

FILTRES EAU POTABLE

Partageons **aujourd'hui** notre vision de **demain**





SOMMAIRE

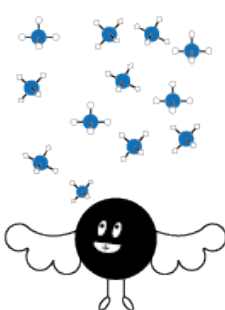
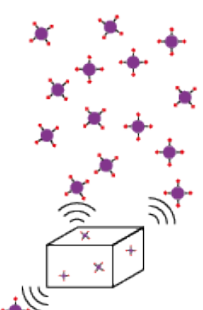
PRÉSENTATION GÉNÉRALE	3
APPLICATION DU PROCÉDÉ	4
PRINCIPE GÉNÉRAL DE FONCTIONNEMENT	6
ALIMENTATION DES FILTRES	7
LES MÉDIAS	8
LES PLANCHERS DE FILTRATION	11
LA RÉGULATION DU PLAN D'EAU	12
LE LAVAGE D'UN FILTRE	13
EVACUATION DES EAUX SALES DE LAVAGE	14
LES INSTRUMENTS DE CONTRÔLE	15
CRITÈRES DE DIMENSIONNEMENT	16
LES ÉQUIPEMENTS STANDARDS	17
LES GRANDES RÉFÉRENCES	19



APPLICATION DU PROCÉDÉ

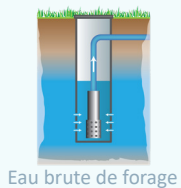
La filtration permet :

- De **séparer des particules solides** ou agglomérées par une coagulation telles que les limons, les argiles, le plancton, ou les précipités tels que les carbonates insolubles, les oxydes métalliques. Elle **retient la turbidité, les matières en suspension et les micro-organismes** associés afin d’atteindre les 0.5 NTU maximum dans l’eau potable distribuée aux consommateurs.
- D’**abattre des substances dissoutes** (selon le média filtrant) : micropolluants et pesticides, azote ammoniacal, nitrates, arsenic...

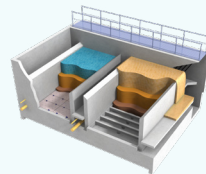
Liquide > Solide				
Traitement des substances dissoutes				Réminéralisation
Ammonium, Nitrates par Biologie	Manganèse par catalyse	Micropolluant par charbon actif	Arsenic par média métallique	
				 calcaire 



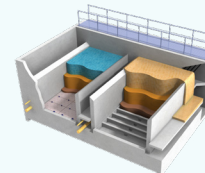
FILIÈRES DE TRAITEMENTS POSSIBLES POUR L'EAU POTABLE :



Eau brute de forage



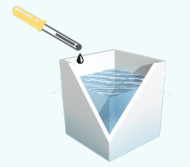
Filtre 1^{er} étage



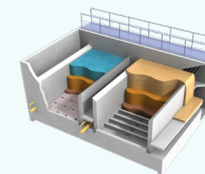
Filtre 2^{ème} étage



Eau brute de surface ou de forage



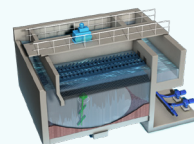
Coagulation



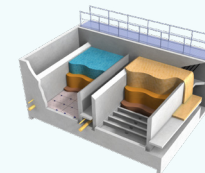
Filtre



Eau brute de surface



Décanteur



Filtre

Les performances de la filtration dépendent de l'efficacité des traitements en amont.

Suivant la qualité des eaux brutes, la filtration est associée à :

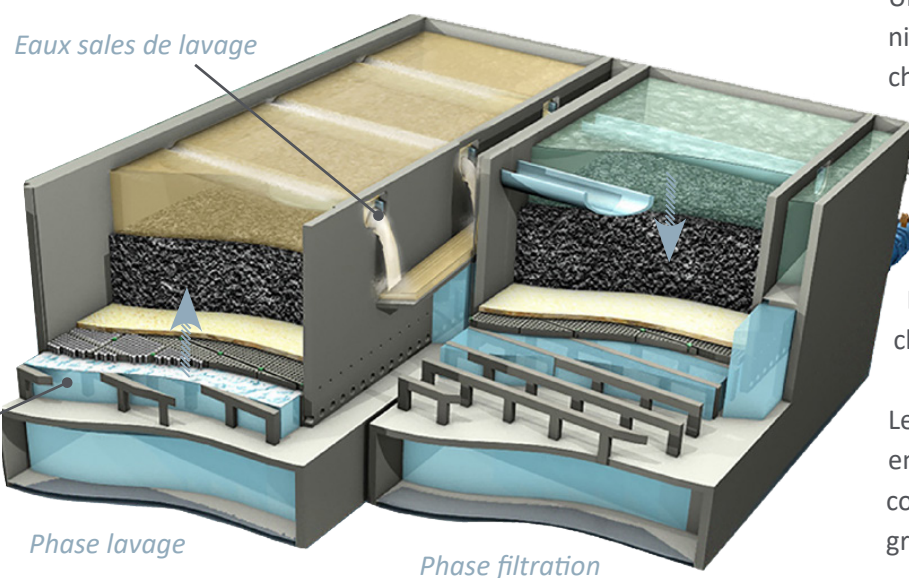
- Une coagulation-floculation-décantation, pour les eaux contenant une forte concentration de particules, de matière organique, de métaux, de la couleur...,
- Une coagulation seule pour les eaux peu chargées, de turbidité inférieure à 20 NTU environ,
- Une filtration de premier étage.



PRINCIPE GÉNÉRAL DE FONCTIONNEMENT

L'étape de filtration contient généralement plusieurs filtres en parallèle, le nombre total de filtre étant nommé «N».

Les filtres sont alimentés en eau par un canal commun. Une micro-coagulant peut être réalisée dans ce canal pour coller les fines particules présentes dans l'eau et ainsi améliorer les temps de cycle en filtration avant de déclencher leur lavage.



L'eau est répartie sur chacun des filtres, percole au travers du lit de média et est collectée par un réseau de canalisations vers les traitements aval. Une étape de désinfection par rayonnement UV peut suivre immédiatement la filtration, permettant un abattement poussé des virus et parasites.

Les particules sont progressivement retenues et s'accumulent dans le média provoquant l'encrassement du filtre.

Un dispositif de régulation permet de compenser le colmatage et de maintenir le niveau d'eau constant sur chaque filtre. Le filtre sera régulièrement mis en lavage pour chasser les particules retenues dans le média.

L'eau filtrée passe au travers du plancher et rejoint une conduite de collecte des eaux filtrées. La turbidité de l'eau filtrée peut être contrôlée en sortie de chaque filtre.

Le fonctionnement du filtre est une succession de périodes de filtration, appelée «cycle de filtration» et de séquences de lavage.

Le lavage du filtre s'effectue par un passage d'eau en sens inverse de la filtration (de bas en haut) qui entraîne les particules vers des goulottes d'eaux sales. Le lavage peut être complété par une séquence d'injection d'air qui améliore le décollage des particules grâce à une friction des grains du média entre eux.

Pour les installations de traitement à plusieurs filtres, il est courant que l'atelier de filtration fonctionne avec un filtre en lavage ; on parle alors de fonctionnement sur «N-1» filtre.



LES MÉDIAS

Le média est le cœur du procédé de filtration gravitaire dont les applications sont très variées.

Il est sélectionné en fonction de la qualité des eaux brutes et du traitement souhaité. Il détermine le dimensionnement et les critères de conception et de lavage du filtre.

Selon le traitement souhaité, plusieurs médias peuvent être nécessaires et ils sont alors agencés en plusieurs couches (filtres dits «bi-couches» voire «multi-couches»).

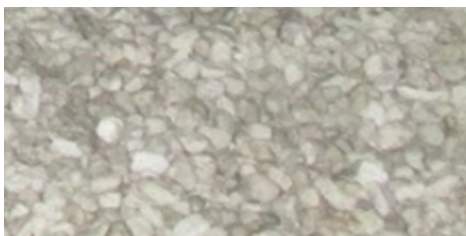
MÉDIA	DESCRIPTION	APPLICATION
SABLE 	Sable naturel de rivière, de carrière ou de dunes, convenablement lavé et calibré et éventuellement broyé. Il doit être exempt de matières terreuses et de calcaire et impérativement répondre à des caractéristiques bien précises qui sont traduites sur des courbes de granulométrie. Taille Effective : autour de 1 mm.	Le sable est utilisé pour la rétention des matières en suspension et l'abattement de la turbidité.
PIERRE PONCE 	La Pierre Ponce est une roche volcanique composée de Silice et d'oxyde d'Aluminium.	Ces roches sont utilisées pour leur grande capacité de rétention des matières en suspension.
ANTHRACITE 	L'Anthracite est un charbon, média carboné sans silice. Ce sont des médias légers et très poreux.	L'Anthracite et la Pierre Ponce sont le plus souvent utilisées en association à une couche de sable plus fine.
FILTRALITE® 	Matériau céramique constitué d'argile expansée de Norvège. Sa fabrication s'effectue à des températures très élevées (1 200°C) et se poursuit par un concassage et un tamisage. La Filtralite® possède une structure très poreuse (surface spécifique élevée > 5000 m²/m³) et une haute résistance à l'attrition (> 5,5 sur l'échelle de Mohs).	La Filtralite® offre les avantages suivants : • Une capacité de rétention des MES supérieure à celle observée avec du sable, • Des durées de cycle augmentées par rapport au sable et donc des pertes en eau moindres sur cette étape.



● ● ● ● ● ● ● ● ● ●



BIODAGÈNE



Roche volcanique à base de schiste expansé constituée d'une structure alvéolaire de granulométrie 3 à 6 mm.

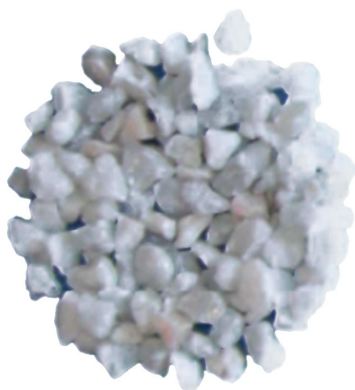
Le Biodagène est un média relativement léger de densité autour de 0.9 et composé d'environ 60% de silice.

La surface alvéolaire du Biodagène permet la fixation de la biomasse nitrifiante et la dénitrification biologique de l'eau.



Les nitrates sont totalement transformés en azote gazeux.

CALCAIRE



Roche sédimentaire de carbonate de calcium (CaCO_3) terrestre dont la granulométrie est très variable.

C'est un média relativement lourd dont la densité est autour de 1.5.

Le traitement de reminéralisation sur filtres est basé sur la percolation de l'eau sur une masse granulaire constituée de calcaire. Le processus de dissolution du calcaire dans l'eau combiné au CO_2 (possiblement injecté en sus dans la filière) conduit à la reminéralisation par la formation d'alcalinité et de dureté calcique.

Les principaux avantages de cette reminéralisation sur filtres sont les suivants :

- Amenée naturelle de l'eau à des valeurs proches de l'équilibre sans nécessité de réglage du taux de réactif,
- Aucun risque de traitement par excès,
- Simplicité de l'installation.

Le temps de contact est habituellement de 30 minutes pour la réaction. Le calcaire se consommant dans le temps, il faut faire des appoints de média régulièrement mais la manipulation reste limitée.

[RETOUR AU SOMMAIRE](#)

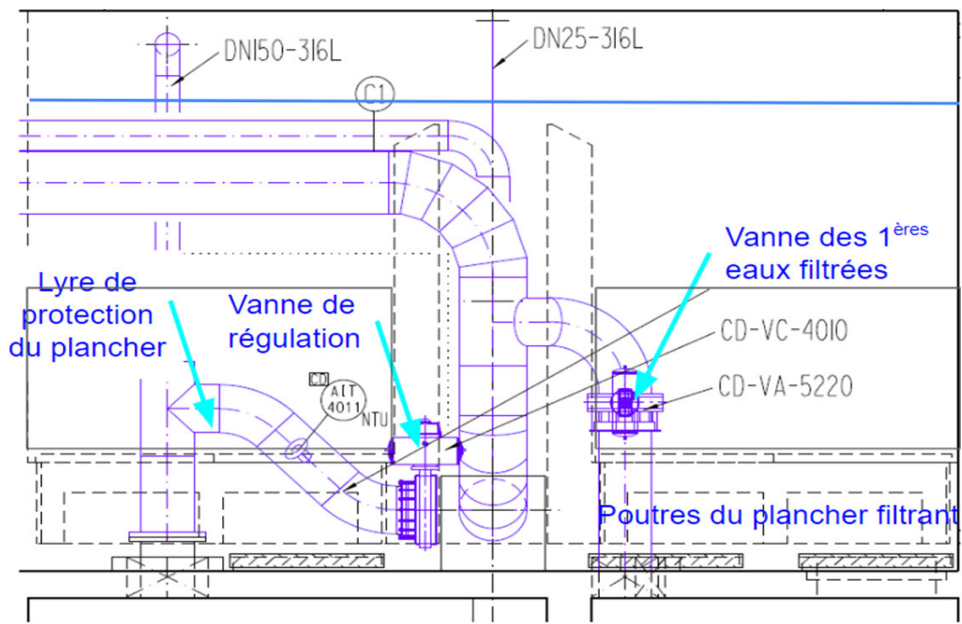


LA RÉGULATION DU PLAN D'EAU

La conception des filtres OTV est dite «à maintien de plan d'eau». Le niveau d'eau est constant sur le filtre et permet notamment un bon écoulement vers l'aval de la filière de traitement. La rétention au sein du filtre des matières en suspension colmate le média et accroît la perte de charge du filtre.

La régulation du niveau d'eau sur chaque filtre se fait par l'intermédiaire d'une vanne de régulation sur la sortie d'eau filtrée. Cette vanne de régulation est en partie fermée au début du cycle de filtration, lorsque le filtre est propre, et permet d'assurer une hauteur d'eau suffisante sur le média ; cette vanne de régulation s'ouvre progressivement au fur et à mesure du colmatage du filtre pour maintenir un niveau liquide constant sur le filtre et donc le débit de filtration nominal.

Parfois utilisée, une vasque unitaire en sortie de filtre ou commune sur une batterie de filtres maintient un niveau d'eau en sortie filtre et permet de conserver les vannes de régulation en charge ; elle sert aussi à empêcher les phénomènes de dépression sur le faux-fond des filtres (si plancher drainant en béton).



Exemple de tuyauterie en sortie de filtre



Vanne de régulation



Exemple de vasque de restitution



LE LAVAGE D'UN FILTRE

Les filtres sont lavés à contre courant, régulièrement, pour limiter la perte de charge et éviter le perçage du filtre.

Les vitesses et les temps des différentes phases de lavage sont spécifiques à chaque média. L'emploi de l'air est recommandé pour la plupart des médias.

SÉQUENCES CLASSIQUES DE LAVAGE

1	Abaissement du plan d'eau de filtre Les pertes en eaux sont limitées Les médias légers ne sont pas entraînés avec les eaux sales	
2	Détassage, à l'air à contre courant	
3	Lavage à l'eau à petit débit associé éventuellement à de l'air	
4	Lavage à l'eau grand débit, rinçage du filtre Permet de reclasser les médias dans les filtres multicouches	
5	Evacuation des premières eaux filtrées réutilisées dans la filière Les grains se retassent en une couche filtrante uniforme	



Pompe de lavage



Surpresseur d'air de lavage

Les lavages sont déclenchés suivant la priorité et sur les paramètres suivants :

- Demande de l'opérateur,
- Indication de colmatage des filtres, perte de charge importante dans le média,
- Volume d'eau traité par filtre.

Le lavage d'un filtre peut se faire usine à l'arrêt ou usine en fonctionnement : dans ce dernier cas, l'eau se répartit alors sur les filtres restants, selon un fonctionnement dit en N-1.



Selon la conception des filtres, les eaux sales issues du lavage d'un filtre sont évacuées par débordement dans des goulottes transversales ou longitudinales, métalliques ou béton.

Deux types d'eau peuvent être distingués au cours du lavage :

 Les eaux de lavage de la phase air + eau : eaux chargées

- Renvoi vers la bêche des eaux sales puis le traitement des boues



Les eaux de rinçage de la phase eau seule **4** : eaux dites «claires»

Plusieurs solutions possibles :

- Renvoi vers la bêche des eaux sales
- Rejet au milieu naturel
- Retour en tête de filière sous certaines conditions



Préservation de la ressource



Média expansif
Calage goulotte / Niveau média



LES INSTRUMENTS DE CONTRÔLE

Les instruments de mesure contrôlent et participent au bon fonctionnement de la filtration.

Selon le type de média et le cahier des charges du projet, cela peut être une :

- Mesure en continu du plan d'eau dans le filtre par sonde radar ou sonde ultrason,
- Mesure de pression pour le suivi du colmatage,
- Mesure du débit sortant pour action sur l'équi-répartition,
- Mesure de la turbidité en sortie de chaque filtre ou commune, dans la conduite ou dans la vasque d'eau filtrée,
- Mesure d'un paramètre chimique ayant fait l'objet d'un traitement sur le filtre (fer, manganèse, nitrates, azote, arsenic,...) , en sortie de chaque filtre, dans la conduite ou dans la vasque d'eau filtrée.





CRITÈRES DE DIMENSIONNEMENT

LA VITESSE DE FILTRATION

La vitesse de filtration est un **paramètre primordial** de dimensionnement.

Elle est calculée par rapport à la surface du filtre et s'exprime en m/h.

Elle est **dépendante du type de filtre** (classique ou grande vitesse) **et du média**.

Pour des **filtres classiques gravitaires à sable ou Filtralite®**, une **vitesse de 6 à 8 m/h** sur N filtres et < 10 m/h sur N-1 filtres peut être considérée.

Pour des **filtres sous pression**, les pertes de charge sont moins impactantes et la **vitesse de filtration peut être élevée**, jusqu'à 25 m/h en N-1.

Au-delà d'une vitesse critique, les particules retenues sur le média se détachent et sont retenues plus en profondeur dans le média, jusqu'au percement du filtre, ce qui se traduira par une **élévation de la turbidité de l'eau filtrée**.

LA HAUTEUR DE MÉDIA

La **hauteur de média est liée à la vitesse de filtration et à la fonction du filtre** (rétention des MES, adsorption de pesticides..).

Concernant **les médias qui assurent un traitement particulier** (ceux hors filtration classique), la **hauteur du média est calculée pour respecter un temps de contact nécessaire à la réaction**.

Ce temps de contact varie en fonction du média :

- **Supérieur à 8 minutes** pour la hauteur de **charbon actif** (selon le traitement ciblé),
- **3 à 6 minutes** pour la hauteur de **Mangagran** (selon la concentration en manganèse dans l'eau brute),
- **10 à 15 minutes** pour la hauteur du **Biodagène** (selon la température de l'eau brute),
- Idéalement **15 minutes au minimum** pour le **calcaire**.

LES VITESSES DE LAVAGE

Également importante, la **vitesse de lavage est déterminante pour un nettoyage efficace du ou des médias**.

Dans le cas d'un filtre bicouche ou multicouche, avec des médias expansibles et/ou des densités différentes, elle permet une expansion des matériaux et un parfait reclassement de ceux-ci.

Les vitesses sont ajustées aussi en fonction de l'expérience d'OTV et de la particularité de chaque affaire.

On pourra considérer les vitesses de lavages suivantes comme les plus fréquemment utilisées :

Vitesse Eau de lavage (petit débit)	8 à 10 m/hr
Vitesse de lavage à l'air	50 Nm³/h/m²
Vitesse Eau de lavage (grand débit ou rinçage)	20 à 60 m/h



LES ÉQUIPEMENTS STANDARDS

ÉQUIPEMENTS ET INSTRUMENTATION	FONCTION	CARACTÉRISTIQUES
CANAL D'ALIMENTATION		
Vannes	Alimentation et isolement du filtre	Type papillon ou murale : Vanne auto Nombre : 1/filtre
Orifices Calibrés	Équirépartition entre les filtres Variante par déversoir ou butée sur la vanne selon les tailles d'affaires et les conceptions	Type : Plaque perforée Nombre : 1/filtre
CELLULE DE FILTRATION		
Ensemble de Goulotte	Alimentation des eaux à filtrer et récupération des eaux sales de lavage Si le média filtrant a une densité élevée, l'alimentation du filtre se fait sans passer par la goulotte et cette goulotte est souvent mutualisée avec les autres filtres	Nombre : 1/filtre (ou 1 commune à la batterie de filtre) Type : Béton ou métallique
Media filtrant	Rétention des Matières en suspension Traitement des Métaux, de la Matière Organique, des micropolluants en fonction du type de média	Voir le paragraphe associé plus haut
Plancher filtrant	Répartition uniforme des flux d'eau et d'air en filtration et en retrolavage	Nombre : 1/filtre Type: support de dalles et dalles béton crépinées 55 crépines environ m ² Variante : Plancher modulaire
Vanne de sortie d'eau filtrée Vanne de maintien de plan d'eau	Régulation à niveau constant du plan d'eau du filtre	Type papillon : Vanne de régulation Nombre : 1/filtre
Vanne d'alimentation en eau de lavage	Lavage à l'eau à contre courant	Type papillon : Vanne auto Nombre : 1/filtre
Vanne d'alimentation en air de lavage	Lavage à l'air à contre courant	Type papillon : Vanne auto Nombre : 1/filtre



18

OTV VEOLIA



Saint André La Réunion	640 m³/h	Bi-couche Sable Mangagran 4 filtres de 25 m²
Nantes La Roche - 44	8 000 m³/h	Monocouche Sable 12 Filtres de 96 m²
Civray - 86	300 m³/h	Monocouche Biodagène 3 Filtres de 15 m²
Cholet - 45	1 400 m³/h	Monocouche Charbon Actif 4 Filtres de 45 m²
Toulon - 83	2 880 m³/h	Plancher Leopold Bi-couche Sable CAG 8 Filtres de 40 m²
Choisy le Roi - 75	12 000 m³/h	Plancher Léopold - Sable 18 Filtres de 117 m²
Albi - 81	1 200 m³/h	Monocouche Sable 6 filtres 21 m² Conception Compacte
Dadou - 81	1 300 m³/h	Bi-couche Sable - Mangagran 6 filtres de 32 m²
Picotalen - 81	800 m³/h	Bi-couche Sable CAG

...
Partageons **aujourd'hui**
notre vision de **demain**



DES SOLUTIONS DE TRAITEMENT D'EAU
AU SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT

