

Les 5 principes fondamentaux d'un filtre compact qui dure



Le filtre compact en ANC intègre deux phénomènes au sein d'une même étape de traitement : la filtration physique des particules et la croissance aérobie de microorganismes sur un support sous forme de biofilm.

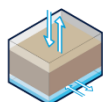
En sortie de fosse toutes-eaux, les eaux à traiter sont distribuées sur la surface du lit filtrant dans lequel elles s'écoulent par gravité et capillarité à travers un réseau de pores. Ce mouvement de l'eau entraîne naturellement l'air nécessaire au traitement biologique. L'eau traitée par le massif filtrant est drainée puis évacuée par infiltration dans le sol ou par rejet à un exutoire.

La conception d'un lit filtrant performant et durable repose sur des paramètres clés : la nature du matériau filtrant (MF), sa porosité initiale ainsi que les taux de charge appliqués déterminent la surface minimale requise du filtre et conditionnent l'oxygénation et l'évolution de sa porosité. L'interdépendance de ces paramètres sur l'atteinte de performances durables complexifie l'analyse. Toutefois, sur la base du retour d'expérience, certains éléments fondamentaux peuvent être précisés :

Les 5 Fondamentaux



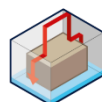
1 Répartir
les eaux efficacement
sur lit filtrant $\geq 0,5 \text{ m}^2/\text{EH}$



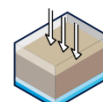
2 Équilibrer
les pressions
gazeuses



3 Drainer
le filtre et évacuer
au milieu récepteur



4 Interdire
les courts-circuits
des effluents



5 Résister
à la compaction
du filtre

1. Répartir les eaux efficacement sur un lit filtrant d'au moins 0,5 m²/EH

La qualité de la distribution des eaux sur la surface d'un lit filtrant influence fortement le régime d'écoulements au sein du massif^[1] et, par conséquent, son vieillissement et la performance épuratoire du système. Il importe donc d'optimiser cette répartition des eaux afin d'assurer une bonne performance du filtre compact dans la durée. La distribution peut se faire par gravité, ou en créant des bâchées de volume contrôlé à l'aide d'un auget basculant, d'une chasse hydraulique ou d'une pompe. L'alimentation en bâchées favorise la convection de l'air dans le milieu filtrant, apportant l'oxygène nécessaire aux processus biologiques aérobies y ayant cours. Cette approche présente ainsi des avantages indéniables sur les performances épuratoires et le comportement à long terme du lit filtrant.

L'écoulement de l'eau et de l'air dans le massif filtrant dépend des caractéristiques intrinsèques du matériau filtrant (microporosité, taille et forme des particules) qui le compose, lesquelles conditionnent l'espace disponible pour ces écoulements (macropores)^{[2][3]}. Plus le filtre est compact, moins le volume des macropores est important et plus les charges hydrauliques et organiques appliquées sur le lit sont grandes. Ceci conduit à une accumulation plus rapide des boues biologiques produites au sein du massif. Dans tous les cas, une surface minimale de 0,5 m²/EH, associée à une hauteur d'au moins 50 cm, est requise pour éviter tout colmatage et dysfonctionnement prématuré du filtre. En effet, en dessous de cette surface et de cette hauteur le volume de macropores est insuffisant pour permettre l'accumulation des boues pendant au moins 10 ans.

2. Équilibrer les pressions gazeuses

L'aération du filtre est indispensable à l'activité bactérienne aérobie. Il est donc nécessaire d'assurer un apport soutenu d'air frais, par exemple via une prise d'air installée sur le couvercle d'accès et une connexion non-obstruée à la conduite de ventilation de l'habitation ou à une conduite de ventilation secondaire.

Comme l'oxygène de l'air, le CO₂ produit par les microorganismes est entraîné dans le lit filtrant par les eaux qui y percolent, jusqu'en dessous de celui-ci. La présence d'au moins une cheminée de ventilation connectant le dessous et le dessus du lit filtrant assurera l'équilibre des pressions et une évacuation efficace des gaz viciés, qui autrement, s'accumuleraient dans le massif filtrant avec des impacts sur les performances.

3. Drainer le filtre et évacuer au milieu récepteur

Une circulation efficace des gaz et de l'oxygène au sein d'un massif filtrant nécessite que celui-ci demeure insaturé sur l'ensemble de sa hauteur. Puisque l'écoulement gravitaire de l'eau s'effectue du haut vers le bas, il est normal que le niveau d'humidité soit plus grand à la base du filtre. Ainsi, pour éviter sa saturation, il est essentiel d'assurer le bon drainage du lit filtrant. Le maintien de conditions saturées à la base du lit filtrant favorise au contraire le développement d'un biofilm anaérobie très colmatant, ce qui peut mener à une détérioration rapide des performances épuratoires et un vieillissement prématuré du lit.

Que l'évacuation des eaux usées traitées soit faite de façon gravitaire ou à l'aide d'une pompe, il est donc primordial d'assurer une rupture hydraulique entre le fond du lit filtrant et la zone de drainage, de manière à optimiser son égouttement et le maintien de conditions non-saturées.

Toute anomalie au niveau du circuit d'aération du lit filtrant se reflètera en premier lieu par une diminution significative de la nitrification, suivie par une accumulation accélérée de boues au sein du massif filtrant.

4. Interdire les courts-circuits des effluents

Il est impératif d'empêcher tout contournement (court-circuit) possible du lit filtrant par les eaux usées à traiter. Peu importe la nature du milieu filtrant (organique, minéral ou synthétique) et la composition du lit filtrant (en vrac, en couches rigides ou non), ce risque de court-circuit est nettement accru lorsqu'il existe un espace ouvert entre la limite du lit filtrant et les parois de la cuve. En effet, cela permet un éventuel passage direct d'eaux uniquement prétraitées, voire de biomasse vers l'exutoire. Le milieu filtrant doit plutôt épouser parfaitement les formes de la cuve qui le contient afin de limiter les possibilités de court-circuit du lit filtrant par contournement ou « by-pass ».

En fait, l'accumulation de boues en surface du lit entraîne un risque éventuel de flaquage qui, progressivement, peut atteindre une paroi de la cuve, susceptible de créer un écoulement préférentiel le long de celle-ci. Pour limiter ce risque, les bonnes pratiques consistent à maintenir une zone tampon entre les limites du système de distribution des eaux et les parois de la cuve. Cela permet également de maximiser l'aération du massif via les zones moins sollicitées en surface.

5. Résister à la compaction du filtre

Quelle que soit sa nature (organique, minérale ou synthétique), le milieu filtrant peut être soumis dans le temps à des phénomènes de tassement et/ou de dégradation. En plus d'un affaissement associé à la dégradation du MF, l'accumulation de boues augmente la masse du lit filtrant, ce qui peut contribuer à en accentuer le tassement. Le tout dépend de la nature du MF (arrangement spatial), de la densité initiale du lit filtrant et de sa résistance mécanique. En général, les matériaux constitués de longues fibres libres montrent une résistance plus faible que ceux constitués de fragments en raison de leur arrangement spatial. Sachant que tout matériau organique subira une dégradation biologique avec le temps, il est important de sélectionner des matériaux de ce type particulièrement résistants à la biodégradation. Une forte teneur en lignine (ex : fragments de coco, écorces de pin maritime) accroît significativement la robustesse du matériau choisi aux attaques biologiques.

Les matériaux de type minéral peuvent se dégrader par précipitation de composés sur leur surface ou par transformation chimique ou biologique. En général, la dureté des matériaux filtrants en vrac d'origine minérale combinée à la forme typiquement arrondie des particules leur confère une résistance très grande au tassement. Les matériaux d'origine minérale de type fibre, comme la laine de roche, font toutefois exception à la règle, en raison de l'arrangement spatial des fibres qui amène une certaine compressibilité du matériel.

Comme pour les matériaux minéraux, la structure et l'arrangement des matériaux plastiques peut influencer la résistance à la compaction. Ainsi, par exemple des sphères rigides seront généralement plus résistantes à la compaction que des couches de fibres.

Pour un ANC durable, le milieu filtrant mis en jeu doit pouvoir garantir une durée de vie maximale sans intervention majeure, et donc coûteuse. Il est donc primordial de prendre en compte les données structurelles du milieu filtrant (résistance au tassement, surface/hauteur) pour assurer une performance optimale dans la durée.

Découvrir notre veille scientifique 

Références scientifiques et techniques

[1] Karamanev, D. G., M. C. Bélanger, C. Chavarie, J. Chaouki, P. Talbot and R. Mayer. 1994. Hydrodynamic characteristics of a trickling bed of peat moss used for biofiltration of wastewater. The Canadian Journal of Chemical Engineering 72(3): 411-417.

[2] Gilbert, Y., D. Pettigrew, M.-C. Bélanger and R. Lacasse. 2015. Determining factors for the development of organic filtering media. NOWRA Annual Conference, Virginia Beach, VA.

[3] Hillel, D. 1998. Environmental Soil Physics - Fundamentals, Applications, and Environmental Considerations, Academic Press.

Nos experts



Siegfried Maunoir
Directeur innovation et
technologies



Hakim Khalili
Responsable Technique



Roger Lacasse
Vice-président projets
spéciaux



Yan Gilbert
Directeur innovation
recherche et
développement