conditions de colmatage du bassin non étanché.

La lame d'eau apportée, de l'ordre de 1 cm/j vis à vis de la surface d'infiltration, est relativement faible (Tableau 6). L'ouvrage ne semble pas être en surcharge hydraulique. Par contre, les concentrations en matières en suspension (74 mg/L) sont importantes (Tableau 5) et contribuent certainement à la situation de colmatage, malgré la nature très perméable du sous-sol.

Tableau 17: Quantification des apports sur la zone de rejet végétalisée

Débit apporté théorique	90 m ³ /j
Surface du bassin	400m
Lame d'eau apportée théorique	0,225 m/j ou 9,4 mm/h

L'aspect de l'eau, stagnante du bassin creusé, est très dégradé par rapport à celles des lagunes. Le passage de l'eau par ce bassin détériore la qualité de l'effluent traité par le lagunage naturel amont. Les saules présents dans cette ZRV sont morts, pour la plupart. La situation s'est donc dégradée, les arbres étant maintenant asphyxiés.

- **Commentaires / suggestions**

Ce colmatage, malgré une perméabilité importante dans ce sol alluvionnaire surprend. Pour y remédier, il serait utile de mettre totalement au repos cette zone colmatée durant quelques mois afin qu'elle retrouve ses caractéristiques initiales.

Globalement, pour maintenir les capacités d'infiltration naturelle, il serait intéressant de tester la mise en place de plusieurs bassins, fonctionnant en alternance. Cette pratique a fait ses preuves pour les filières de traitement des eaux usées par cultures fixées sur support fin. Du fait de cette expérience très positive, on peut s'attendre à ce que les résultats soient satisfaisants.

Site « BASSIN 4 »

- Données techniques du site
 - Station de traitement des eaux usées

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
1 ^{er} étage de FPR	Octobre 2005	150 EH	22,5 m ³ /jour.	2,8 m ³ /heure.	Unitaire

Données épuratoires de la station :

Tableau 18: Concentrations moyennes (2 bilans 24h) reçues et émises par la station alimentant « BASSIN 4 ».

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
Entrée	360	727	295	91,05	63,7	?	91,05	10,7	organique	hydraulique
Sortie	28,5	129	18,5	30,05	29,85	50,25	80,85	9,9	95	92

- Zone de rejet végétalisée

Type	Bassin unique
Végétation	Diverses espèces plantées
Dimension	260 m²
Nature de l'affluent	Effluent de la STATION
Distribution de l'affluent	En un point
Autres aménagements	Non
Lame d'eau au débit moyen	86 mm/jour
Théorique apportée au débit de pointe	10 mm/ heure
Emprise (en m ² /EH)	1,7
Objectif	Inconnu
Date de la visite	Juillet 2008

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.

Lors du bilan 24h du mois de septembre 2009, deux prélèvements **ponctuels** sont effectués le 14 et le 15 à la sortie de la ZRV. Les résultats obtenus ainsi que les rendements épuratoires de la ZRV sont regroupés dans le tableau 9.

Tableau 19 : Evolution de la qualité au sein du « BASSIN 4 » et rendements épuratoires (Sept 2009).

En mg/L	DBO ₅	DCO	MEST	NO ₃	NH ₄	NK	NGL	Pt
Sortie STATION (Bilan 24h)	31	145	26	64,6	25,7	25,5	90,7	12,1
Sortie ZRV (ponctuels)	6,5	82,5	46	14,94	29,55	32,15	46,55	11,6
Rendements ZRV	79%	43%	-77%	77%	-15%	-26%	49%	4%

Les résultats du tableau 8 indiquent que la ZRV engendre un abattement supplémentaire significatif de la DCO et de la DBO₅ ainsi que de la concentration en nitrates. A l'inverse, la concentration en MES de l'effluent augmente de façon sensible après le passage à travers la ZRV.

- Analyse de la situation

Les différents bilans 24h obtenus témoignent d'un bon fonctionnement et d'une utilisation correcte de l'installation. Cette ZRV ne rejette des eaux que 15 jours par an, environ. Les pertes moyennes par évapotranspiration et infiltration sont donc estimées aux apports c'est à dire à 86 mm par jour.



Figure 26 : Aspect des végétaux du « BASSIN 4 ».
Source Irstea.

- Commentaires / suggestions

Cette ZRV contribue à réduire très largement la quantité de rejet vers les eaux superficielles puisque le rejet est inexistant 350 jours par an.

La végétation enracinée y est particulièrement luxuriante. Va-t-elle conduire à un colmatage de surface du fait de la dégradation *in situ* des dépôts des végétaux ? A l'inverse, le système racinaire est-il suffisamment dense pour contrer ce risque de colmatage ?

Il serait intéressant de suivre l'évolution des volumes rejetés par la ZRV au cours du temps. Ce suivi hydraulique, associé à des périodes définies de récolte ou de non récolte de végétaux permettrait d'approcher l'impact de la gestion des végétaux sous réserve d'apports en eaux usées traitées équivalents au cours des périodes retenues et des saisons.

Site « BASSIN 5 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
1 ^{er} étage de FPR	Juin 2008	150 EH	22,5 m ³ /jour.	?	?

Données épuratoires de la station :

Tableau 20: Bilans 24h du 29 au 30 juillet 2007 de la station alimentant « BASSIN 5 ».

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
Entrée	100	300	73	?	58,3	?	63,8	7,5	organique	hydraulique
Sortie	16	88	32	?	7,9	?	58,8	5,1	<10%	33%

- Zone de rejet végétalisée**

Type	Bassin unique
Végétation	Naturelle herbacée
Dimension	Environ 400 m² , 0,2 à 0,6 m de profondeur
Nature de l'affluent	Effluents traités de la station + By-pass de la station
Distribution de l'affluent	Par un canal venturi issu de la station
Autres aménagements	Evacuation par un trop plein (Figure 30)
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen 54 mm/jour au débit de pointe Inconnue
Emprise (en m ² /EH)	2,6
Objectif	Diminution des micropolluants, bacterio, azote et phosphore + lissage des flux
Date de la visite	Juillet 2008

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation**

Un mois après sa mise en service, le bassin est très peu végétalisé et semble montrer une faible capacité à l'infiltration de l'eau (Figure 27) Il n'y a pas trace de déversement de l'effluent de la ZRV vers le ruisseau. Le rejet de la ZRV est déversé *via* un trop-plein (Figure 28) vers le milieu naturel (ruisseau).



Figure 27 : Aspect du « BASSIN 5 ». Source Irstea



Figure 28 : Trop plein du « BASSIN 5 ». Source Irstea

- Commentaires / suggestions

Ce bassin, dimensionné comme un 2^{ème} bassin de lagunage (2,5 m²/EH pour un temps de séjour théorique de 7 jours) aurait certainement dû être rempli au moins partiellement à l'eau claire pour atteindre de suite les hauteurs prévues de 0,2 à 0,6 m. Il est impossible d'évaluer l'impact de cette mise en route particulière sur le devenir de cet aménagement.

Site « BASSIN 6 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR2	2006	600 EH	90 m ³ /jour	1,5 m ³ /h	Unitaire

- Zone de rejet végétalisée**

- i. Description de la ZRV*

Type	Bassin creusé
Végétation	Roseaux plantés et végétation naturelle
Dimension	120 m² sur 50 cm de profondeur
Nature de l'affluent	Effluent STATION
Distribution de l'affluent	En un point <i>via</i> une canalisation issue de la STATION
Autres aménagements	Non
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen 750 mm/jour au débit de pointe 13 mm/heure
Emprise (en m ² /EH)	0,2
Objectif	Maximiser l'infiltration + traitement complémentaire de l'effluent
Date de la visite	2009

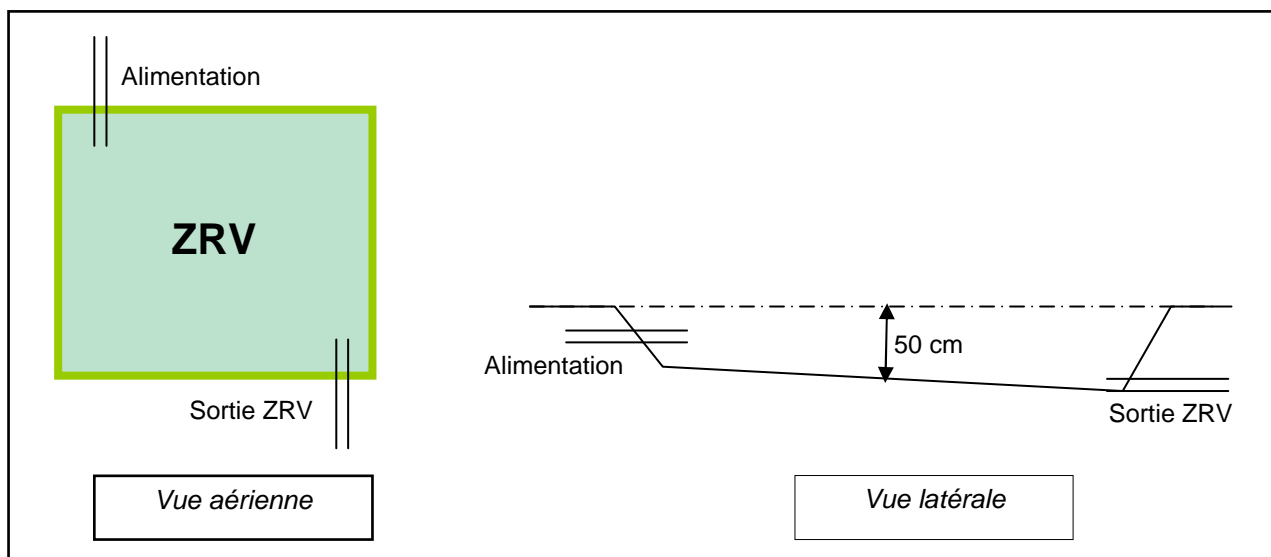


Figure 29 : Schémas du « BASSIN 6 »

Le sol en place est composé :

- d'un premier horizon de 20cm de terre végétale et d'humus,
- d'un second horizon argilo-limoneux légèrement sableux sur 60cm,
- enfin, d'un sol argilo-sableux composé de blocs de gré de taille centimétrique à décimétrique de couleur ocre.

Le sol en place a une perméabilité moyenne mesurée de 15mm/h.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

Les végétaux sont fauchés mais ont été laissés sur place ; un enrichissement, à terme, avec dégradation de la qualité des eaux au sein de cette ZRV est à craindre.



Figures 30a et 30b : Aspect du « BASSIN 6 » en 2010. Source Irstea

- Commentaire / Suggestions

Les débris de végétaux, non récoltés, fournissent de la matière organique et enrichissent le milieu.

L'ouvrage semble être particulièrement petit ($0,2\text{m}^2/\text{EH}$) ; l'espace du terrain permettrait d'envisager un agrandissement qui pourrait être réalisé à partir de ce bassin existant, soit par la construction d'un bassin identique et qui fonctionnerait en alternance.

Site « BASSIN 7 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR à recirculation	Octobre 2003	500 EH	100 m ³ /jour.	10,4 m ³ /heure.	?

Données épuratoires de la station :

Tableau 21: Bilan 24h du 28 au 29 juillet 2007 de la STATION alimentant le « BASSIN 7 »

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
									organique	hydraulique
Entrée	140	346	59	?	42,9	?	4,9	140		
Sortie	4	<30	6,6	?	1,5	?	3,5	4	20%	30%

- Zone de rejet végétalisée**

Type	2 bassins en série	
Végétation	Plantée typique des milieux humides : 1 ^{er} bassin : carex, massettes ; 2 ^{ème} bassin : végétation plus rase (humidité moindre)	
Dimension	2 bassins rectangulaires de 345 m ² (690 m ² au total) avec des profondeurs respectives de 11 et 34 cm pour le 1 ^{er} et le 2 ^{ème}	
Nature de l'affluent	Effluents traités de la station + Déversoir d'orage	
Distribution de l'affluent	En un point	
Autres aménagements	Non	
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	290 mm/jour pour le premier bassin seul
	au débit de pointe	29 mm/heure pour le premier bassin seul
Emprise (en m ² /EH)	1,4	
Objectif	Diminution du volume d'effluent déversé	
Date de la visite	Juillet 2008	

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation**

Il n'y a pas de rejet direct vers le cours d'eau voisin. La dissipation du rejet de la station par la ZRV est donc totale. L'eau présente est transparente (Figure 32) et la végétation est luxuriante surtout dans le premier bassin de tête (Figure 31a). Les deux bassins abritent deux écosystèmes et des compositions végétales différentes. Le premier avec une végétation constituée de macrophytes et le deuxième une végétation plus rase, plus typique des prairies



Figures 31a et 31b : « BASSIN 7 » constitué de 2 bassins : le 1^{er} gauche et le 2nd droite. Source Irstea

Figure 32 : Zone d'eau calme dans le premier bassin.
Source Irstea



- Commentaires / suggestions

Cette ZRV contribue à réduire la quantité de rejet vers les eaux superficielles puisque le rejet est totalement inexistant.

La végétation enracinée y est particulièrement luxuriante. Va-t-elle conduire à un colmatage de surface du fait de la dégradation *in situ* des dépôts des végétaux ? A l'inverse, le système racinaire est-il suffisamment dense pour contrer ce risque de colmatage ?

Il serait intéressant de suivre l'évolution des volumes rejetés par la ZRV au cours du temps. Ce suivi hydraulique, associé à des périodes définies de récolte ou de non récolte de végétaux permettrait d'approcher l'impact de la gestion des végétaux sous réserve d'apports en eaux usées traitées équivalents au cours des périodes retenues et des saisons.

Site « BASSIN 8 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR à recirculation	Juin 2007	500 EH	75 m ³ /jour.	12,5 m ³ /heure.	Séparatif

Données épuratoires de la station :

Tableau 22: Concentrations moyennes (2 bilan 24h) reçues et émises par la STATION alimentant le « BASSIN 8 »

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
Entrée	245	616	240	64	63,65	?	73,5	9,83	organique	hydraulique
Sortie	21	98	20,5	15,65	17,9	?	59,95	5,26	52	54

- Zone de rejet végétalisée**

Type	5 bassins en série	
Végétation	Naturelle , typique des milieux humides (carex, massettes, ...)	
Dimension	350 m²	
Nature de l'affluent	Effluents traités de la STATION + Déversoir d'orage	
Distribution de l'affluent	En un point	
Autres aménagements	Non	
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	200 mm/jour
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise (en m ² /EH)	0,7	
Objectif	Diminuer le volume d'effluent rejeté	
Date de la visite	Juillet 2008	



Figures 33a et 33b : la ZRV : « BASSIN 8 ». Source Irstea

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.

Lors du bilan 24h d'octobre 2007, des prélèvements réguliers sont effectués à la sortie de la ZRV. Grâce à ces mesures, un échantillon moyen a été établi. Les résultats obtenus ainsi que les rendements épuratoires au sein de la ZRV sont réunis dans le tableau 12.

Tableau 23 : Evolution des concentrations au sein du BASSIN 8 - rendements épuratoires (Oct 2007)

En mg/L	DBO ₅	DCO	MEST	NO ₃	NH ₄	NK	NGL	Pt
Sortie STATION	27	101	28	?	25,9	27,2	?	5,22
Sortie ZRV	9	76	4,8	?	29,6	25,7	?	4,48
Rendements ZRV	67%	25%	83%	?	-14%	6%	?	14%

En octobre 2007, si l'efficacité de la ZRV est significative pour les paramètres caractéristiques de la matière organique (DBO₅, DCO et MES), elle est plus faible pour l'azote et le phosphore. Ces interprétations sont effectuées sans les taux de charge.

- Analyse de la situation

Le bassin est fortement végétalisé avec un couvert très dense (Figure 34) de carex, massettes et autres plantes typiques des milieux humides. L'écoulement en sortie de ZRV est permanent.



Figure 34 : Couvert végétal du « BASSIN 8 ». Source Irstea

- Commentaires / suggestions

Avec un couvert végétal si dense, il faut prévoir un faucardage avec exportation des végétaux afin d'éviter un enrichissement du milieu. Ce faucardage rendra plus visible les écoulements et les éventuels courts-circuits hydrauliques qui pourraient contrer une évolution favorable de la qualité de l'affluent.

Site « BASSIN 9 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
1 ^{er} étage de FPR	2008	100 EH	15 m ³ /jour.	6 m ³ /heure.	?

- Zone de rejet végétalisée**

Type	4 bassins en série communiquant par des cascades (Figure 35)
Végétation	Naturelle herbacée
Dimension	322 m²
Nature de l'affluent	Effluents traités de la station + Déversoir d'orage
Distribution de l'affluent	En un point
Autres aménagements	Non
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen 46 mm/jour au débit de pointe 1,8 mm/heure
Emprise (en m ² /EH)	3,2
Objectif	Inconnu
Date de la visite	Juillet 2008

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

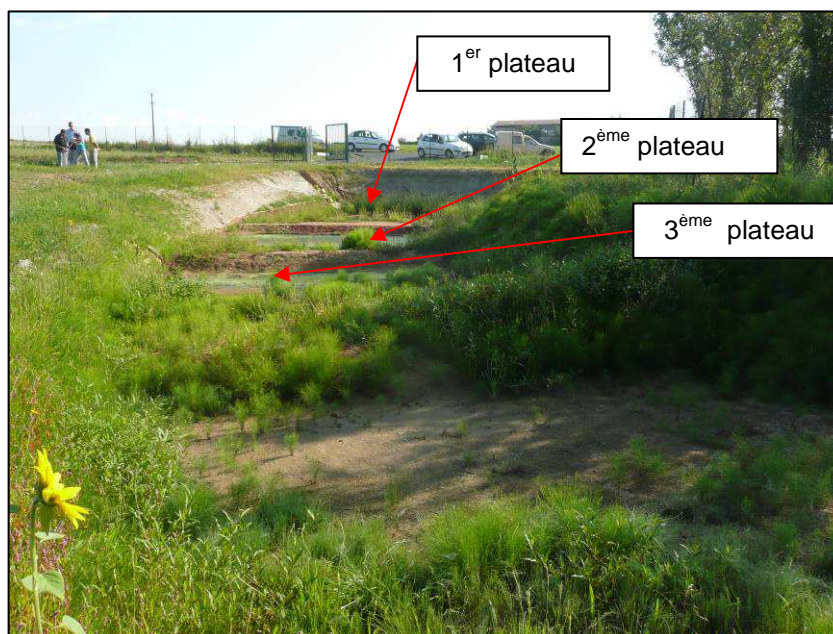


Figure 35 : Vue d'ensemble du « BASSIN 9 ». Source Irstea

- Analyse de la situation



Au moment de la visite, le site venait d'être mis en eau. Le taux de raccordement est encore faible ; le raccordement d'un lotissement en construction est prévu. Malgré le faible apport d'eaux usées traitées, des « flaques » d'eau stagnante sur chaque plateau (Figure 36) témoignent d'un sol peu perméable.

Figure 36 : Eau stagnante à la surface. Source Irstea.

- Commentaires / suggestions

Les cascades, étalées sur un front de grande largeur, semblent fournir une répartition équilibrée de l'eau sur toute la surface disponible. Il est possible que des ravinements creusent le sol sous l'effet de la chute d'eau des cascades. Le cas échéant, la mise en place de protection par des graviers ou végétaux peut limiter cet effet.

Il conviendra de s'assurer que le nivellement des cascades reste correct et que des écoulements préférentiels ne se forment pas au sein du bassin.

Site « BASSIN 10 »

- Données techniques du site
 - Station de traitement des eaux usées

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
SBR	2008	14000 EH	2100 m ³ /jour.	?	?

- Zone de rejet végétalisée

Type	Bassin et fossé creusé alimentés simultanément	
Végétation	Très faible densité au moment de la visite	
Dimension	Bassin: 6500 m² + Fossé 94 ml (80 cm à 1m de profondeur, emprise 5000 m ²) 1m à 1,5m à la base et 4 m en haut de talus = environ 200 m ³)	
Nature de l'affluent	Effluent de la station amont + Déversoir d'orage	
Distribution de l'affluent	En un point par bâchée de 250 m ³ toutes les 4h	
Autres aménagements	Répartiteur permet d'alimenter l'une ou l'autre des zones	
Lame d'eau moyenne théorique apportée	Bassin	19 mm/ jour (si répartition de la bâchée homogène)
	Fossé	750 mm / m linéaire / jour (si répartition homogène)
Emprise totale (en m ² /EH)	0,79	
Objectif	Lissage du flux et diminution du volume d'effluent	
Date de la visite	Avril 2008	



Figure 37 : Vue aérienne du site BASSIN 10. Source ARPE.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.
Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

Les deux aménagements fonctionnent soit en parallèle et simultanément, soit en alternance.



Figure 38 : Vue du « BASSIN 10 ». Source Irstea



Figure 39 : Vue du fossé du « BASSIN 10 ». Source Irstea

- Commentaires / suggestions

Le temps de séjour de l'eau au sein du fossé est très court, il se compte en minutes. Par contre, les vitesses d'écoulement sont importantes, on peut craindre une dégradation rapide des berges non stabilisées par érosion.

Les deux zones devraient fonctionner en série (bassin puis fossé), ce qui permettrait, dans le bassin de tamponner les à-coups hydrauliques imposés par le fonctionnement de la station d'épuration (SBR), et d'utiliser effectivement le cheminement dans le fossé. Cependant, la réhabilitation de la zone *a posteriori* paraît délicate du fait de la topographie naturelle des lieux. Si le fossé était réaménagé, une retenue, en son extrémité, éviterait l'écoulement direct actuel.

Annexe 3 : Description des ZRV de type « FOSSE »

Site « FOSSE 1 »

- Données techniques du site
 - Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Boues activées	Janvier 1992	1100 EH	110 m ³ /jour.	?	Séparatif

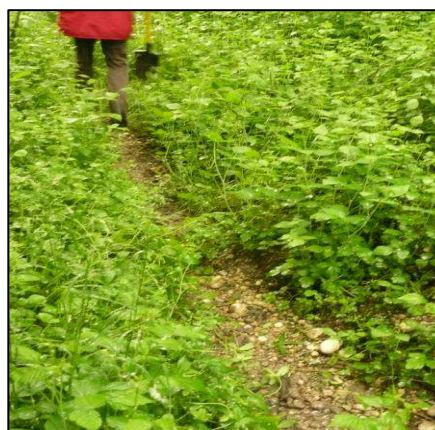
Données épuratoires de la station :

Tableau 24 : Concentrations moyennes (6 bilans 24h) reçue et émise par la station alimentant « FOSSE 1 »

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
Entrée	293	639	314	78,6	?	?	?	12,1	organique	hydraulique
Sortie	8	47,8	13,2	9,94	?	?	?	5,4	95	110

- Zone de rejet végétalisée**

Type	Fossé végétalisé rectiligne	
Végétation	Naturelle	
Dimension	Environ 45 mètres linéaires, large de 0,3 à 1 m	
Nature de l'affluent	Effluent traité de la station	
Distribution de l'affluent	En un point et continue	
Autres aménagements	Non	
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	2,4 m ³ / ml/jour
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise de la ZRV	0,04 m linéaire / EH	
Objectif	Inconnu	
Date de la visite	Mai 2009	



Figures 40a et 40b : « FOSSE 1 ». Source Irstea

- Pédologie / Granulométrie**

Cette zone de rejet se situe aux abords d'une rivière, le sol est donc certainement de type alluvionnaire de très grosse granulométrie. Les observations réalisées sur le terrain vont dans le sens de cette hypothèse.

- Pente**

A l'aide d'une mire et d'un décimètre, la pente est mesurée sur site, elle est de 1,8%. Cette faible pente favorise l'infiltration en réduisant la vitesse d'écoulement de l'eau.

Une série de prélèvements ponctuels a été réalisée tout au long du fossé et plusieurs paramètres (DBO_5 , DCO, PO_4^{3-} , NK et NO_3^-) sont analysés. Les résultats montrent que le fossé n'a aucun impact significatif sur la qualité du rejet vers le milieu naturel.

- **Analyse de la situation**

Des zones de caractéristiques différentes sont identifiées tout au long du fossé:

- Sur les 10 premiers mètres, l'écoulement se réalise sur des galets roulés et des dépôts de matières organiques sont présents sur le bord du fossé. Une forte odeur soufrée se dégage. Le régime de l'affluent est laminaire sur les 8 premiers mètres puis, passant par une zone de fossé rétrécie, il devient turbulent.
- Sur les 15 mètres suivants, il y a une épaisseur de 20 cm de matière organique. Les galets roulés ne sont plus visibles et le régime est laminaire.
- Enfin, sur les 15 derniers mètres, le régime de l'affluent redevient turbulent. Il y a, de nouveau, présence de galets roulés et une légère trace de matière organique.

- **Commentaires / suggestions**

L'origine des boues en fond de fossé n'est pas connue. Elles peuvent être dues aux dépôts successifs de MES issues de la station amont mais également issues de la litière forestière en décomposition.

En 20 ans, le fossé n'a été curé qu'une seule fois.

Les différents régimes hydrauliques mentionnés plus haut, semblent être un facteur favorable au maintien global de la très bonne perméabilité d'origine : En fin de fossé, l'ensemble de l'effluent est infiltré. L'objectif de cette ZRV semble donc être atteint.

Site « FOSSE 2 »

- Données techniques du site
 - Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
DD IP	Janvier 2003	450EH	68 m ³ /jour	11 m ³ /heure	Unitaire

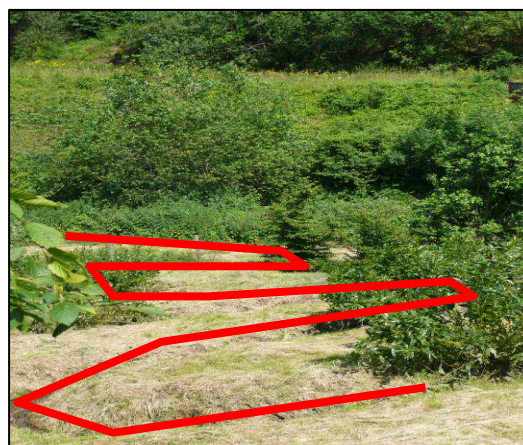
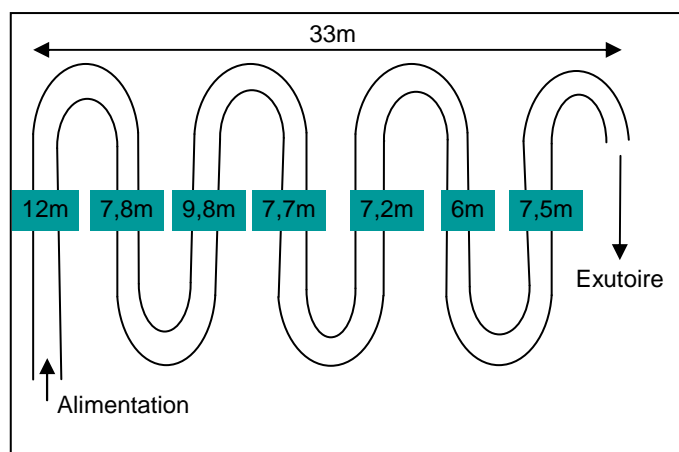
Données épuratoires :

Tableau 25: Concentrations moyennes (1 bilans 24h) reçue et émise par la STATION alimentant « FOSSE 2 »

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	PPO ₄	Taux de charge en %	
Entrée	160	450	130	87	72	2,15	89	3,2	organique	hydraulique
Sortie	3	34	3	2	0,5	53	57	6,7	21	53

- Zone de rejet végétalisée**

Type		Fossé végétalisé sinueux (noue)
Végétation		Saules plantés et végétation naturelle
Dimension		84 mètres linéaires de profondeur de 35 à 70 cm (Figures 41)
Nature de l'affluent		520 m ² d'emprise totale
Distribution de l'affluent		Effluents de la STATION
Autres aménagements		Par bâchée <i>via</i> une canalisation issue des lits de percolation
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	Non
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise de la ZRV		Inconnue
Objectif		0,19 m linéaire / EH et 0,87 m ² / EH au total
Date de la visite		Inconnu
		2009



Figures 41a et 41b : Schéma (à gauche) et visualisation par un trait rouge (à droite) de la ZRV « FOSSE 2 ». Source Irstea

- Pédologie

L'argile est omniprésente dans ce sol, tant dans les horizons superficiels que dans les horizons plus profonds. Des traces d'hydromorphies sont observées.

- Perméabilité

Les tests de perméabilité sont effectués à l'aide du perméamètre à double anneau à charge constante. La perméabilité ainsi mesurée est de 1,9 mm/h soit $5,3 \cdot 10^{-7}$ m/s, ce qui est très faible. Cette perméabilité ne permet pas l'infiltration de l'effluent d'où le rejet permanent dans le ruisseau aval.

- Pente globale et pente d'écoulement

La pente du terrain, mesurée à l'aide de mire et décamètre, de 24,6% est élevée. La pente d'écoulement est beaucoup plus faible. En supposant qu'elle soit régulière, elle est de 6,4%.

- Analyse de la situation

Les saules se développent bien. Sur les 27 saules présents, on compte seulement 3 arbres morts soit 10% de l'effectif.

- Commentaire / suggestions

Cette ZRV semble cumuler beaucoup de conditions défavorables (sol argileux, pente assez forte,...) pour permettre une réduction des impacts du rejet de la station. Son très bon niveau d'entretien lui donne un aspect agréable, sans dégradation visible de la qualité de l'eau transitant dans cet écoulement.

Site « FOSSE 3 »

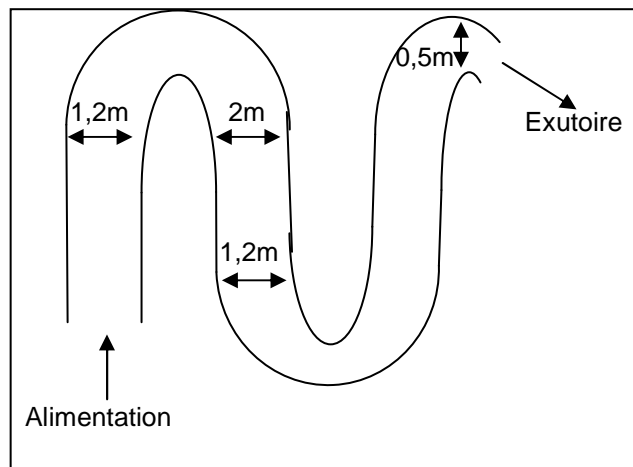
- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR2	Janvier 2007	350 EH	52,5 m ³ /jour	6,56 m ³ /heure	Séparatif

- Zone de rejet végétalisée**

Type		Fossé sinueux
Végétation		Naturelle
Dimension		76 m linéaire (Figure 43b)
Nature de l'affluent		Effluents traités de la STATION
Distribution de l'affluent		En un point <i>via</i> une canalisation de 22m issue de la STATION
Autres aménagements		Non
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	0,7 m ³ /ml/jour
	au débit de pointe	0,08 m ³ /ml/heure
Emprise		20 cm linéaire / EH
Objectif		Protéger le ruisseau en période d'étiage
Date de la visite		Mai et juillet 2009



Figures 42a et 42b : Etat général et schéma de « FOSSE 3 » Source Irstea.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Pédologie

Le sol présente une proportion importante d'argile avec une perméabilité de 0 à 3,81 mm/h pour le premier horizon, tandis que le second horizon à prédominance sableuse a une perméabilité de 5,71 à 7,14 mm/h.

- Pente

Mesurée avec une mire et un décamètre, la pente est évaluée à 1%.

- Analyse de la situation

Pendant la période estivale, le fossé réduit à zéro les flux rejetés vers un milieu superficiel. La proportion d'évapotranspiration est certainement importante car le fossé, exposé en plein soleil développe une végétation naturelle particulièrement dense.

- Commentaires / suggestions

Le sol et le sous-sol permettent une infiltration de surface puis un écoulement de sub-surface qui explique la disparition totale des eaux traitées. Les études préalables des caractéristiques du sol et sous-sol avaient permis d'identifier de telles possibilités d'écoulement, qu'une simple observation de surface n'aurait pas su déceler. Ces études constituent un préalable essentiel à la construction de toute ZRV.

Site « FOSSE 4 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
BA + filtration membranaire	Juillet 2007	12000 EH	1800 m ³ /jour.	225 m ³ /heure.	?

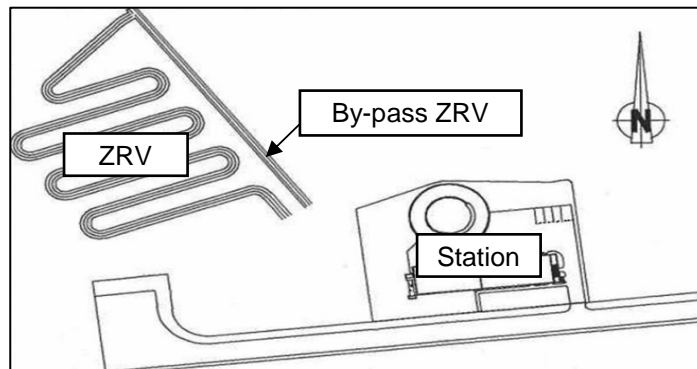
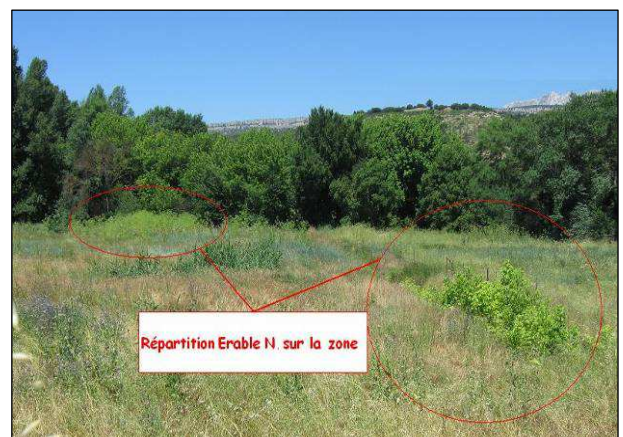


Figure 43 : Plan du site « FOSSE 4 »

- Zone de rejet végétalisée**

Type		Fossé sinueux
Végétation		Naturelle et plantée (roseaux) + Erable négundo envahissant
Dimension		200 mètres linéaires , profond d'1,5m
Nature de l'affluent		Effluents STATION + DO
Distribution de l'affluent		En un point
Autres aménagements		By-pass de la ZRV
Lame d'eau	au débit moyen	9 m³/ml/jour
théorique apportée	au débit de pointe	1,1 m ³ /ml/heure
Emprise		16 mm linéaires / EH
Objectif		Diminuer le volume rejeté dans le ruisseau
Date de la visite		2009



Figures 44a et 44b : Vue générale de « FOSSE 4 » et développement des érables. Source ARPE

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.
Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation



Figure 45 : Formation d'une couche d'algues au fond du fossé. Source ARPE.

L'Erable négundo envahit progressivement la ZRV et notamment le fossé de by-pass de cette dernière. Dans certaines zones du fossé, une couche d'algues est en formation (Figure 45). Cela laisse penser que l'eau en circulation dans le fossé peut s'enrichir en matière organique et devenir alors de qualité dégradée par rapport au rejet de la station d'épuration.

- Commentaires / suggestions

L'écoulement se fait à 1,5 m de profondeur, sur le substratum rocheux étanche (ou très peu perméable). L'infiltration est donc probablement très faible. Il aurait été utile que les profils hydrauliques de communication entre ouvrages soient moins étudiés.

L'affluent issu d'une filière membranaire est d'excellente qualité. Un tel fossé ne peut que dégrader sa qualité.

Pour atteindre des objectifs de diminution des volumes rejetés, il aurait fallu utiliser la couche de sol de surface, ce qui avait été prévu à l'origine avec une ZRV de type prairie. Cela aurait favorisé une dispersion dans le sol de surface, tout en évitant une circulation trop rapide directement à la surface du substratum.

Site « FOSSE 5 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR	Février 2010	900 EH	13,5 m ³ /jour.	?	?

- Zone de rejet végétalisée**

Type		Fossé sinueux avec zones calmes
Végétation		Typique des milieux humides
Dimension		200 m linéaires
Nature de l'affluent		Effluent traité de la station + Déversoir d'orage
Distribution de l'affluent		Inconnue
Autres aménagements		Inconnus
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	0,07 m ³ /ml/jour
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise de la ZRV		20 cm linéaires /EH
Objectif		Diminuer le volume d'effluent rejeté dans le ruisseau + diminution micropolluant, bactério, azote et phosphore.
Date de la visite		Mars 2011

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

La station d'épuration n'est en service que depuis quelques mois. Il est donc difficile de juger de l'efficacité de la ZRV.

Cependant, l'eutrophisation de certaines zones est déjà observable. Une couche de lentille d'eau recouvre une zone d'eau stagnante (Figure 46). Cela peut, à terme, conduire au colmatage du fossé, voire contribuer à dégrader la qualité de l'affluent.



Figure 46 : Zone d'eau calme dans « FOSSE 5 ». Source Irstea.

- Commentaires / suggestions

La présence de seuils, l'alternance de zones étroites, de zones larges, de zones calmes semblent créer une certaine diversité, favorables à l'installation de processus de dégradation variés. Pour autant, l'entretien et le contrôle de la végétation, surtout en zones stagnantes semblent constituer une tâche nécessaire permettant de maintenir globalement la ZRV en conditions de diversité écologique.

Site « FOSSE 6 ».

- Données techniques du site
 - Station de traitement des eaux usées

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR (1 ^{er} étage vertical et 2 ^{ème} étage horizontal)	2010	1200 EH	?.	?	?

Données épuratoires : De graves dysfonctionnements sont constatés ainsi que des effluents d'un aspect laiteux, caractéristique de conditions anaérobies.

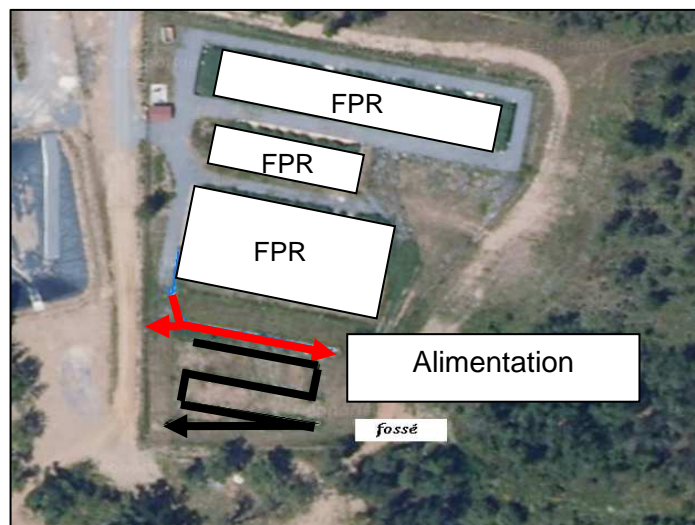


Figure 47 : Vue aérienne du site.

- Zone de rejet végétalisée

Type	Fossé sinueux
Végétation	Naturelle typique des milieux humides et saules plantés
Dimension	Environ 1050 m² d'emprise avec un fossé sinueux (environ 50cm de profondeur sur 50cm de haut)
Nature de l'affluent	Effluents STATION
Distribution de l'affluent	Longitudinale <i>via</i> une canalisation régulièrement percée
Autres aménagements	Non
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen : Inconnue au débit de pointe : Inconnue
Emprise	Environ 0,9 m² d'emprise totale / EH
Objectif	Diminution du volume d'effluent rejeté par infiltration complète
Date de la visite	Juillet 2008

Le terrain semble être très argileux en surface (40 cm d'argile pour le premier horizon) avec un deuxième horizon de gravier.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

L'affluent alimentant la ZRV est de couleur blanchâtre (Figure 48a). Des dépôts noirâtres (Figure 48b) se forment dans les premières parties de la ZRV. L'ensemble des saules plantés sont morts. Les nombreuses zones d'eau stagnantes dues au sol argileux et la qualité septique de l'affluent ont certainement été néfastes pour leur développement.



Figures 48a et b : Trainée blanchâtre à l'entrée de « FOSSE 6 » (gauche) ; Dépôt à la sortie de la canalisation alimentant « FOSSE 6 » (droite) Source Irstea

- Commentaires / suggestion

La situation de la ZRV est dramatique, non pas suite à une mauvaise conception de la ZRV mais à cause d'une station amont qui délivre un effluent particulièrement septique. Dans ces conditions, il n'est pas vraiment utile de forcer le développement de végétaux par leur introduction et plantation.

Dès que la station amont fournira un effluent de qualité, un aménagement de la ZRV pourra être envisagé. Les eaux stagnantes sont le reflet du colmatage du fossé. Deux hypothèses non exclusives peuvent l'expliquer :

- Le fossé n'a pas été creusé assez profondément : la couche d'argile n'a pas été assez creusée et l'horizon caillouteux n'a pas été atteint.
- Le fossé est colmaté : le dépôt de matières organiques et de végétaux morts et/ou d'algue forme un tapis au fond du fossé limitant l'infiltration de l'eau dans le sol.

Il sera utile dans un premier temps de procéder au curage du fossé de cette ZRV.

Une ZRV ne peut en aucun cas pallier aux défaillances chroniques de la STATION amont.

Site « FOSSE 7 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR2	?	1450 EH	?	?	?

- Zone de rejet végétalisée**

Type		Fossé creusé
Végétation		Inconnue
Dimension		Inconnue
Nature de l'affluent		Eaux usées traitées + déversoir d'orage
Distribution de l'affluent		Inconnue
Autres aménagements		Inconnus
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	Inconnue
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise (en m ² /EH)		Inconnue
Objectif		Inconnu
Date de la visite		Mars 2011

D'après l'étude pédologique, le sol est limoneux en surface et limoneux-argileux en profondeur. Cette étude révèle que la perméabilité est très faible ($K < 10^{-8}$ m/s).

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation



Figure 49 : Vue n°1 de la ZRV
« FOSSE 7 »



Figure 50 : Vue n°2 de la ZRV
« FOSSE 7 »

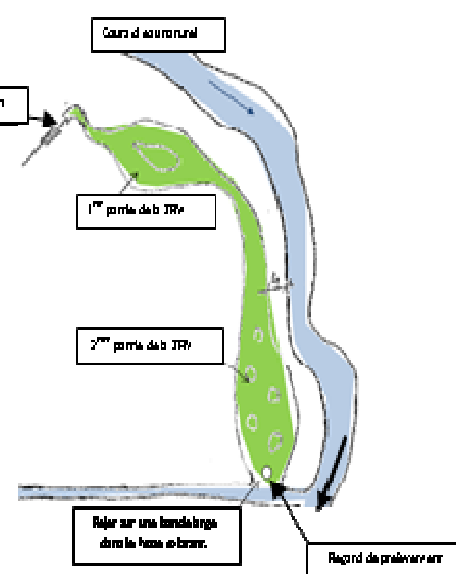


Figure 51 : Schéma descriptif.
Sources Irstea



Figure 52 : Œufs d'amphibiens dans « FOSSE 7 ».
Source Irstea



Figure 53 : Fond de « FOSSE 7 ». Source Irstea

- Commentaires / suggestions

Nous ne disposons que de très peu d'informations sur cette installation. Globalement, sa conception semble satisfaisante : effectivement, la forme de la ZRV permet sa mise en charge lors des apports importants du déversoir d'orage dans des proportions qui semblent être non négligeables, la hauteur d'eau attendrait alors une trentaine de cm.

Lors de la visite en temps sec, les formes diversifiées semblaient contribuer au développement d'écosystèmes variées (œufs d'amphibiens,) tout en laissant couler une eau claire.

Site « FOSSE 8 »

- Données techniques du site
 - **Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR2	?	?	?	?	?

- **Zone de rejet végétalisée**

Type		Plusieurs fossés creusés
Végétation		Roseaux plantés
Dimension		Inconnue
Nature de l'affluent		Inconnue
Distribution de l'affluent		Inconnue
Autres aménagements		Inconnus
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	Inconnue
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise (en m ² /EH)		Inconnue
Objectif		Inconnu
Date de la visite		Mai 2009

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.
Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

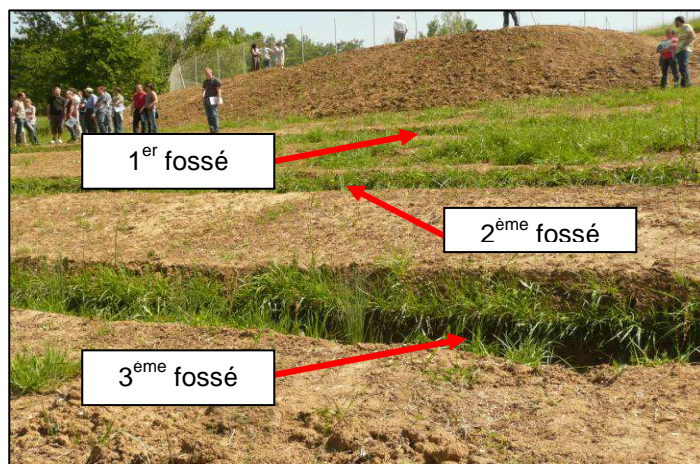


Figure 54 : Les 3 fossés de « FOSSE 8 » Source Irstea



Figure 55 : Communication entre lignes d'eau et plantation. Source Irstea

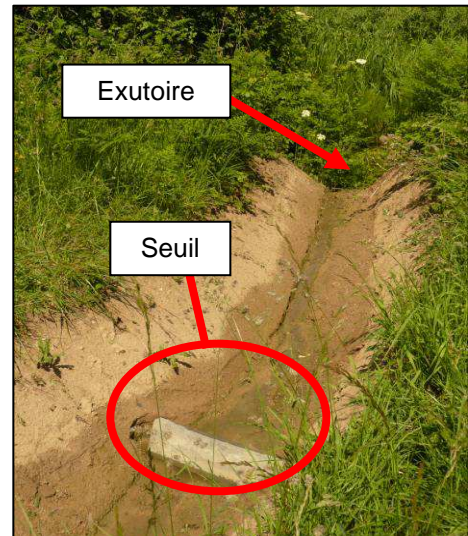


Figure 56 : Seuil dans le fossé. Source Irstea

- Commentaires / suggestions

Nous ne disposons que de très peu d'informations sur cette installation.

Globalement, sa conception semble satisfaisante pour que les volumes rejetés dans le milieu superficiel soient les plus faibles possibles en favorisant l'infiltration dans le sol et l'évapotranspiration.

Effectivement, sur un sol en pente, pour ralentir les écoulements, il est pertinent de privilégier les circulations d'eau dans des sections à très faible pente, le long des courbes de niveau. Pour rejoindre le fossé aval, un passage busé de faible diamètre permet d'éviter des problèmes d'érosion lié au dénivelé important entre les 2 fossés.

Par ailleurs, la plantation de quelques végétaux à proximité de ces canalisations contribuera, à terme, à réduire les vitesses d'écoulement.

Le léger seuil, à l'amont de la sortie générale contribue à accroître le temps de séjour dans le parcours.

Une bande latérale du terrain, est restée vierge ; elle est d'une largeur suffisante pour permettre l'accès à des engins agricoles qui assureraient un minimum d'entretien si nécessaire.

Site « FOSSE 9 »

- Données techniques du site
 - **Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR	Août 2009	500 EH	101 m ³ /jour.	8,5 m ³ /heure.	Unitaire

Données épuratoires de la station

Tableau 26 : Charges de pollution traitée et résiduelle de la STATION alimentant « FOSSE 9 »

En kg/j	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
									organique	hydraulique
Entrée	3,5	14,6	7,8	3	2	?	3	0,3		
Sortie	0,5	2,8	0,6	1	0,4	?	23	0,2	30	140

- **Zone de rejet végétalisée**

i. Description de la ZRV

Type	Deux fossés parallèles	
Végétation	Naturelle et plantée (aulne, saule, peuplier), 1 bouture / 4m	
Dimension	38 m linéaires par fossé, profondeur 0,4m, largeur au fond 0,6m volume 10m ³	
Nature de l'affluent	Effluents traités de la STATION + déversoir d'orage	
Distribution de l'affluent	En parallèle et en un point	
Autres aménagements	Non	
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	1,3 m ³ /ml/jour
	au débit de pointe	0,1 m ³ /ml/heure
Emprise de la ZRV	15 cm linéaires /EH	
Objectif	Limiter les volumes rejetés vers le milieu naturel surtout en période d'étiage.	
Date de la visite	Mars 2011	

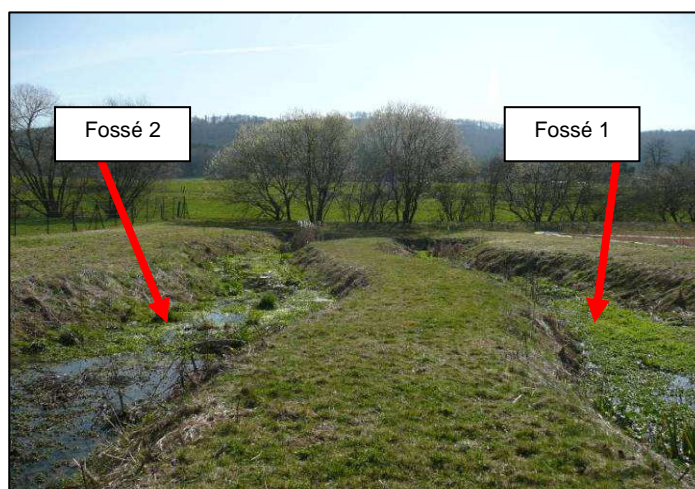


Figure 61 : les 2 fossés de la ZRV « FOSSE 9 ». Source Irstea

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.
Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

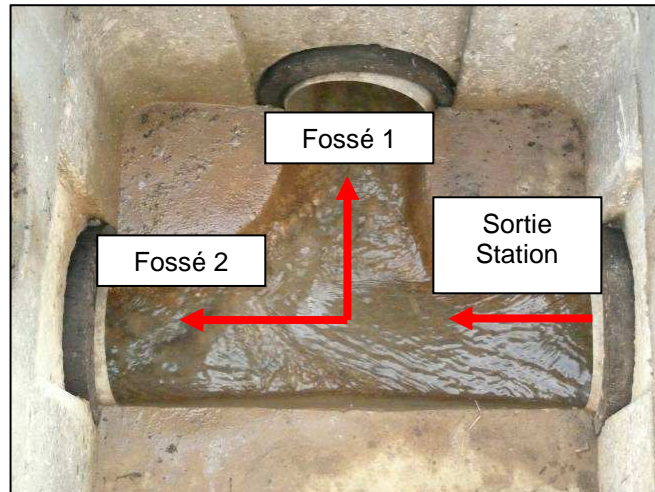


Figure 57a et 57b : Végétation présente au bord du fossé (à gauche) et regard de répartition (à droite). Source Irstea.

Les 2 fossés de taille équivalente devraient recevoir des débits équivalents. Les forme et position du regard amont ne permettent pas de séparer par moitié les débits, le fossé 2 étant largement plus sollicité que le fossé 1.

Le terre-plein central semble assez large pour permettre le passage des engins pour la réalisation des tâches d'entretien.

- Commentaires / suggestions

Nous ne disposons que de très peu d'informations sur cette installation.

Au fond du fossé, une lame d'eau permanente est présente, le développement végétatif est non négligeable (figure 62). Il est possible que ce milieu, à terme, s'enrichisse suffisamment pour que des dégradations de type anaérobie s'installent et dégradent la qualité du rejet de la station.

Pour y remédier, l'alimentation alternée des 2 fossés est une proposition intéressante que le regard existant (figure 63) permettrait de mettre en place facilement.

Site « FOSSE 10 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR2	Octobre 2010	1900 EH	?	?	?

- Zone de rejet végétalisée**

Type		Succession de 5 fossés
Végétation		Naturelle (pour les 2 derniers), saules (pour les 2 premiers) et roseaux plantés.
Dimension		100 m linéaires
Nature de l'affluent		Effluents de la station
Distribution de l'affluent		En un point <i>via</i> une canalisation en PVC
Autres aménagements		Canalisation en PVC (Figure 57) entre chaque fossé.
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	Inconnue
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise		0,05 ml / EH
Objectif		Inconnu
Date de la visite		Juillet 2011

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.
Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation



Figure 58 : Dispositif d'alimentation de « FOSSE 10 ». Source Irstea

- Commentaires / suggestions

Nous ne disposons que de très peu d'informations sur cette installation.

Globalement, sa conception semble satisfaisante pour que les volumes rejetés au milieu superficiel soient les plus faibles possibles en favorisant l'infiltration dans le sol et l'évapotranspiration.

Effectivement, dans un sol en pente, pour ralentir les écoulements, il est pertinent de privilégier les circulations d'eau dans des sections à très faible pente, le long des courbes de niveau. Pour rejoindre le fossé aval, un passage busé de faible diamètre permet d'éviter des problèmes d'érosion lié au dénivelé important entre les 2 fossés.

Par ailleurs, la plantation de quelques végétaux à proximité de ces canalisations contribuera, à terme, à réduire les vitesses d'écoulement.

La réalisation de cet aménagement permet également, par la simple installation de vannes, de faire fonctionner les fossés de façon alternée.

Site « FOSSE 11 »

- Données techniques du site
 - **Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
FPR	Août 2009	2500 EH	600 m ³ /jour.	61 m ³ /heure.	Unitaire

Données épuratoires de la station

Tableau 27 : Charges de pollutions moyennes reçues et émises par la STATION alimentant « FOSSE 11 » en 2010.

En kg/jour	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
									organique	hydraulique
Entrée	50,6	130,2	54,2	17,5	10,9	?	19,7	1,9		
Sortie	1,9	14,9	1,7	7,7	0,3	?	16,6	0,9	43	98

- **Zone de rejet végétalisée**

Type	2 x 4 fossés larges en série + bassin d'infiltration	
Végétation	Saules plantés	
Dimension	9225 m ² (fossés de 7,5m de large sur 1230 ml) + 1500 m ²	
Nature de l'affluent	Effluents traités par la station (Q _{temps sec} < 600m ³ /jour)	
Distribution de l'affluent	Via une vanne puis par surverse du bassin amont	
Autres aménagements	By-pass de la saulaie + système de vannes indépendantes	
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	65 mm/jour ; 0,48 m ³ /ml/jour
	au débit de pointe	6 mm/heure ; 0,049 m ³ /ml/jour
Emprise	3,69 m² /EH de fossé + 1,67 m ² /EH de bassin = 4,25 m ² / EH au total	
Objectif	Réduire les rejets dans le milieu récepteur par temps sec (Q < 600m ³ /jour)	
Date de la visite	Février 2010	



Figures 59a et 59b : à gauche, les fossés et les saulaies, à droite, la surverse en « cascades ». Source Irstea

La figure 60 fournit une description schématique de cette ZRV avec en tiret vert, les rangés de saules, et en rouge les « cascades » de connexion inter fossés.

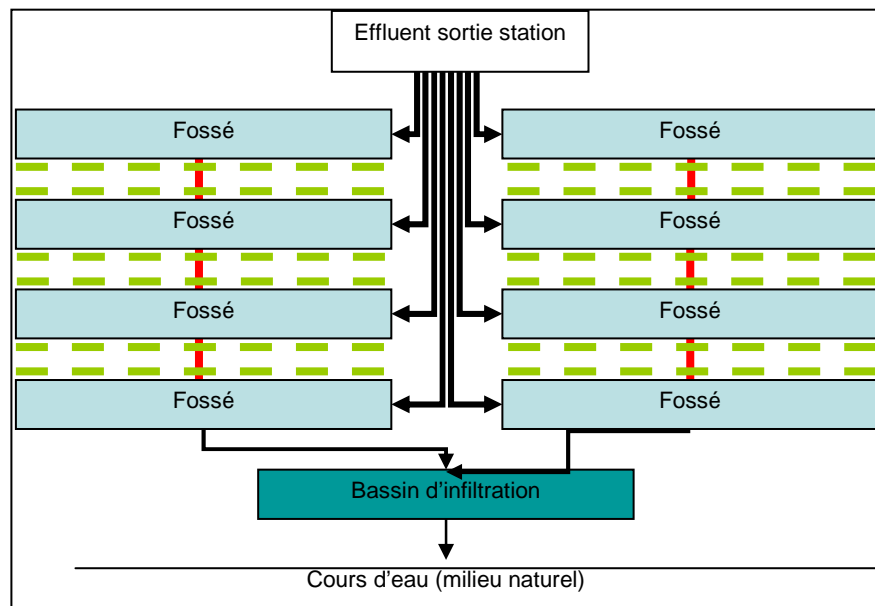


Figure 60 : Schéma du « FOSSE 11 »

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.
Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

Les digues intermédiaires sont trop étroites pour permettre le passage d'engins agricoles nécessaires aux opérations de faucardage et de la récupération des végétaux coupés.

- Commentaires / suggestions

L'objectif de réduction des rejets est basé conjointement sur l'évaporation des plans d'eau stagnante et l'évapotranspiration des saules plantés sur les digues. Pour l'instant, ces objectifs sont loin d'être atteints et le bassin d'infiltration aval est colmaté.

L'une des pistes à étudier consisterait à mettre le système totalement au repos en période hivernale afin de tenter d'obtenir davantage d'infiltration en période estivale.

Y a-t-il une possibilité technique d'un apport d'eau en plus grande quantité, aux saules plantés sur les berges ?

Dans l'espace disponible restant, y aurait-il la possibilité de faire cheminer l'eau dans des fossés, en évitant sa stagnation ?

Annexe 4 : Description des ZRV de type « AUTRES »

Site « AUTRE 1 »

- Données techniques du site
 - Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Boues activées	Janvier 2003	1900 EH	300 m ³ /jour.	38 m ³ /heure.	Séparatif

Données épuratoires de la station :

Tableau 28 : Concentrations moyennes (9 bilans 24h) reçue et émise par la STATION alimentant « AUTRE 1 ».

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
Entrée	440	1050	540	106	?	?	119	14	organique	hydraulique
Sortie	5	45	9	7	?	?	9,8	7	50	45

- Zone de rejet végétalisée**

Type	Deux bassins d'infiltration décaissés et aménagés de gravier
Végétation	Absente car désherbage chimique
Dimension	S ₁ = 173,34m ² S ₂ = 108,54m ² S _t = 281,88 m ² Emprise totale : 550 m ² .
Nature de l'affluent	Effluents traités par la station
Distribution de l'affluent	En un point <i>via</i> canalisation PVC
Autres aménagements	20cm de gravier roulé de type de 20/40 ajoutés en surface
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen : 1 m/jour (si répartition homogène) au débit de pointe : 134 mm/jour (si répartition homogène)
Emprise	0,15 m ² d'infiltration / EH et 0,28 m² / EH au total
Objectif	Infiltration totale de l'affluent
Date de la visite	2009



Figure 61 : Les deux bassins de « AUTRE 1 » et détail du plus petit bassin. Source Irstea

Cette station est implantée dans un lieu dont le cours d'eau le plus proche est situé à plus de 10 km. La totalité de l'effluent doit donc être infiltrée à proximité dans des zones spécifiques. Une étude de sol a été conduite en ce sens.

- Pédologie

L'étude pédologique révèle la présence de 3 horizons :

- Le premier est constitué de terre végétale de 20 à 50 cm de profondeur.
- Le deuxième est constitué de limon graveleux à graves limoneuses de 0,9 à 2,5 m de profondeur.
- Le troisième est une alternance de graves sableuses et de sables. Cet horizon commence à une profondeur de 1,1 à 3 m.

- Etude granulométrique

Les graviers sont fortement dominants à 95% dont 64% des graviers ont un diamètre supérieur à 12,5 mm. La forte perméabilité des matériaux est estimée à 360 mm/h.

Un captage le plus proche de la station se situe à 1 km en aval de la station d'épuration ; il est utilisé uniquement en irrigation. Le captage d'alimentation en eau potable se situe à 7 km en amont de la station.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- **Analyse de la situation**

Après 5 ans de fonctionnement, il n'y a aucune lame d'eau superficielle résiduelle après déversement de l'eau traitée, la très forte perméabilité est maintenue, avec une absence de toute forme visible de colmatage.

Cependant, la lame d'eau apportée ainsi que la charge surfacique sont très élevées (Tableau 20). En considérant que l'infiltration se réalise seulement sur 10% de la surface d'infiltration, il s'infiltré, tous les jours, au maximum 12 m d'eau et 5,5 g de MES sur 1 m² de ZRV alimentée.

Tableau 29 : Charges hydrauliques appliquées en fonction des différentes surfaces considérées.

Surface considérée	S ₁ 108,54m ²	S ₂ 173,34m ²	S _T 281,88m ²	10%de S1	10% de S2
Débit apporté (m ³ /j)	128,4				
Lame d'eau apportée (m/j)	1,18	0,74	0,46	11,83	7,4
Lame d'eau apportée (mm/h)	49	31	19	493	310

- **Commentaires / suggestions**

Ce site donne entièrement satisfaction et les objectifs d'infiltration totale sont atteints.

Les bénéfices de l'alternance d'utilisation des bassins sont manifestes. Aucune trace de colmatage n'est observable.

Le site est parfaitement entretenu ; le développement de la végétation est parfaitement contrôlé, malheureusement par des moyens peu adaptés, même proscrits puisqu'il s'agit de désherbant chimique.

Site « AUTRE 2 »

- Données techniques du site
 - Station de traitement des eaux usées

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Boues activées	Janvier 2000	3000 EH	450 m ³ /jour.	?	Unitaire

Données épuratoires de la station

Tableau 30 : Concentrations moyennes (13 Bilans 24h) reçue et émise par la station alimentant « AUTRE 2 ».

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
Entrée	193	441	247	53	43	?	?	6	organique	hydraulique
Sortie	5	41	9	<3	<3,11	?	?	2	45	68

- Zone de rejet végétalisée

Type	Deux bassins d'infiltration aménagés de graviers	
Végétation	Naturelle herbacée	
Dimension	S ₁ = 754,63 m ² S ₂ = 807,85 m ² S _T =1562,48m ² . (Figure 67) Profondeur : 50 cm environ	
Nature de l'affluent	Effluents de la STATION	
Distribution de l'affluent	En un point, centrale par bâchée. Alternance 1 semaine sur 2	
Autres aménagements	50 cm de graviers roulé 5/15	
Lame d'eau moyenne théorique apportée	Bassin 1	Bassin1 : 595 mm/j (si répartition homogène)
	Bassin 2	Bassin2 : 556 mm/j (si répartition homogène)
Emprise (en m ² / EH)	0,52	
Objectif	Infiltrer le maximum d'affluent pour protéger le cours d'eau proche	
Date de la visite	2009	

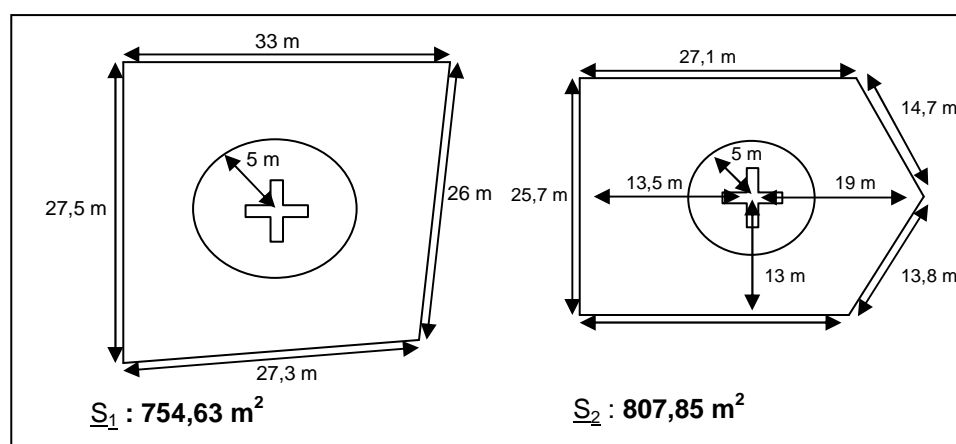


Figure 62 : Schémas des ZRV « AUTRES 2 ».



Figures 63a et b : Alimentation en affluent de la ZRV « Autre 2 ». Source Irstea

- Etude granulométrique.

Le sol est constitué 85% environ d'éléments grossiers, dont 41,7% sont des éléments supérieur à 12,5 mm de diamètre. Le sol est fortement perméable.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- **Analyse de la situation**

Un dépôt de boue est présent sur la zone d'infiltration qui est en phase de repos. La surface privilégiée du rejet est évaluée à 78,5 m², soit de l'ordre de 10% de la surface disponible. Il s'agit d'un rayon de 5 mètres autour de la croix centrale d'alimentation des bassins d'infiltration. Aucune couche d'eau après déversement de l'eau traitée n'est observable, la perméabilité est très élevée.

- **Commentaires / suggestion**

Il y a présence de dépôts de matières organiques en surface, dans des quantités telles qu'un entretien de la surface par un raclage est nécessaire. Les monticules ainsi générés restent sans difficulté en surface. Le développement végétal est bien contrôlé, même si quelques touffes parsèment la surface.

Site « AUTRE 3 »

- Données techniques du site
 - **Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Lit bactérien	2003	300 EH	45 m ³ /jour.	4,3 m ³ /heure.	Séparatif

Il n'y a pas de valeurs chiffrées caractérisant la qualité du rejet mais la station semble fonctionner dans un état dégradé.

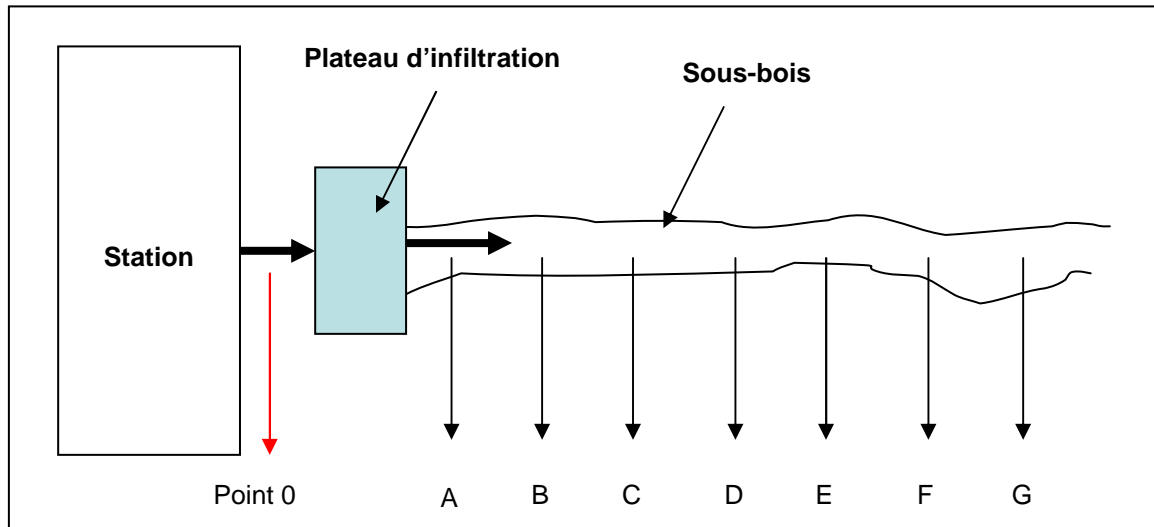
- **Zone de rejet végétalisée**

Type		Bassin d'infiltration aménagé de graviers + fossé « forestier »
Végétation		Naturelle herbacée
Dimension		Plateau : 104 m ² + Fossé : 79 mètres linéaires
Nature de l'affluent		Effluent traité par la station
Distribution de l'affluent		3 drains
Autres aménagements		Bidime de protection + 50 cm de gravier 15/25 roulés
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	430 mm/jour (si répartition homogène sur le plateau)
	au débit de pointe	41 mm/heure (si répartition homogène sur le plateau)
Emprise (en m ² /EH)		0,35
Objectif		Inconnu
Date de la visite		2009



Figures 64a et b : A gauche, le plateau d'infiltration et à droite le sous-bois en prolongement du plateau

Pour déterminer l'impact des deux zones de la ZRV (plateau et fossé), plusieurs prélèvements ont été effectués. La figure 69 présente la position relative des différents points d'échantillonnage.



Figure

65 : Répartition des points d'échantillonnage à travers la ZRV de « AUTRE 3 »

La figure 70 présente les évolutions qualitatives des paramètres MES, DCO, PO₄, NK et NO₃, mesurés une fois sur des échantillons ponctuels effectués le long de la ZRV.

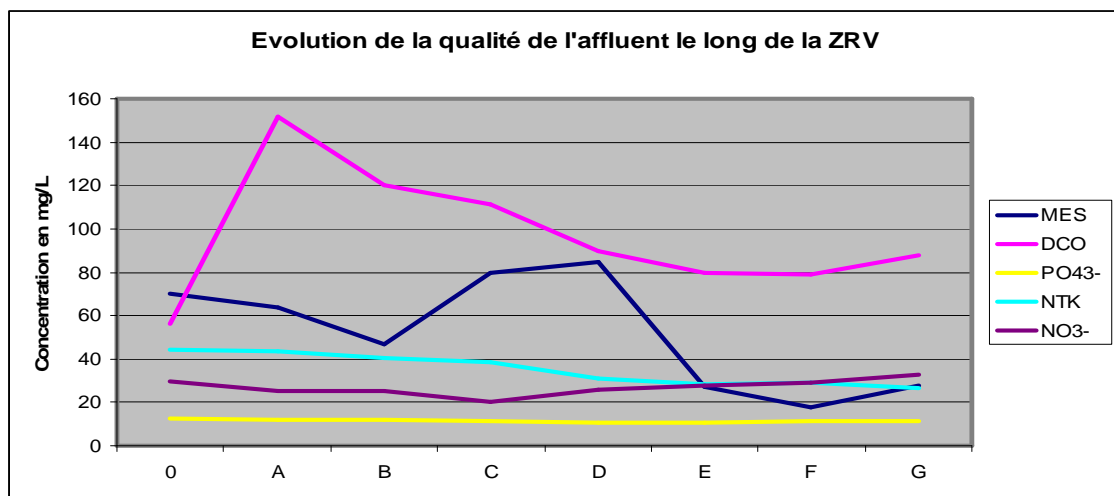


Figure 66 : Evolution qualitative, à partir de mesures ponctuelles de la ZRV « AUTRE 3 »

- Analyse de la situation

De très nombreux dysfonctionnements sont identifiés :

Le plateau d'infiltration correspond dans son principe, à un filtre horizontal délimité par un géotextile. La station d'épuration, en dysfonctionnement, ne fournit pas un rejet de qualité suffisante : les filaments blanchâtres (figure 71) sont caractéristiques d'anaérobiose et de conditions très dégradées. De plus, le géotextile, dont le maillage possède des ouvertures de faibles tailles, conduit naturellement et rapidement à un colmatage, et ce, quelle que soit la qualité des eaux usées traitées amont.



Figure 67 : Rejet de filaments blanchâtres de la station alimentant « AUTRE 3 ». Source Irstea

Le tracé du fossé est totalement naturel et permet à l'eau de rejoindre au plus vite le point bas. C'est pourquoi le fossé suit la plus grande pente et possède un caractère rectiligne.

La présence de matière organique (dépôts noirâtres) sur une grande partie du fossé est symptomatique d'un mauvais fonctionnement de la station et du plateau d'infiltration amont.



Figure 68 : Fossé du sous-bois chargé en matière organique. Source Irstea

- Commentaires / suggestions

La situation de la ZRV est très mauvaise surtout dans sa première partie : non seulement, elle subit le dysfonctionnement amont mais de plus, elle a été conçue pour colmater rapidement du fait de la présence d'un géotextile de protection. Le fossé de la ZRV, dont l'écoulement s'est créé naturellement, amoindrit ces effets négatifs.

Une ZRV ne peut en aucun cas pallier aux défaillances chroniques de la station d'épuration.

Site « AUTRE 4 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Boues activées	1981	6000 EH	900 m ³ /jour.	?	?

- Zone de rejet végétalisée**

Type		Décapage du sol en place et ajout d'une couche drainante
Végétation		Massettes et roseaux plantés
Dimension		1200 m ² en « U » (emprise totale 2100 m ²) ; Volume : 450 m ³
Nature de l'affluent		Effluents de la STATION + déversoir d'orage
Distribution de l'affluent		Ponctuelle <i>via</i> une canalisation issue de la STATION en amont
Autres aménagements		Voie d'accès centrale, enrochement bétonné sous le collecteur de rejet pour limiter l'érosion des sols
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	640 mm/jour (Avec un temps de séjour moyen de 12h)
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise de la ZRV		0,24 m ² /EH et 0,35 m²/EH en emprise totale
Objectif		Rétention MES et lissage du flux
Date de la visite		Avril 2008 (mise en service ZRV 2006)

Le fond du bassin repose sur une couche de 20 à 30 cm d'argile, d'une perméabilité de l'ordre de 10⁻⁸ m/s. Une couche drainante recouvre l'argile dans le fond du bassin (Figure 73).

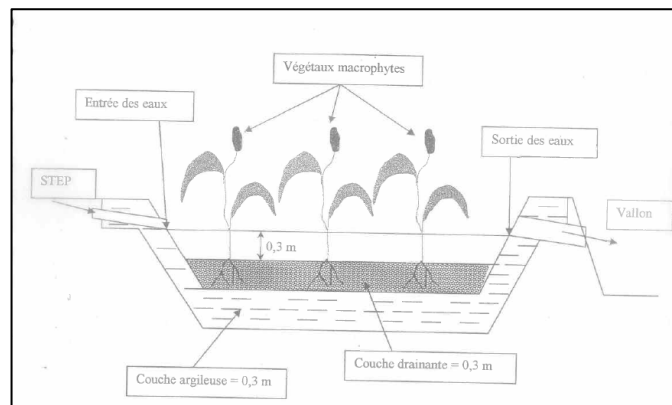


Figure 69 : Schéma de coupe de la ZRV. Source ARPE

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

Le bassin se comble progressivement. En effet, l'accumulation de boues et de biomasse végétale morte (Figures 74 à 76) contribue à envahir cette zone rapidement. Après 2 ans de fonctionnement, la situation est très dégradée.



Figure 70 : Affleurement de boues à l'entrée de « AUTRE 4 ». Source Irstea



Figure 71 : Accumulation de végétaux morts au sein de « AUTRE 4 ». Source Irstea



Figure 72 : Talus central étroit. Source Irstea

La ZRV est encadrée dans le peu d'espace disponible. Le talus central aurait pu permettre l'accès aux engins de curage s'il avait été plus large.

- Commentaires / suggestions

La ZRV retient bien les dépôts accidentels des boues : En ce sens, elle remplit pleinement son rôle. Néanmoins, si l'objectif est de retenir les MES, la conception de l'ouvrage reste étrange : la couche de gravier est un obstacle au curage. Cette couche drainante est d'autant plus inutile que la ZRV est située sur une couche d'argile avec une perméabilité de 10^{-8} m/s.

La situation de cette zone est néanmoins très préoccupante. Il est essentiel d'exporter boues et végétaux pour maintenir le système en conditions aérobies. Les voies d'accès sont difficilement carrossables et des aménagements sont à prévoir.

Site « AUTRE 5 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Boues activées	1990	2000 EH	300 m ³ /jour.	?	?

- Zone de rejet végétalisée**

Type		Bassin imperméabilisé
Végétation		Indéterminée
Dimension		1100 m ²
Nature de l'affluent		Effluents traités de la STATION amont + Déversoir d'orage
Distribution de l'affluent		En un point <i>via</i> une canalisation issue de la STATION en amont
Autres aménagements		Géomembrane
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	270 mm/jour
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise (en m ² /EH)		0,55
Objectif		Rétention MES et lissage du flux
Date de la visite		Avril 2008

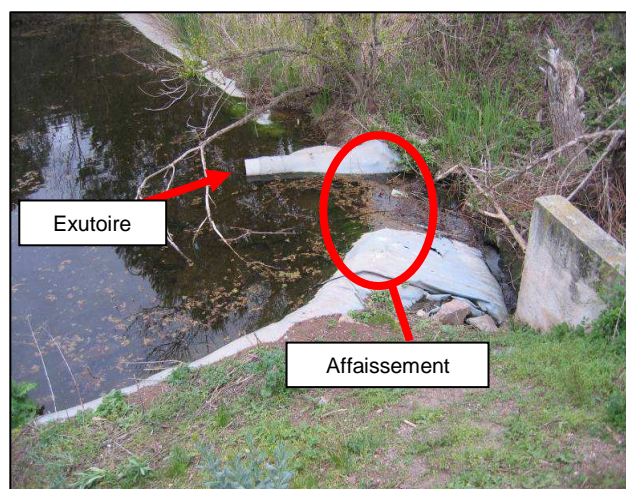
Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.

Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

Le bassin est complètement désaffecté. L'entretien est manifestement inexistant (mauvaises herbes, branchages, ...). La géomembrane est percée à plusieurs endroits par des arbres et arbustes (Figure 77a). L'exutoire est complètement court-circuité par un affaissement (Figure 77b).

Le bassin présente une forte teneur en boue que ce soit dans le fond ou flottantes en surface.



Figures 73a et b : Arbre poussant à travers la géomembrane, Affaissement localisé de « AUTRE 5 ». Source Irstea

- Commentaires / suggestions

Le rôle de rétention des MES est bien rempli par le bassin qui en est comblé. Le curage de cette zone n'a peut-être jamais été réalisé. C'est pourquoi son efficacité, en terme de qualité du rejet, est soit réduite à néant, soit négative.

Une réhabilitation du site devrait être étudiée. Le maintien de la géomembrane est à étudier en fonction des risques évalués par une étude de sol, tout particulièrement vis à vis de la proximité du point de prélèvement d'eau potable. Une rampe d'accès serait à créer dans un ouvrage sans géomembrane dont les pentes végétalisées seraient plus douces. Si la géomembrane est maintenue, l'évacuation des dépôts devra faire appel à des engins non destructeurs de cette membrane.

Site « AUTRE 6 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Boues activées	Après 2004	2300 EH	?	?	?

- Zone de rejet végétalisée**

Type	2 bassins de lagunage réhabilités en série + FPR_h en sortie	
Végétation	Roseaux plantés	
Dimension	1 ^{er} bassin : 4300 m ² ; 2 ^{ème} bassin : 2000 m ² ; FPR _h : 1600 m ² .	
Nature de l'affluent	Effluent traité par la station + DO	
Distribution de l'affluent	En un point via une canalisation issue de la STATION	
Autres aménagements	Massif filtrant entre le 2 ^{ème} bassin et le FPR _h + bâches d'aspiration des lentilles d'eau.	
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	Inconnue
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise totale (en m ² /EH)	3,4	
Objectif	Inconnu	
Date de la visite	2008	

Il n'existe pas de données permettant de caractériser le sol et son sous-sol.
Il n'existe pas de données permettant de caractériser l'impact de la ZRV sur l'affluent.

- Analyse de la situation

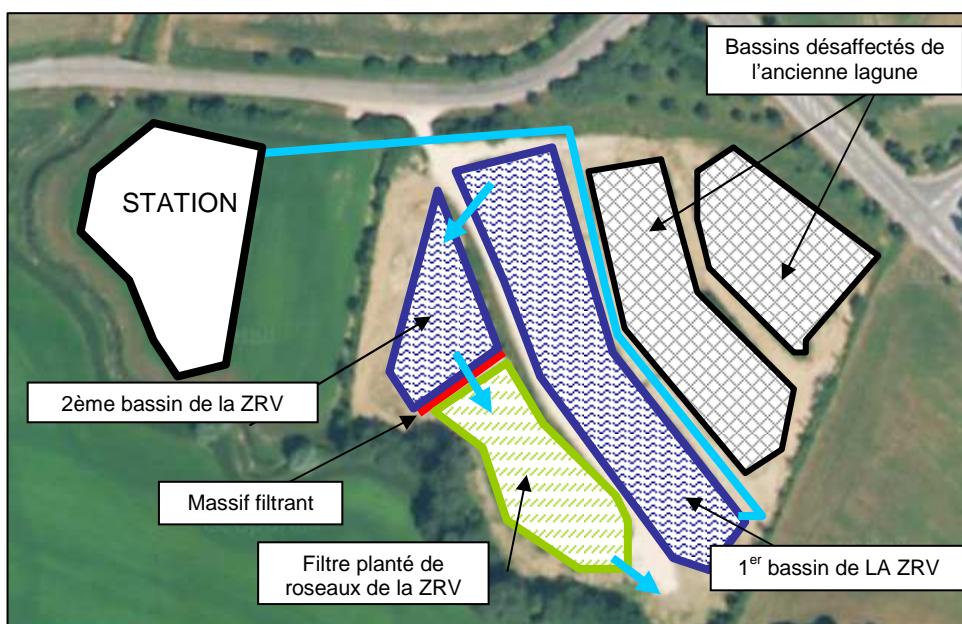


Figure 74 : Vue aérienne de « AUTRE 6 » Photo : GEOPORTAIL

Il s'agit d'un ancien lagunage naturel réhabilité où 2 bassins sur 4 sont utilisés.



Figure 75 : Espèce végétale présente au fond de 1^{er} bassin de « AUTRE 6 ». Source Irstea



Figure 76 : Invasion de lentilles d'eau sur le bassin 2 de « AUTRE 6 ». Source Irstea

Dans le premier bassin, l'eau est très transparente et la végétation submergée s'y développe facilement (Figure 79).

Le second bassin est envahi de lentilles d'eau recouvrant toute la surface laissée libre par les roseaux se développant naturellement (Figure 80).

- Commentaires / suggestions

Le développement des lentilles nuit à l'oxygénation naturelle du milieu. Ce bassin est protégé du vent ; c'est pourquoi leur développement couvre la totalité de la surface. La mise en place d'îles à canards pourrait limiter la prolifération des lentilles d'eau.

L'introduction des excédents de déversoir d'orage est en lien avec l'emprise au sol relativement importante d'une telle ZRV (3,4 m²/EH).

Cette ZRV semble générer de contraintes non évaluées lors de son aménagement, pour un résultat qui n'est pas quantifié.

Site « AUTRE 7 »

- Données techniques du site

- Station de traitement des eaux usées**

Type	Mise en service	Capacité	Débit journalier	Débit de pointe	Réseau
Boues activées	Octobre 2007	1950 EH	900 m ³ /jour.	?	Unitaire

Données épuratoires de la station :

Tableau 31 : Charges moyennes (7 bilans 24h 2008) en entrée et en sortie de la STATION alimentant « AUTRE 7 »

En kg/jour	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt	Taux de charge en %	
Entrée	54,2	146,3	84,9	16,4	1,33	0,024	12,5	2,134	organique	hydraulique
Sortie	1,9	8,1	2,8	2,8	0,008	0,565	3,469	0,487	50	42

- Zone de rejet végétalisée**

Type		Filtre planté de roseaux horizontal (Figure 81)
Végétation		Roseaux plantés
Dimension		600 m ²
Nature de l'affluent		Effluents traités de la station amont
Distribution de l'affluent		En un point
Autres aménagements		Géotextile semi perméable au fond du bassin
Lame d'eau théorique apportée	au débit moyen	1,5m/jour
	au débit de pointe	Inconnue
Emprise (en m ² /EH)		0,3
Objectif		Inconnu
Date de la visite		2008

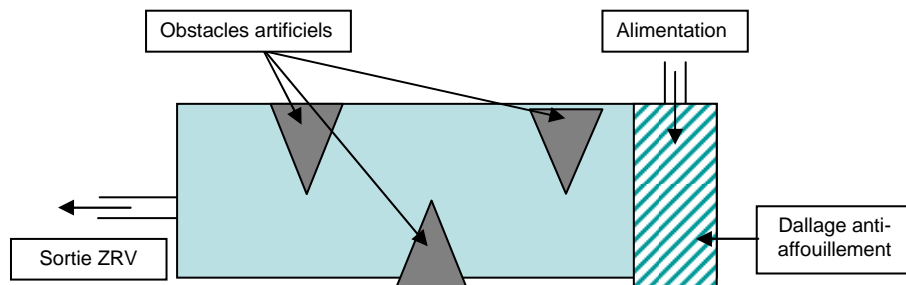


Figure 77 : Schéma fonctionnel de la ZRV « AUTRE 7 »



Figure 78 : ZRV « AUTRE 7 ». Source Irstea

Le sol est relativement peu argileux.

Des prélèvements ont été effectués en 2008 (Tableau 23) et en juin 2011 (Tableau 32).

Tableau 32 : Evolution des concentrations (5 bilans 24h - 2008) au sein de « AUTRE 7 »

En mg/L	DBO ₅	DCO	MES	NK	NH ₄	NO ₃	NGL	Pt
Entrée ZRV	5	18,4	6,6	7,8	4,6	1,45	9,614	1,34
Sortie ZRV	5	21,2	5	6,4	3,8	1,79	8,548	1,22

Tableau 33 : Evolution des concentrations (prélèvements ponctuels - 2011) au sein de « AUTRE 7 »

	DBO ₅	DCO	MES	NK	Pt
Entrée ZRV en mg/L	4,5	31,4	6,9	5,6	0,37
Sortie ZRV en mg/L	2,1	25,1	2	4,6	0,39
Rendements ZRV en %	53	20	71	18	-5

- Analyse de la situation

Lors de la visite de 2008, la station avait à traiter un effluent particulier. Effectivement, un incendie s'est récemment produit sur la commune. Le réseau étant de type unitaire, les eaux d'extinction chargées de cendres ont rejoint l'ouvrage de traitement. De très fines particules n'ont pas pu être retenues par le clarificateur mais l'ont été dans cette ZRV qui avait rempli, au moins partiellement, son rôle de rétention des cendres (Figures 83a et 83b).



Figure 79a et b : Cendres retenues en surface de « AUTRE 7 ». Source Irstea

- Commentaires / suggestions

Le bassin remplit le rôle attendu de rétention des MES. Même avec une emprise assez faible, les résultats épuratoires de la ZRV sont non négligeables. Les prélèvements ponctuels effectués en juin 2011, c'est à dire après 3 ans de fonctionnement, confirment cette appréciation.

Pourtant, le but de cette ZRV étant la rétention des MES, on peut se questionner sur le choix de la filière retenue. A terme, les MES venant enrichir le filtre, un colmatage est à craindre. Un simple bassin, au fond facilement accessible pour le curage aurait probablement une durée de vie plus grande.

Pour retarder le plus longtemps possible cette situation de colmatage, un enlèvement annuel des parties aériennes de végétaux est à mettre en place.

Onema
Hall C – Le Nadar
5 square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.onema.fr

Irstea
Parc de Tourvoie
BP 44,
92163 Antony cedex
01 40 96 61 21
www.irstea.fr