

Dimensionnement des filtres plantés de roseaux pour des sites à forte variation de charge : exemple des campings

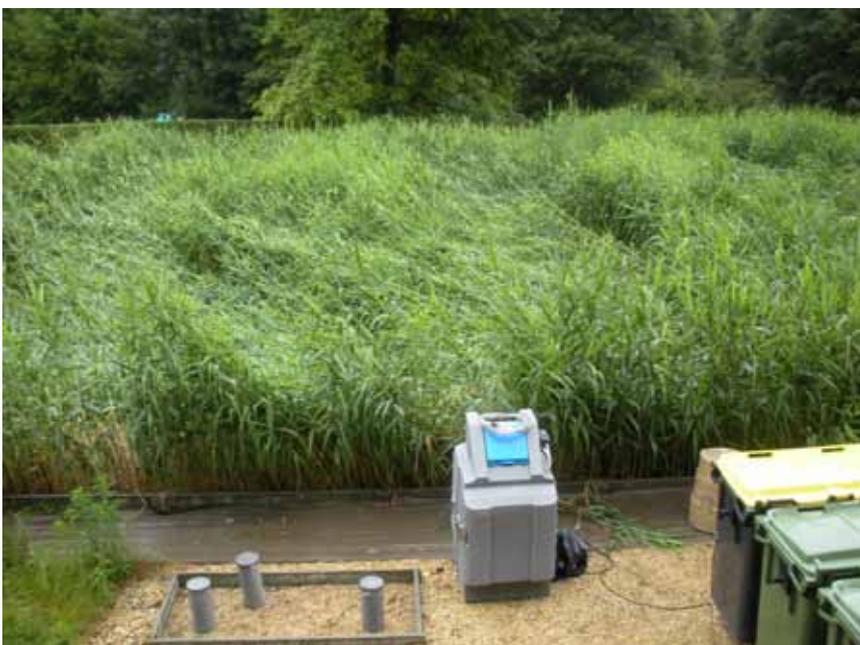
Les campings sont marqués par une extrême saisonnalité. Généralement, la pleine saison se réduit aux deux mois d'été et les installations sont fermées au public en hiver. Pour des raisons économiques évidentes, il semble donc pertinent de rechercher un optimum de dimensionnement tout en répondant aux objectifs de qualité du rejet fixés par la réglementation. C'est ainsi qu'ont été installés, dans le cadre d'une expérimentation, plusieurs filtres plantés de roseaux à écoulement vertical (FPRv) de dimensionnements variés mais qui respectent les règles de l'art de construction classiques recevant des eaux usées brutes, simplement dégrillées.

Recueil de données

Les données sont issues de 4 FPRv recevant la totalité des eaux usées émises par 4 campings situés en Dordogne. Ces campings, de catégorie 3 ou 4 étoiles, ont une emprise de plusieurs hectares. Les campings partenaires de cette étude ont comptabilisé chaque jour le nombre de nuitées acquittées assimilé au nombre de personnes présentes au sein du camping. L'évaluation des charges de pollution émise par campeur (organique et hydraulique) est estimée à partir de la charge entrante sur la station ramenée au nombre de nuitées de la même journée.

Les FPRv ont fait l'objet de 23 bilans de mesures (prélèvements en continu pendant 24 h reconstitués proportionnellement au débit) ; les premiers ont eu lieu dès l'année de mise en service des installations et les derniers en 2009, 2 ans plus tard. Naturellement, ils se sont déroulés majoritairement pendant la pleine saison touristique, quelques-uns seulement à la mi-juin et fin

août. Les efforts ont porté essentiellement sur les sites 1 et 2 du fait de leurs dimensions restreintes. Seuls 2 bilans ont été réalisés sur chacun des sites 3 et 4. Un soin tout particulier a été apporté aux prélèvements d'eaux usées brutes, que l'absence de transformation par un transit rapide en réseau court rend particulièrement délicat. Le choix a porté sur un emplacement adéquat de la crépine de prélèvement associé à des prélèvements syncopés à chaque bâchée. Chaque étage de traitement a été évalué en suivant les paramètres DCO, DBO₅, MES, NK, N-NH₄, N-NO₃, Pt et P-PO₄ selon les méthodes normalisées (AFNOR, 2008). La nitrification est évaluée à partir de l'abattement de la charge en NK. Au site 1, dès la saison 2007, l'enregistrement en continu du fonctionnement des pompes préalablement tarées permet de connaître l'évolution des débits.



Caractéristiques des Eaux usées des campings

Saisonnalité de l'activité « camping » - Sans grande surprise, la fréquentation du camping évaluée à partir des nuitées quotidiennes et la quantité journalière d'eaux usées à traiter sont étroitement liées. Le suivi de 3 années consécutives du site 1, confronté aux analyses de courte durée sur les 3 autres sites, a permis d'élaborer la courbe théorique de l'évolution des débits au cours du temps. Il ressort :

- une absence totale d'eaux usées à traiter entre le 15 octobre et le 1er avril,
- un maximum de fréquentation d'une durée de 5-6 semaines entre le 10 juillet et le 15 août,
- une montée en charge très rapide, en 10 jours début juillet, d'un facteur supérieur à 3,
- la diminution de charge est équivalente pendant les 15 derniers jours d'août.

Ces variations sont relativement drastiques et il convient de s'assurer que les techniques de traitement des eaux usées installées sont aptes, non seulement à supporter les pointes de charges estivales, mais également à démarrer rapidement à la suite de la pause hivernale.

Quantité d'eaux usées émises par l'activité « camping » - Les quantités d'eaux à traiter émises par campeur varient sensiblement d'un camping à l'autre : les moyennes par site varient de 80 L à 110 L/campeur. Les consommations les plus faibles sont obtenues lorsque les sanitaires et les douches sont équipés de systèmes d'économie d'eau (Presto® par exemple). En conclusion, on retient une moyenne journalière de 94 L arrondie à 100 L/campeur, réduite éventuellement à 80 L/campeur si un programme d'économie existe sur tous les points de consommation d'eau potable.

Qualité des eaux usées émises lors de l'activité « camping » - Les concentrations sont plus ou moins homogènes. Les économies d'eau pratiquées sur le site n°1 entraînent des concentrations

plus importantes, et ce pour la totalité des paramètres. Pour les paramètres caractéristiques de la matière organique, les moyennes correspondent à un effluent normalement concentré transitant dans un réseau court. Les eaux sont équilibrées et les ratios moyens en DCO/DBO₅, N-NH₄/NK, DCO/MES respectivement 2.4, 0.8 et 2.3 sont classiques pour une eau domestique. Par contre, les eaux sont très fortement concentrées en azote : la moyenne de 120 mg NK/L est très élevée, soit presque deux fois supérieure à la concentration usuelle estimée à 65 mg NK/L.

		Concentrations (mg/L)					
		DBO ₅	DCO	MES	NK	N-NH ₄	P _t
Moyenne	pondérée sur les 4 sites	355	837	387	117	94	16
Médiane		345	789	362	113	93	15
Maximum	des 23 bilans	680	1 300	740	170	130	33
Minimum		220	529	160	79	51	9
Valeurs retenues		360	840	390	120	95	16

Illustration 1 : Qualité des eaux usées émises lors de l'activité « camping »

Evaluation de la charge polluante émise par un campeur - La moyenne de 32 g DBO₅/j par campeur est très inférieure à la charge organique biodégradable de 60 g/j définie comme un Equivalent Habitant par la Directive Européenne de 1991. Les charges en DCO, MES et P_t continuent de témoigner d'un effluent équilibré de type domestique. En proportion, la charge en azote réduit est importante. Cette valeur concorde précisément avec les besoins physiologiques humains

(Calloway *et al.*, 1971) et les taux d'excrétions (Verbranck *et al.*, 1984). Dans un camping, les repas sont généralement simples et génèrent moins d'eaux ménagères : la matière organique est donc en proportion réduite vis à vis de l'ammonium, véhiculé majoritairement par les urines. Pour certains paramètres, les sites 1 et 2 fournissent des valeurs supérieures à la moyenne. Ainsi, les valeurs retenues comme base pour un dimensionnement futur sont, par sécurité, légèrement réévaluées.

		Pollution journalière émise par un campeur						
		Volume (L)	Pollution (g)					
			DBO ₅	DCO	MES	NK	N-NH ₄	P _t
Moyenne	pondérée sur les 4 sites	94	32	77	36	11	9	1.4
Médiane		91	32	81	37	11	8	1.4
Maximum	des 23 bilans	131	44	117	68	15	12	2.8
Minimum		68	23	47	14	8	5	0.9
Valeurs retenues		100	35	90	40	11	9	1,4

Illustration 2 : Charge polluante équivalente à un campeur

Efficacité globale des 4 FPRv

Les mesures ont eu lieu pendant des périodes de grande fréquentation et expliquent les taux de charges appliqués particulièrement élevés comparés aux taux classiques : plus de 2.5 fois supérieur pour la DCO et plus de 3.5 fois supérieur pour le NK.

Rendements - Dans ces conditions, le traitement de la DCO reste stable (indépendant des caractéristiques des 4 sites et des taux de charges) et très satisfaisant. Le rendement moyen est de 91 %. Pour l'azote, le rendement moyen en NK est évalué à 65 %. On note un décrochement des rendements à partir d'une charge appliquée à la totalité des 2 étages située entre 5 et 7 g NK/m²/j. En dessous de cette valeur, les rendements sont très proches de 100 % et confirment une nitrification complète. Au delà, le niveau de traitement sur le paramètre NK faiblit et montre une forte hétérogénéité.

Qualité des rejets - La qualité des rejets est globalement bonne pendant le pic saisonnier. Ce rejet est très satisfaisant sur les paramètres de pollution carbonée (DBO5 et DCO) et particulaire (MES). De faibles à très faibles concentrations, faiblement dispersées, sont observées pour ces 3 paramètres. Concernant l'azote, les résultats indicateurs de la nitrification sont assez parsemés. Le rejet moyen reste encore concentré en NK (44 mg/L) du fait de la forte concentration initiale des eaux brutes et malgré une moyenne des rendements de 60 %. L'azote organique est entièrement oxydé. La production de nitrates, variable entre 8 et 110 mg N-NO₃/L, atteint une valeur moyenne de 40 mg N NO₃.L⁻¹.

Dès le mois de juin, alors que la station est en nette sous-charge, la qualité du rejet est excellente. Au cours de la saison, une tendance à l'accroissement des concentrations résiduelles en DBO5, DCO et MES est à noter sans nuire significativement à la qualité du rejet qui reste excellente et systématiquement inférieure à 25 mg DBO5/L, 120 mg DCO/L et 45 mg MES/L. L'azote semble plus difficile à traiter durant la pleine saison : la concentration de sortie en ammonium s'accroît sensiblement entre juin et juillet. Une forte production de nitrates en juin témoigne d'une bonne oxygénation des médias filtrants qui diminue ensuite du fait des fortes demandes en oxygène associées à un fonctionnement hydraulique mal optimisé. La nitrification est donc variable au cours de la saison.

	DBO ₅	DCO	MES	NK	N-NH ₄	N-NO ₃	P _t
Moyenne	13	84	20	44	43	41	13
Médiane	11	80	19	47	47	30	11
Maximum	25	120	43	64	63	110	26
Minimum	6	43	9	7	7	8	7
Ecart-type	6	21	9	14	14	30	5
Nombre de valeurs	17	17	17	17	17	17	17

Illustration 3 : Qualité du rejet (mg/L) pendant la pleine saison

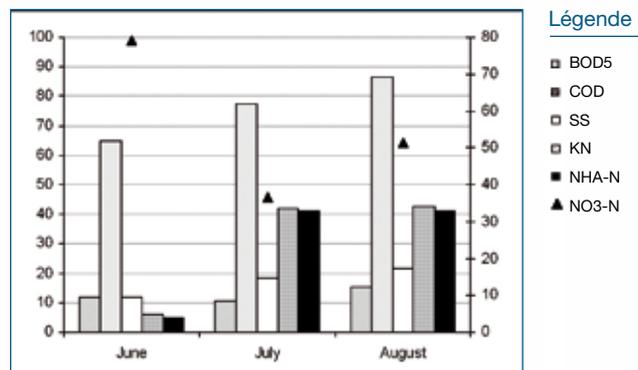


Illustration 4 : Evolution de la qualité du rejet au cours du temps

Propositions de dimensionnement pour les campings

1^{er} étage - La charge mesurée de 200 g DCO/m²/j appliquée à la totalité des filtres du 1^{er} étage constitue un maximum, 2 fois supérieure à la valeur conventionnelle utilisée en traitement d'eaux usées domestiques. Le rendement attendu sur la DCO est de 77 %, celui sur le NK est voisin de 40 %. L'application de telles surcharges momentanées est possible grâce à l'absence d'apport pendant une longue période et à la minéralisation quasi complète des dépôts en surface. Après 3 ans de fonctionnement, la hauteur des dépôts en début de saison n'excède pas 1 cm alors qu'une petite dizaine de cm s'accumule pendant chaque saison touristique.

2^{ème} étage - L'azote est considéré comme le facteur limitant, ainsi que la charge hydraulique appliquée au filtre en fonctionnement. La charge maximale applicable à la totalité du 2^{ème} étage est fixée à 20 g NK/m²/j. La charge hydraulique journalière admissible sur le filtre en fonctionnement est fixée à 66 cm. Le rendement minimum attendu sur le paramètre NK est évalué à 55 % en période de pointe.

	Surface		Charge maximale admissible				
			sur l'étage		sur le filtre en fonctionnement		
	m ² /campeur	étage	total	g/m ² /j	DCO	NK	m/j ou m ³ /m ² /j
1 ^{er} étage	0.15	0.45	200	-	-	-	-
2 ^{ème} étage	0.15	0.30	-	20	-	0.66	-
Total	-	0.75	-	-	-	-	-

Illustration 5 : Dimensionnement des FPRv pour les campings

RÉSUMÉ

Sur la base d'une pollution journalière par campeur équivalente à 35 g DBO₅, 90 g DCO et 11 g NK, il ressort un dimensionnement global à 0.75 m²/campeur. Un tel dimensionnement, sous réserve d'une mise en œuvre selon les règles de l'art établies fournit un rejet d'excellente qualité pour les paramètres DCO, DBO₅ et MES. Par contre, la nitrification est variable selon la saison et devient incomplète l'été : ce dimensionnement conduit à accepter un rejet d'une teneur maximale de 35 mg NK/L pendant la pointe estivale, et ce, malgré un rendement au moins égal à 75 %. Si toutefois les exigences du milieu imposaient un rejet plus strict sur la nitrification cinq semaines par an, il conviendrait d'adapter le dimensionnement en réduisant les charges appliquées et augmentant les surfaces mises en jeu.

	Rendement attendu (%)		Qualité du rejet (mg/L)	
	DCO	NK	DCO	NK
1 ^{er} étage	77	40	-	-
2 ^{eme} étage	60	55	-	-
Total - Rejet	91	> 75	< 80	< 35

Illustration 6 : Performances attendues des FPRv, pour un effluent brut concentré à 840 mg DCO/L et 120-140 mg NK/L

Pour atteindre ces performances, la mise en œuvre doit être conduite dans la plus stricte application des règles de l'art. Il faut insister tout particulièrement sur l'installation d'ouvrages hydrauliques permettant de répartir effectivement les eaux usées sur la totalité de la surface disponible ; le suivi des 4 sites a permis de démontrer cette nécessité. Les consignes d'exploitation restent strictes et doivent respecter scrupuleusement les durées des phases d'alimentation et de repos des filtres : i) pour le 1^{er} étage, 3-4 j d'alimentation / 7 j de repos, et ii) pour le 2^{eme} étage, 3-4 j d'alimentation / 3-4 j de repos. Ce suivi est d'autant plus important en période de forte activité où il est important que le maître d'ouvrage s'engage réellement à un tel rythme de fonctionnement.

En résumé, la filière par FPRv peut répondre au cas particulier du traitement des eaux usées des campings. Le dimensionnement global de 0,75 m²/campeur est possible. Il génère un fonctionnement sous des charges appliquées surfaciques très fortes dont la fiabilité est totalement dépendante à la fois d'une mise en œuvre stricte mais aussi de consignes d'exploitation rigoureuses.

Contacts scientifiques et techniques

Catherine Boutin > catherine.boutin@cemagref.fr

Stéphanie Prost-Boucle > stephanie.prost-boucle@cemagref.fr
Cemagref, UR Milieux Aquatiques, Ecologie et Pollutions (MALY), Lyon

Marc Boucher > m.boucher@dordogne.fr
Conseil Général de la Dordogne, SATESE, Périgueux

Stéphane Garnaud > stephane.garnaud@onema.fr
ONEMA, Direction de l'Action Scientifique et Technique, Vincennes

En savoir plus

BOUTIN C., PROST-BOUCLE S., BOUCHER M., CEMAGREF, SATESE DORDOGNE. 2010. Etudes des filtres plantés de roseaux dimensionnés pour des campings. Rapport final. Convention ONEMA CEMAGREF 2009. 57p + annexes 11p.