

Filtres plantés de roseaux pour le traitement d'effluents d'atelier fermier : exemples d'applications et retour d'expérience

■ L. BATAILLON¹, N. ALVAREZ¹, B. COURTIADÉ¹

Mots-clés : ateliers fermiers (charcutiers et fromagers), filtre planté de roseaux, effluents, traitement conjoint, campagnes de mesures, performances épuratoires, retour d'expérience

Keywords: small processing plant (cheese maker and pork butcher), planted filters of reeds, effluents, joint treatment, measurement campaign, purification efficiency, feedbacks

Introduction

Les ateliers fermiers d'agrotransformation sont confrontés, comme toute entreprise agroalimentaire, à la problématique environnementale et ses obligations réglementaires relatives à la gestion de l'eau, au traitement des effluents et à la gestion des déchets. Les dispositifs généralement préconisés étaient fondés sur les techniques utilisées en assainissement autonome pour les maisons d'habitation individuelles qui se révélaient très vite obsolètes pour ce type d'effluent, notamment à cause du colmatage.

Depuis 2005, la plateforme technologique (PFT) GH₂O de l'établissement agro-environnemental du Tarn accompagne ces « très petites entreprises » (TPE) dans ce domaine en lien avec les interlocuteurs locaux. L'objectif principal de la PFT est de proposer des solutions efficaces et « rustiques » adaptées au contexte, simples à mettre en œuvre et à entretenir. Cet accompagnement, concrétisé par la préconisation de systèmes de traitement, est réalisé en partenariat avec les équipementiers-constructeurs de proximité et en accord avec les autorités de contrôle.

Cela s'est traduit notamment par la mise en place de différentes filières de traitement d'effluents fermiers de fromagerie et de transformation de viande fonctionnant toutes avec un filtre planté de roseaux

(FPR). Cette technologie a été choisie pour cinq raisons principales : surface d'implantation relativement faible, coût d'installation modéré, facilité d'entretien, peu de nuisances olfactives et bonne intégration paysagère. Les filières de traitement ont été conçues en adaptant ce type de technologie aux divers types d'effluents à traiter.

Trois de ces filières ont été installées sur des ateliers fermiers. Elles traitent différents types d'effluents : élevage, transformation et eaux usées domestiques. Les performances épuratoires de chaque filière et leur pérennité sont évaluées dans cet article. Il aborde par ailleurs les difficultés rencontrées et les choix réalisés relatifs aux bases de dimensionnement face à l'absence de référence dans ce domaine, ainsi que les points de vigilance à considérer, spécifiques au prétraitement des effluents de transformation.

1. Contexte des filières étudiées : activité des ateliers et origine des effluents à traiter

1.1. Atelier fromager caprin (AFC)

Cet atelier appartient à Lydie Hallet, éleveuse caprin à Réalmont dans le Tarn. L'élevage compte 130 chèvres et la production s'élève à 60 000 L de lait par an environ, dont un quart est transformé en fromage et yaourt. La filière de traitement permet de traiter : les eaux usées domestiques (habitation et chambres d'hôtes), les eaux blanches de la salle de traite (nettoyage de la machine à traire et du tank à lait) et de

¹ Plateforme technologique GH₂O de gestion de l'eau et des déchets - Établissement agro-environnemental du Tarn - Site d'Albi-Fontlabour - Route de Toulouse - 81000 Albi. Courriel : pft.gh2o@educagri.fr

la transformation (nettoyage de l'atelier et des ustensiles) [PUJOS, 2005].

1.2. Atelier charcutier (ACH)

Cet atelier d'agrotransformation de porcs (découpe, préparation, cuissons, salaisons, conserverie...) a été créé en 2006 par Elian et Marie-Paule Dobrosielski à Massac-Séran dans le Tarn sur leur exploitation agricole. L'activité initiale de six porcs/semaine a atteint 18 porcs/semaine en 2015. Le filtre planté de roseaux traite les effluents de l'atelier en mélange avec les eaux usées domestiques [SYMAK, 2005].

1.3. Atelier fromager ovin (AFO)

Cet atelier est celui d'Emmanuel Valayé, éleveur ovin-lait à Arvieu dans l'Aveyron. Le cheptel s'élève à environ 200 brebis. Le système mis en place traite les eaux usées domestiques, les effluents de traite et les effluents fromagers (sauf lactosérum) [ALVAREZ, 2010]. En 2014, l'activité de transformation est encore faible, la quantité de lait transformé représentant environ 3 % de la production totale.

2. Les filières de traitement installées

Les traitements mis en place sont de type filtre planté de roseaux à écoulement vertical à un étage ou deux étages pour la filière AFO. Les schémas et photos de chaque filière sont présentés en *annexe 1* et les bases de dimensionnement en *annexe 2*. Le dimensionnement des filières AFC et ACH a été réalisé par la PFT GH2O [PUJOS, 2005 ; SYMAK, 2005], celui de la filière AFO par la société Epurscop [EPURSCOP, 2010].

2.1. Composition des dispositifs

Les dispositifs sont composés de différents ouvrages mis en série et assurant des fonctions de prétraitement, de traitement principal et de finition. Le prétraitement commence dès l'atelier, une gestion à la source des effluents et des déchets permet de réduire les charges polluantes à traiter et d'éviter le colmatage des ouvrages de traitement à l'aval.

Toutes les filières sont ensuite constituées d'une fosse toutes eaux, qui permet de décanter les matières solides en suspension et de lisser les variations de pH importantes généralement rencontrées pour les effluents d'élevage et de transformation. Pour les

effluents les plus chargés en matières grasses (ici pour la filière charcutière ACH), un dégraisseur est installé en amont de la fosse toutes eaux.

Les boues primaires et les graisses retenues dans ces ouvrages de prétraitement sont vidangées par un prestataire local puis évacuées vers une filière spécialisée. Le traitement est réalisé par un filtre planté de roseaux (*figure 1*). Ce procédé, qui est utilisé et reconnu pour le traitement des eaux usées domestiques, a fait l'objet de nombreuses publications [MOLLE *et al.*, 2004 ; BOUTIN *et al.*, 2014, ONEMA]. Il est également utilisé pour le traitement des effluents d'élevage [MÉNARD *et al.*, 2007]. L'alimentation gravitaire des filtres est assurée par un système de siphon autoamorçant, afin de répartir l'effluent sur la totalité de la surface du filtre.



Figure 1. Filtre planté de roseaux – Filière atelier charcutier (ACH)

Une zone de traitement de finition végétalisée (fossé enherbé ou parcours de dissipation) a été mise en place sur les trois installations, conformément au cahier des charges de la filière de type filtre planté de roseaux à un étage validée en élevage ovin-lait, proposé par le parc naturel régional des Grands Causses [DANNEVILLE *et al.*, 2006].



Figure 2. Parcours de dissipation – Filière atelier fromager ovin (AFO)

2.2. Dimensionnement

Les filières ont été dimensionnées selon trois méthodes différentes : le dimensionnement de la filière AFC repose sur le calcul de la demande globale en oxygène DGO ($DGO = DCO + 4,5 * NTK$), d'après les préconisations de l'institut de l'élevage [MÉNARD *et al.*, 2007]. Les filières ACH et AFO ont été dimensionnées en fonction du nombre d'équivalent-habitant (EH) en se basant sur la charge organique. Les prévisions d'augmentation d'activité ont été prises en compte pour ces filières : projet de location de chambre d'hôte (AFC et AFO), augmentation de l'activité de transformation (AFC et ACH) ou démarrage de celle-ci (AFO).

3. Cadre réglementaire des systèmes de traitement

La réglementation actuelle fixe les prescriptions relatives au traitement d'effluents domestiques (arrêté du 22 juin 2007 remplacé par l'arrêté du 21 juillet 2015), et aux effluents d'élevage et de transformation (RSD ou ICPE). En revanche, il n'existe pas de cadre réglementaire relatif au traitement conjoint de ces différentes eaux usées.

Dans l'attente d'une simplification des démarches administratives et d'une évolution de la réglementation, les auteurs de l'article TSM de juillet 2014 [BOUTIN *et al.*, 2014] ont proposé les conditions de mise en œuvre du traitement conjoint d'un point de vue technique et réglementaire. Si le mélange est constitué majoritairement d'effluents d'élevage (> 50 % de la charge organique), il est proposé « d'utiliser les filières d'épuration du domaine agricole reconnues réglementairement et techniquement », avec la nécessité de prétraiter les effluents domestiques, par fosse toutes eaux en général, avant un raccordement au traitement conjoint. Le SPANC reste alors responsable de la partie prétraitement des effluents domestiques, alors que le traitement conjoint relève de la réglementation agricole. Dans le cas contraire (si les effluents domestiques représentent plus de 50 % du mélange en charge organique), le traitement conjoint est soit exclu soit autorisé sous réserve d'une justification du dimensionnement spécifique au mélange traité. En ce qui

concerne les effluents de transformation, l'article indique qu'ils peuvent avoir le statut d'effluents « peu chargés » si leur composition le permet (charge organique et azotée notamment). Un modèle de convention entre la collectivité responsable de l'assainissement non collectif et l'agriculteur a été proposé par les auteurs afin de « contractualiser un certain nombre de points comme la fixation des prescriptions techniques [...], les motifs de suppression éventuelle de l'autorisation [de raccordement à la station d'épuration agricole] [...] et les obligations de chaque partie [...] ».

4. Évaluation de l'efficacité des dispositifs de traitement

4.1. Matériel et méthodes

4.1.1. Entretien des filières étudiées

Les filières de traitement installées sont entretenues par leur propriétaire selon les recommandations de la PFT GH₂O données dans le cadre d'une formation. Aucun dysfonctionnement n'est apparu dans ces conditions d'entretien et notamment aucun colmatage des filtres.

4.1.2. Bilan pollution

L'analyse des effluents en entrée et en sortie de filières a comporté une campagne de débitmétrie (débitmètre Sigma 950, Hydreka), en sortie de filtre, et une campagne de prélèvements d'échantillons à des fins d'analyses physico-chimiques (préleveur Vigilant ou Sigma, asservi au temps en entrée de filière et au débit en sortie) sur des durées de 2 h à 24 h.

Les échantillons conservés à 4 °C ont été analysés au laboratoire départemental d'analyses (LDA) du Tarn ainsi qu'au laboratoire des eaux de la PFT GH₂O.

Le pH (sonde Sentix 41, enregistreur pH 197i, WTW), la conductivité (sonde Tetra-Con 325, enregistreur Cond 197i, WTW), ainsi que la température ont été mesurés et enregistrés en continu en entrée et en sortie de filières à des fins de contrôle.

Les points de prélèvements en entrée et en sortie de filière sont présentés en *annexe 1*. Lorsque le prélèvement d'entrée est réalisé uniquement sur les effluents de l'atelier (filières ACH et AFO), les rendements épuratoires de la filière globale sont calculés en ajoutant les flux de pollution estimés apportés par

les eaux usées domestiques (EUD) selon les caractéristiques d'un équivalent-habitant (EH) : flux de pollution égaux à 60 g DBO₅/j (directive du 21 mai 1991), 120 g DCO/j, 60 g MES/j, 15 g NTK/j et volume journalier égal à 120 L/jour. Les volumes journaliers domestiques de l'atelier AFO ont pu être mesurés plus précisément à l'aide du compteur d'alimentation en eau potable.

4.2. Résultats

4.2.1. Caractéristiques des effluents à traiter

Le tableau I donne les résultats des analyses réalisées en entrée des trois filières de 2006 à 2015 [ALVAREZ, 2007 ; ALVAREZ, 2011 et 2012 ; ALVAREZ et PUJOS, 2007 ; ALVAREZ et PUJOS, 2009].

Le volume variable des effluents mesuré au cours des bilans s'explique par des différences d'activité, qui se traduisent également par d'importantes variations des paramètres pollutions.

Les variations et les niveaux de concentrations en entrée de l'atelier viande ACH sont globalement les plus élevés.

Pour l'atelier AFO, la DCO moyenne est relativement faible par comparaison aux valeurs voisines de 2 900 mg/L généralement rencontrées pour les effluents laitiers [MÉNARD *et al.*, 2007 ; KOCH, 2005], et s'explique par la maîtrise des pollutions à la source. Les valeurs encore plus faibles mesurées pour la filière AFC sont liées à une dilution des effluents par les eaux usées domestiques.

Les rapports DCO/DBO₅ moyens compris entre 1,6 et 2,5 confirment une bonne biodégradabilité des effluents à traiter.

4.2.2. Caractéristiques des rejets

Les concentrations de sortie des trois filières pour les paramètres carbonés (DCO et DBO₅), les MES, les formes azotées, le phosphore et les SEC sont présentées dans le tableau V de l'annexe 3.

Objet	Volume (L)	Concentration (mg/L)						DCO/DBO ₅
		DCO	DBO ₅	MES	NTK	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	
Filière AFC (7 mesures) - Inclut les EUD (entre 3 et 6 EH estimé)								
Moyenne mélange	1 785	1 000	667	274	74	46	5	1,6
(Min-Max) mélange	(860-2 460)	(390-1 435)	(166-1 305)	(118-400)	(38-110)	(6-68)	(0-8,6)	(1-2,3)
Filière ACH (5 mesures)- Estimation nombre EH domestiques apportés pour le mélange : 2 à 5 EH								
Moyenne atelier ⁽¹⁾	1 100	3 265	2 053	352	163	68	7	1,6
(Min-Max) atelier	(510-2 030)	(949-6 130)	(749-3 698)	(49-978)	(47-399)	(18-186)	(0,6-21,8)	(1,3-1,9)
Moyenne mélange ⁽²⁾	1 610	2 469	1 308	422	155	63	2	1,9
(Min-Max) mélange	(1 110-2 270)	(1 444-3 508)	(750-2 064)	(232-720)	(114-251)	(26-119)	(0,6-4,9)	(1,6-2,5)
Filière AFO (2 mesures)- Estimation nombre EH domestiques apportés pour le mélange : 7 EH								
Moyenne atelier	331	1 827	778	527	60	5	30	2,5
(Min-Max) atelier	(280-381)	(1 435-2 218)	(530-1 026)	(291-763)	(58-62,5)	(1-8,2)	(19-41,1)	(2,2-2,7)
Moyenne mélange ⁽²⁾	864	1 655	774	679	145	63	11	2,1
(Min-Max) mélange	(814-915)	(1 516-1 795)	(680-869)	(580-778)	(139-150)	(58-67)	(8-14)	(2,1-2,2)

(1) Volumes calculés en écartant les volumes relatifs aux eaux usées domestiques ; (2) concentrations estimées avec prise en compte des eaux usées domestiques.

Tableau I. Caractéristiques des effluents à traiter

4.2.2.1. Paramètres pollution DCO, DBO₅ et MES

Les niveaux de rejets des paramètres de pollution carbonée (DCO et DBO₅) des filières AFC et ACH sont présentés dans les figures 3 et 4.

Les niveaux de DCO et DBO₅ sont généralement plus élevés en filière charcutière. Après 8 ans de fonctionnement des deux filières, les niveaux de rejet pour ces deux paramètres sont identiques, voire inférieurs, aux niveaux observés au cours des deux premières années. Des pics de concentration en DCO et DBO₅ sont observés en période hivernale au cours de la première année de fonctionnement et peuvent s'expliquer par une diminution de l'activité biologique de la biomasse épuratoire provoquée par de faibles températures.

En ce qui concerne la filière AFO, à deux étages et plus récente, les niveaux de DCO (compris entre 127 et 250 mg/L) sont comparables à ceux mesurés en sortie de filière à un étage de traitement en fromagerie caprine et ceux de DBO₅ (compris entre 21 et 85 mg/L) sont plus faibles.

Le tableau II présente les résultats de MES obtenus en sortie des trois filières.

Au démarrage des filières, les valeurs des concentrations de MES en sortie sont de 52 mg/L (AFC), 50 mg/L (ACH) et 41 mg/L (AFO) en moyenne. Les niveaux plus faibles observés en sortie de filière à deux étages de traitement peuvent s'expliquer par la couche de granulats plus fins mise en place sur le deuxième étage de filtration qui permet une rétention plus importante. Après 8 ans de fonctionnement, on observe une diminution des niveaux moyens de MES de 20 % environ pour les filières AFC et ACH.

4.2.2.2. Paramètres azotés

L'évolution des concentrations des différentes formes d'azote présentes dans les rejets de la filière AFC est présentée dans la figure 5.

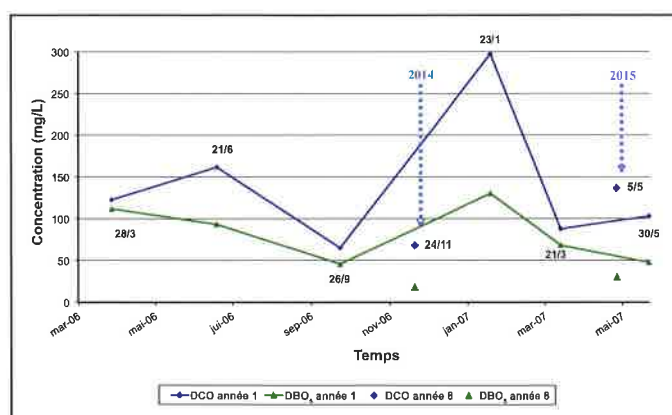


Figure 3. Concentrations de sortie des paramètres DCO et DBO₅ - filière AFC

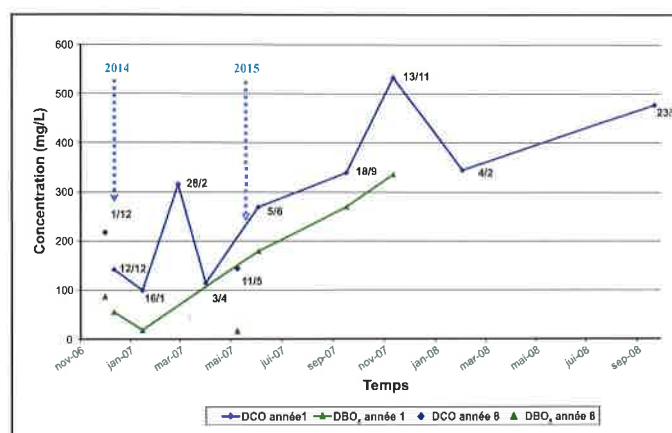


Figure 4. Concentrations de sortie des paramètres DCO et DBO₅ - filière ACH

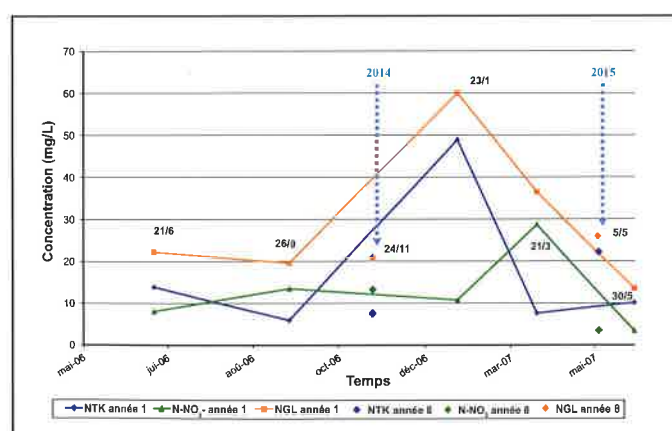


Figure 5. Concentrations de sortie des paramètres azotés - filière AFC

	MES (mg/L)	AFC	ACH	AFO
Démarrage des filières	Moy	52 (6 données)	50 (8 données)	41 (6 données)
	(Min-Max)	(34-96)	(7-116)	(19-90)
Après 8 ans de fonctionnement	Moy	39 (2 données)	38 (2 données)	—
	(Min-Max)	(23-54)	(22-53)	—

Tableau II. Niveaux de rejets moyens, minimum et maximum des MES

Des pics de concentration en azote total sont observés en période hivernale et confirment les performances critiques survenant à cette saison, déjà observées sur les paramètres carbonés. L'évolution des concentrations de rejets en azote est analogue dans la filière charcutière (ACH). Par ailleurs, aucune dérive n'est observée après 8 années de fonctionnement. Les concentrations des paramètres azotés en sortie de la filière plus récente à deux étages (AFO) restent dans les mêmes ordres de grandeur que celles des deux filières précédentes (tableau V de l'annexe 3).

4.2.2.3. Substances extractibles au chloroforme (SEC)

Les résultats des mesures de SEC en sortie de filières lors de la dernière campagne sont présentés dans le tableau V de l'annexe 3. Les concentrations en SEC des rejets sont toujours inférieures à 100 mg/L, ce qui est acceptable étant donné la nature fortement grasseuse des effluents d'ateliers fermiers.

4.2.3. Performances épuratoires

Les rendements épuratoires calculés sur les dernières campagnes de mesures (2014-2015) sont présentés dans le tableau III. Ces rendements sont confrontés aux valeurs de performances épuratoires issues de la

littérature pour le traitement des eaux usées domestiques (EUD), d'une part, et des effluents d'élevage, d'autre part.

Les performances épuratoires des filières étudiées pour les paramètres carbonés sont comprises dans les plages de rendements obtenus sur les filières de traitement d'effluents d'élevage [LELIÈVRE et DANNEVILLE, 2006]. Par comparaison aux performances attendues pour le traitement des EUD, les performances épuratoires sont similaires pour la DBO₅, supérieures pour la DCO et légèrement inférieures pour les MES. Ce dernier résultat peut s'expliquer par l'absence de sable en surface des filtres installés sur les trois filières, contrairement aux filières installées pour le traitement des eaux usées domestiques qui en comportent systématiquement. En effet, le choix de ne pas avoir recours à une couche de sable a été fait par crainte de colmatage lié au passage des effluents de transformation dans le filtre. Pour ce qui concerne le paramètre azoté, les performances épuratoires sont conformes à l'ensemble des références prises en compte pour les deux filières laitières ; la nitrification est plus limitée en filière charcutière.

Paramètre	Performances épuratoires des filières de traitement par filtre planté de roseau (%)						
	2 étages, EUD ⁽¹⁾	2 étages EUD ⁽²⁾	1 étage EUD ⁽²⁾	1 étage eaux blanches ovins ⁽³⁾	Filières de traitement étudiées		
					AFC	ACH	AFO
DBO ₅	90	—	—	78 à 95	93	88	88
DCO	90	91	79	77 à 94	97	93	90
MES	95	95	86	77 à 96	90	81	88
NTK	60 à 90	85	58	65 à 90	84	40	69

(1) [AEAG, 2001] ; (2) [Molle et al., 2004] ; (3) [Lelièvre et DANNEVILLE, 2006].

Tableau III. Comparaison des performances des filières aux valeurs de référence en DCO, DBO₅ et MES

Paramètre		ICPE ⁽¹⁾	22 juin 2007	AFC	ACH	AFO
DBO ₅	Conc. (mg/L)	100	35	19 ; 30	17 ; 86	25 ; 56 ; 85
	Rendement (%)	—	60	93	88	88
DCO	Conc. (mg/L)	300	—	68 ; 137	144 ; 218	127 ; 174 ; 232
	Rendement (%)	—	60	97	93	90
MES	Conc. (mg/L)	100	—	23 ; 54	22 ; 53	19 ; 35 ; 48
	Rendement (%)	—	50	90	81	88

(1) Pour les trois filières, les flux journaliers sont largement inférieurs à 100, 30, 15, 50 et 15 kg/jour pour : DCO, DBO₅, MES, azote global et phosphore respectivement.

Tableau IV. Comparaison des performances des filières avec l'arrêté du 2 février 1998 (avec seuils correspondants aux flux journaliers évalués) et à l'arrêté du 22 juin 2007

4.2.4. Conformité réglementaire des systèmes de traitement

Le *tableau IV* permet de comparer les performances récentes des trois filières (2014-2015) aux valeurs réglementaires des ICPE (arrêté du 2 février 1998) et à celles relatives au traitement des eaux usées domestiques (arrêté du 22 juin 2007 en vigueur lors de la mise en service des trois filières et des contrôles réalisés).

En ce qui concerne le cadre réglementaire lié aux effluents des activités d'élevage et de transformation, aucun dépassement n'est observé en 2014-2015. Toutes les filières sont donc conformes par rapport aux seuils de rejet ICPE encadrant ces activités.

Concernant le cadre réglementaire relatif aux eaux usées domestiques, les trois systèmes d'assainissement sont conformes en termes de rendement épuratoire ($> 60\%$ en DCO et DBO_5 et $> 50\%$ en MES). Des dépassements de la valeur de 35 mg/L de DBO_5 sont observés sur les filières AFO et ACH en période hivernale, cependant l'abattement lié à la zone d'infiltration végétalisée qui affine le traitement n'est pas pris en compte. Les trois systèmes restent conformes à cet arrêté puisqu'au moins une des deux exigences (concentration ou rendement) est atteinte pour chaque paramètre.

Le nouvel arrêté du 21 juillet 2015 impose des exigences plus sévères ; globalement, ces exigences sont respectées à l'exception de deux légers dépassements de la concentration réductible de 70 mg/L de DBO_5 . Le traitement de finition tel qu'il est imposé par le cahier des charges du Parc naturel régional du Grand Causse [DANNEVILLE *et al.*, 2006] paraît donc nécessaire pour atteindre les performances exigées.

5. Discussion

La gestion des effluents est difficile à mettre en œuvre pour l'agrotransformateur qui se trouve confronté au choix technique d'un équipement adapté et efficace, à son implantation, à son financement et à sa conformité réglementaire. Les contraintes sont d'autant plus importantes lorsqu'il s'agit de traiter plusieurs types d'effluents, étant donné la multiplication des interlocuteurs et des réglementations en vigueur. Le recours à une filière unique de traitement pour les différents

effluents paraît évident dans ce cas, en raison de l'impact bénéfique du mélange sur le traitement, de la plus grande facilité d'utilisation et de la réduction des coûts pour ces ateliers.

Nous sommes par ailleurs face à une perspective de simplification des démarches grâce à l'évolution de la réglementation en projet à ce jour. En effet, l'intérêt du traitement conjoint d'effluents de même nature (organique) mais d'origines différentes (effluents d'élevage peu chargés et effluents domestiques) a été souligné dans un article récent de TSM [BOUTIN *et al.*, 2014] qui précise les modalités techniques et réglementaires de ce type de traitement. Les trois filières évaluées dans le cadre de cette étude sont des exemples d'application de traitement conjoint puisqu'elles ont vocation à traiter un mélange d'eaux usées domestiques, d'effluents d'élevage peu chargés et d'effluents de transformation. Ces derniers peuvent *a priori* être considérés comme peu chargés également, étant donné leurs caractéristiques : concentration en azote inférieure à $0,8\text{ g/L}$ et concentration en DCO inférieure à 9 g/L [MÉNARD *et al.*, 2007]. Le filtre planté de roseaux étant utilisé, validé et ses performances largement reconnues pour le traitement des effluents de nature organique (eaux usées domestiques [MOLLE *et al.*, 2004 ; BOUTIN *et al.*, 2014, ONEMA], effluents d'élevage peu chargés [MÉNARD *et al.*, 2007], effluents de salle de traite de brebis [DANNEVILLE *et al.*, 2006]), a été choisi pour le traitement d'effluents en mélange sur les trois filières étudiées. Il se distingue d'autres solutions « clé en main », notamment par la possibilité d'autoconstruction qui permet de réduire les coûts de cette filière. L'autoconstruction est souvent intéressante pour les agriculteurs qui disposent d'un savoir-faire technique, d'engins adaptés et d'un accès facilité à différents matériaux. Toutefois, les propriétaires d'atelier doivent être vigilants quant au choix de ces matériaux et des granulats et se référer aux préconisations des cahiers des charges des systèmes de traitement correspondants.

Les difficultés rencontrées pour le dimensionnement de ces filières sont liées à l'estimation des charges polluantes générées par les ateliers de transformation ainsi qu'au choix des règles de dimensionnement à utiliser. Une analyse détaillée préalable de l'activité

future et l'accompagnement à la mise en place de bonnes pratiques de production-nettoyage au travers d'actions de sensibilisation permettent de maîtriser les pollutions liquides et d'estimer plus précisément les caractéristiques des effluents à traiter.

Les règles de dimensionnement des filtres plantés de roseaux sont connues pour les effluents d'élevage peu chargés [MÉNARD *et al.*, 2007] ainsi que pour les effluents domestiques [MOLLE *et al.*, 2004], mais il n'existe pas de référence sur le traitement en mélange d'effluents de transformation, domestiques, voire d'élevage.

Nous avons fait le choix de dimensionner les systèmes d'après les références des effluents domestiques en se basant sur la charge organique pour les filières les plus récentes. Le risque était de surdimensionner la surface des filtres, les effluents d'élevage et de transformation étant généralement caractérisés par des volumes faibles et des concentrations élevées. Cependant, l'ajout régulier d'eaux usées domestiques a permis de diluer et de stabiliser le mélange.

Nous avons également tenu compte de spécificités liées à la transformation par la mise en place d'un dégraisseur en filière charcutière, la récupération de graisse solidifiée en fabrication et la récupération en amont du lactosérum et des laits non commercialisables en filière fromagère compte tenu de leurs trop fortes charges organiques incompatibles avec un traitement par filtre planté.

Conclusion

Les filières de traitement par filtres plantés de roseaux installées sur les trois ateliers fermiers étudiés (fromagerie caprine, fromagerie ovine et charcuterie) sont efficaces et bien adaptées au traitement des effluents de différentes origines et de caractéristiques très variables générés par ce type d'activité. L'évaluation de ces dispositifs au cours du temps a mis en évidence de bonnes performances épuratoires concernant les paramètres carbonés et les MES ainsi qu'une absence de dérive après plus de 8 années de fonctionnement pour les deux filières les plus anciennes. Leur efficacité en matière d'élimination de l'azote est moyenne mais proche des valeurs rencontrées dans la littérature.

Les performances épuratoires des trois filières sont conformes aux prescriptions réglementaires prises comme référence dans le cadre de cette étude (arrêté du 22 juin 2007 et arrêté ICPE du 2 février 1998). Des concentrations plus élevées en sortie de filtre sont toutefois observées en période hivernale. Le traitement de finition (par fossé d'infiltration ou zone de dissipation) mis en place en aval est donc conseillé, il permet également d'éviter le rejet direct en milieu hydraulique superficiel. Par ailleurs, le caractère évolutif de cette filière, par l'extension des filtres ou l'ajout d'un étage, permet d'anticiper les évolutions de la réglementation et/ou l'augmentation de l'activité de ces ateliers fermiers.

Les hypothèses retenues pour l'évaluation des charges polluantes et les critères de dimensionnement choisis ont conduit à de bons résultats en matière d'efficacité des filières de traitement. Une attention particulière doit être apportée à l'entretien des filtres et au prétraitement des effluents de transformation.

Abréviations

EH	Équivalent-habitant
EB	Eaux blanches
EUD	Eaux usées domestiques
EV	Eaux vertes

Paramètres pollution

DBO ₅	Demande biochimique en oxygène à 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
DGO	Demande globale en oxygène
MES	Matières en suspension
NTK	Azote Kjeldahl
SEC	Substances extractibles au chloroforme

Aspects réglementaires :

ICPE	Installations classées pour la protection de l'environnement
RSD	Règlement sanitaire départemental
SPANC	Service public d'assainissement non collectif

Bibliographie

Textes réglementaires

DIRECTIVE n° 91/271 du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires.

ARRÊTÉ du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

ARRÊTÉ du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO₅.

ARRÊTÉ du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO₅.

Références Plateforme technologique GH₂O

ALVAREZ N. (2007) : « Projet : Étude des performances épuratoires d'un filtre à sable planté de roseaux pour le traitement des effluents domestiques et d'atelier de transformation porcin ». Rapport d'intervention PFT GH₂O, 16 p.

ALVAREZ N. (2010) : « Projet : traitement des effluents d'élevage, de fromagerie et domestiques, choix, dimensionnement et localisation d'implantation ». Rapport d'intervention PFT GH₂O, 29 p.

ALVAREZ N. (2011 et 2012) : « Objet : Suivi analytique du dispositif de traitement d'effluents (eaux usées domestiques, eaux blanches de salle de traite) ». 3 rapports de visite PFT GH₂O, 7p, 4p et 4p.

ALVAREZ N., PUJOS N. (2007) : « Projet : Étude des performances épuratoires d'un filtre à sable planté de roseaux pour le traitement des effluents domestiques, des eaux blanches de salle de traite et de la fromagerie caprine ». Rapport d'intervention PFT GH₂O, 14 p.

ALVAREZ N., PUJOS N. (2009) : « Projet : Traitement des effluents d'élevage et domestiques, analyse du système de traitement existant ». Rapport d'intervention PFT GH₂O, 13 p.

PUJOS A., (2005) : Projet : procédé de traitement des effluents domestiques d'élevage caprin et de petites fromageries, choix, dimensionnement et localisation d'implantation ». Rapport d'intervention PFT GH₂O, 17 p.

SYMAK I. (2005) : « Projet : procédé de traitement des effluents domestiques et d'atelier de transformation porcin, choix, dimensionnement et localisation d'implantation ». Rapport d'intervention PFT GH₂O, 12 p.

Références

AGENCE DE L'EAU ADOUR GARONNE (2001) : « Aide au choix des filières de traitement adaptées aux petites collectivités », 57 p.

BOUTIN C., CAQUEL O., DIMASTROMATTEO N., DUMAINE J., FERNANDES G., GERVASI C., *et al.* (2014) : « Ouvrages de traitement par filtre à sable plantés de roseaux ». *Guide d'exploitation*. Onema- Epnac, 30 p.

BOUTIN C., LIEVYN F., POTIER S., MENARD J.-L. (2014) : « L'assainissement des habitations des éleveurs : traitement conjoint de leurs eaux usées domestiques et des effluents d'élevage ». *TSM* ; 7/8 : 63-91.

DANNEVILLE L., LACAZE F., SAVARY P. (2006) : « Dispositif d'épuration pour les eaux blanches des exploitations ovins-lait - Cahier des Charges ». Parc naturel régional des Grands Causses, 20 p.

EPURSCOP (2010) : « Dispositif d'épuration des eaux usées issues d'un élevage ovin, d'une fromagerie et domestiques de 25 EH ». Mémoire technique, 25 p.

KOCH C. (2005) : « Gérer les effluents pour être aux normes ». *Pâtre* ; 523 : 15-27.

LELIEVRE C., DANNEVILLE L., (2006) : « Traitement des eaux blanches en ovin lait : le filtre à sable, un dispositif efficace et homologué ». *Gestion Technique Innovation* ; n° 110 : 20 p.

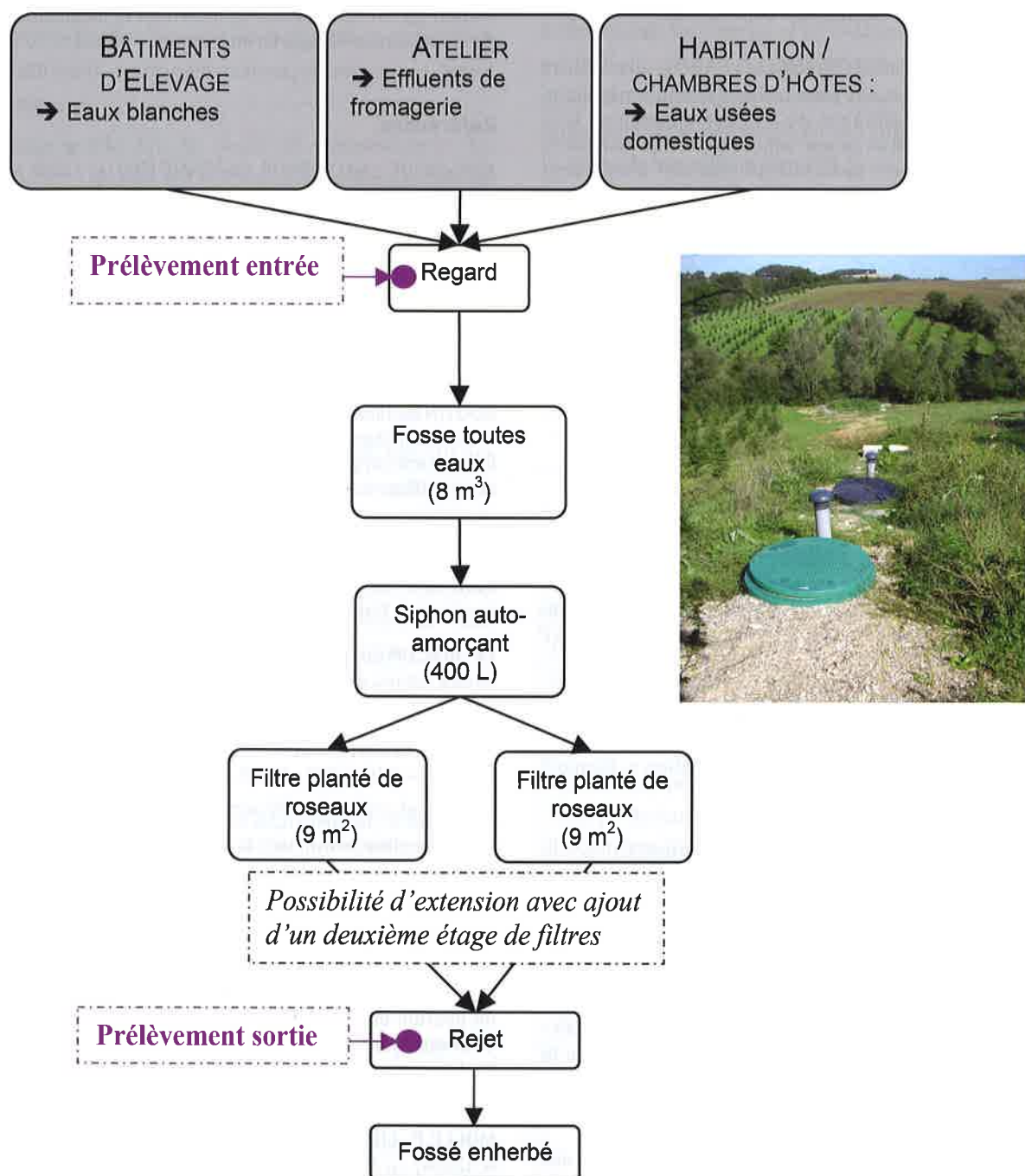
MENARD J.-L., DOLLE J.-B., DUMONTHIER P., GENTIL-HOMME A., HOUDOY D., LE GALL A., *et al.* (2007) : « Les effluents peu chargés en élevage ruminants : Procédés de gestion et de traitements ». Institut de l'élevage, Cemagref de Lyon, chambres d'agriculture, agences de l'eau, ministère de l'Agriculture et de la Pêche, collection synthèse, ISBN 2-84148-154-9, 114 p.

MOLLE P., LIENARD A., BOUTIN C., MERLIN G., IWENA A. (2004) : « Traitement des eaux usées domestiques par marais artificiels : état de l'art et performances de filtres plantés de roseaux en France ». *Ingénieries* ; N° spécial : 23-32.

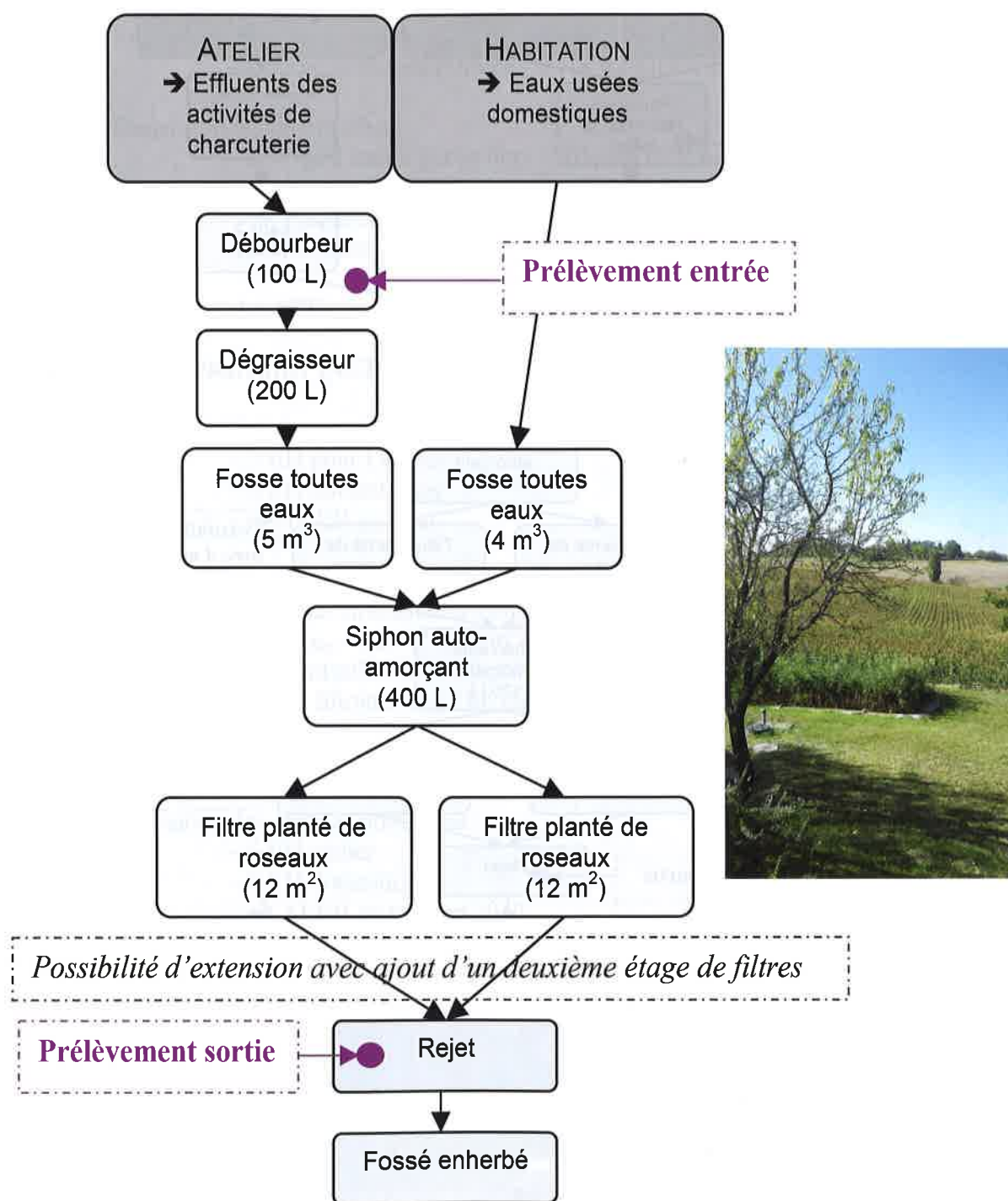
Annexe 1

Schémas des filières de traitements et identification des points de prélèvements

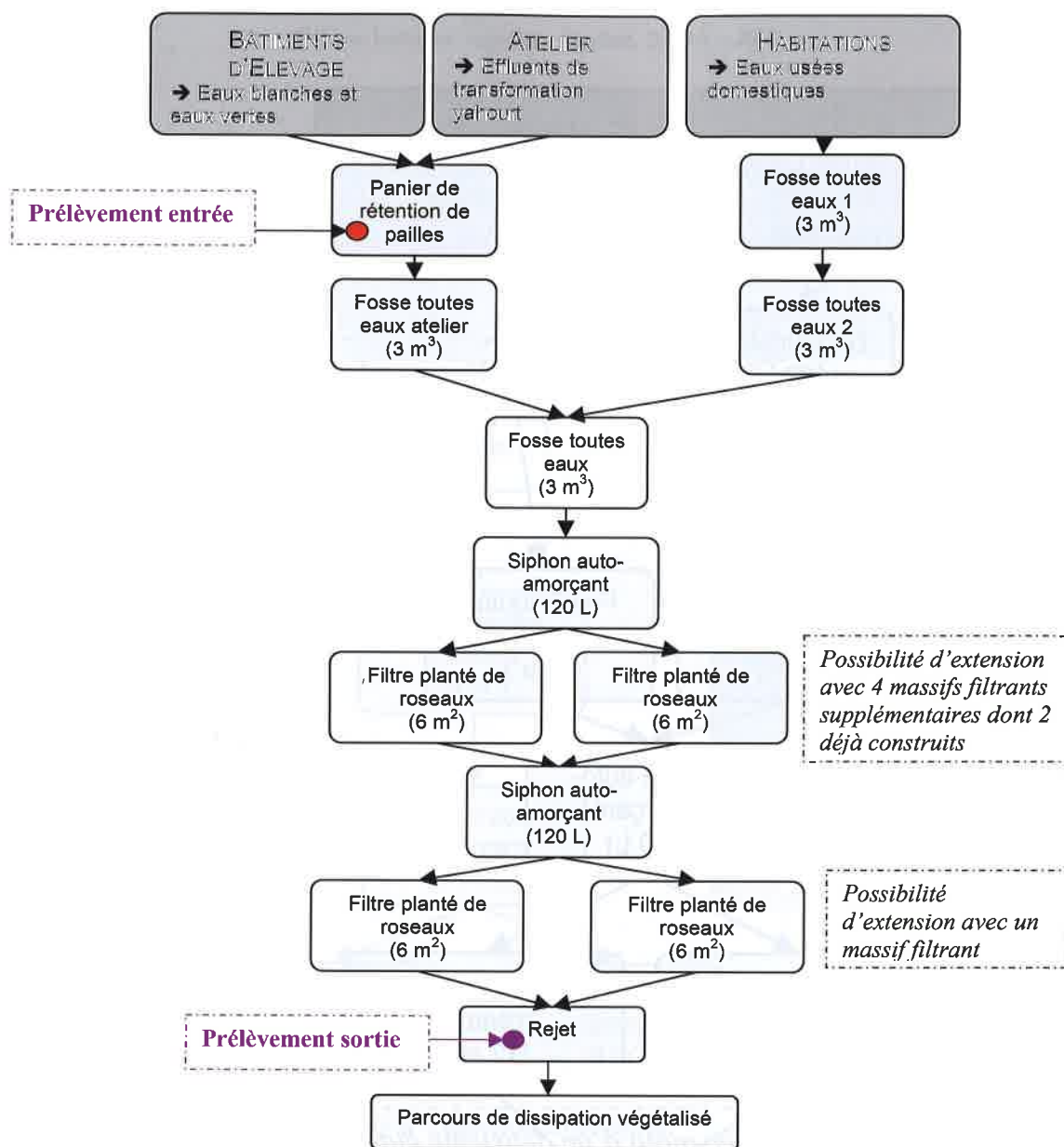
Filière laitière caprine, Hallet, 2006 - AFC



Filière charcutière, Dobrosielski, 2006 - ACH



Filière laitière ovine, Valayé, 2010 - AFO



Annexe 2

Bases de dimensionnement des filières

Filière Atelier fromager caprin (AFC) :

- ✓ Évaluation des charges polluantes :
 - Charge polluante estimée : 1 118 g DGO⁽¹⁾/jour
- ✓ Dimensionnement du filtre
 - Charge à traiter par le filtre = 70 g DGO⁽¹⁾/m²/jour
 - ➔ $S_{\text{Filtre}} = 1\,118/70 = 16 \text{ m}^2$
 - ➔ Préconisation d'un filtre d'une surface totale de 18 m² réparti en deux massifs filtrants de 9 m² chacun.

⁽¹⁾ $DGO = DCO + 4,5 \text{ NTK}$

Filière Atelier charcutier (ACH) :

- ✓ Évaluation des charges polluantes :
 - 7 EH pour l'atelier
 - 5 EH domestiques
 - ➔ 12 EH au total.
- ✓ Dimensionnement du filtre
 - Base de dimensionnement : 2 m²/EH sur un seul étage
 - ➔ $S_{\text{Filtre}} = 12 * 2 = 24 \text{ m}^2$
 - Préconisation d'un filtre d'une surface totale de 24 m² réparti en deux massifs filtrants de 12 m² chacun.

Filière Atelier fromager ovin (AFO)

- ✓ Évaluation des charges polluantes :
 - 5 EH atelier
 - 6 EH domestique
 - ➔ 11 EH au total en 2010
 - 25 EH pour le futur avec prise en compte de l'augmentation d'activité.
- ✓ Dimensionnement du filtre
 - Base de dimensionnement 1^{er} étage : 1 m²/EH
 - ➔ $S_{\text{Filtre}} = 1 * 25 = 25 \text{ m}^2$
 - ➔ Préconisation d'un filtre d'une surface totale de 24 m² réparti en 4 massifs filtrants de 6 m² chacun.
 - Base de dimensionnement 2^e étage : 0,5 m²/EH
 - ➔ $S_{\text{Filtre}} = 0,5 * 25 = 12,5 \text{ m}^2$
 - ➔ Préconisation d'un filtre d'une surface totale de 12 m² réparti en 2 massifs filtrants de 6 m² chacun.

Annexe 3

Tableau récapitulatif de l'ensemble des résultats en sortie de filières

Concentration en sortie de filtres (mg/L)								
Filière	Période	DCO	DBO ₅	MES	NTK	NO ₃ ⁻	P total	SEC
AFC	2006-2007 (6 données sauf NTK)	Moy.	83	52	17 (5 données)	11	-	-
		(Min-Max)	(46-130)	(34-96)	(6-49)	(3-29)	-	-
	2014-2015 (2 données)	Moy.	103	25	39	15	8	11
		(Min-Max)	(19-30)	(23-54)	(7-22)	(4-13)	(10-12)	(28-43)
ACH	2006-2008	Moy.	314 (10 données)	50 (8 données)	83 (6 données)	3 (5 données)	-	-
		(Min-Max)	(100-534)	(7-116)	(67-98)	(0,6-5)	-	-
	2014-2015 (2 données)	Moy.	181	52	38	68	0,5	21,6
		(Min-Max)	(144-218)	(22-53)	(68-69)	(0,3-0,7)	(21,4-21,8)	(22-28)
AFO	2014-2015 (3 données)	Moy.	177	34	43	13	8	52
		(Min-Max)	127-232	19-48	(30-62)	(7-18)	(6-9)	(17-97)

Références : [Alvarez, 2007], [Alvarez, 2011 et 2012], [Alvarez et Pujos, 2007], [Alvarez et Pujos, 2009].
Tableau V. Résultats de l'ensemble des paramètres en sortie des trois filières

Résumé

L. BATAILLON, N. ALVAREZ, B. COURTIADÉ

Filtres plantés de roseaux pour le traitement d'effluents d'atelier fermier : exemples d'applications et retour d'expérience

Cet article aborde la problématique de la gestion des effluents de différentes origines (agrotransformation, élevage, domestique) à laquelle sont confrontés les ateliers fermiers. Le traitement conjoint des eaux usées domestiques et non domestiques (agricoles) est autorisé par la réglementation sous certaines conditions. Boutin et coll., TSM (2014), ont proposé les conditions techniques et réglementaires de mise en œuvre de cette pratique, intéressante pour différentes raisons : simplicité et faible coût lié à l'unicité du traitement et impact bénéfique du mélange des eaux usées sur les performances du traitement. Cet article présente trois applications de traitement conjoint d'effluents par des filières de type filtre planté de roseaux mises en place chez des éleveurs-transformateurs fromagers et charcutiers du Tarn et de l'Aveyron. Les performances des filières installées ont été évaluées au travers de campagnes de bilans pollution, au moment de leur installation et après plusieurs années de fonctionnement. Ces performances épuratoires sont généralement satisfaisantes et proches des valeurs

citées dans la littérature sur ce type de dispositif (filtres plantés de roseaux) pour des effluents d'élevage : abattements moyens supérieurs à 85 % pour les paramètres demande chimique en oxygène (DCO) et demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO5) et supérieurs à 80 % pour les matières en suspension (MES). Les concentrations les plus élevées en sortie de filtre sont mesurées en période hivernale ; le fossé enherbé placé en aval du filtre permet d'affiner le traitement et d'éviter le rejet direct en milieu hydraulique superficiel. Les trois filières sont conformes aux deux réglementations spécifiques aux effluents d'élevage d'une part, et aux eaux usées domestiques, d'autre part. Les filières de traitement installées sont donc adaptées à un traitement en mélange des effluents domestiques et d'atelier fermier et répondent bien aux besoins des petits ateliers d'agrotransformation par leur robustesse, leur simplicité d'entretien, leur coût modéré et leur caractère évolutif leur permettant de s'adapter à des augmentations d'activité sur le long terme.

Abstract

L. BATAILLON, N. ALVAREZ, B. COURTIADÉ

Planted filters of reeds for treating waste water from small processing plant: applications and feedbacks

This article is about the management of waste waters produced from different sources (agri-food processing, breeding, domestic), issue with which farmers are confronted. Joint treatment of domestic and non domestic waste water is permitted by the law under certain conditions. Boutin and al. (TSM, 2014) proposed the technical and legal implementation conditions of this practice, which is interesting for multiple reasons : simplicity and low cost because of the unique treatment, and beneficial impact of the waste water mix on the treatment performances. This article presents three joint treatment applications using the process of planted filter of reeds, installed in farms and small processing plant for meat or cheese, in the departments of Tarn and Aveyron. Performances of these treatment systems have been evaluated through measurement campaign of pollution, at the beginning and after several years of operation. Purification

efficiency is generally satisfying and close to the reference values for this type of system (planted filter of reeds) for effluents of breeding: average purification rates higher than 85% for the parameters of COD and BOD, and higher than 80% for suspended solids (SS). The highest concentrations after the filter are measured in the winter season ; the infiltration ditch placed behind the filter allows the treatment to be refined and prevents a direct release to the shallow water environment. These systems are in conformity with both of the specific laws concerning breeding and domestic wastewater treatment. Therefore installed treatment systems are adapted to a joint treatment of domestic, breeding and agri-food waste water, and respond to the needs of the owners of these small processing plants by their robustness, ease of maintenance, low cost, and their evolving character which allows them to adapt at an increase of the activity.