

# Techniques classiques de dépollution des eaux pluviales

~ ~ ~ ~ ~

## Les décanteurs

### PRINCIPE

Ces appareils utilisent le procédé physique de séparation des matières en suspension (MES) dans un liquide, telles que les boues, sables voire des hydrocarbures. Les particules, dont la densité est supérieure à l'eau, s'accumulent au fond du décanteur sous l'effet de la pesanteur. L'eau clarifiée se situant à la surface est ensuite dirigée vers un filtre. Cette décantation est relativement longue pour les particules très fines qui sont très sensibles aux courants du bac de décantation.

Pour que la décantation puisse se faire correctement, il faut que la vitesse de l'eau soit inférieure à la vitesse de sédimentation des particules ( $V_s$ ). La vitesse de l'eau est appelée charge hydraulique superficielle ou vitesse de Hazen ( $V_H$ ) et permet de dimensionner les décanteurs :

- **Lorsque la vitesse de sédimentation des particules ( $V_s$ ) est inférieure à la vitesse de Hazen ( $V_H$ ), les particules ne sont pas sédimentées et partent avec l'eau vers le filtre.**
- **Lorsque la vitesse de sédimentation des particules ( $V_s$ ) est supérieure à la vitesse de Hazen ( $V_H$ ), les particules sont piégées par le décanteur et s'accumulent au fond du bac.**

Par ailleurs, il est important de préciser pour qu'une décantation particulière soit efficace, l'écoulement de l'eau à l'intérieur du décanteur doit être laminaire. L'écoulement turbulent, utilisé dans les séparateurs à hydrocarbures, est à proscrire.

Il existe deux types de décantations, détaillés ci-après : **la décantation statique (décanteurs horizontaux)** et **la décantation lamellaire (décanteurs lamellaires)**.

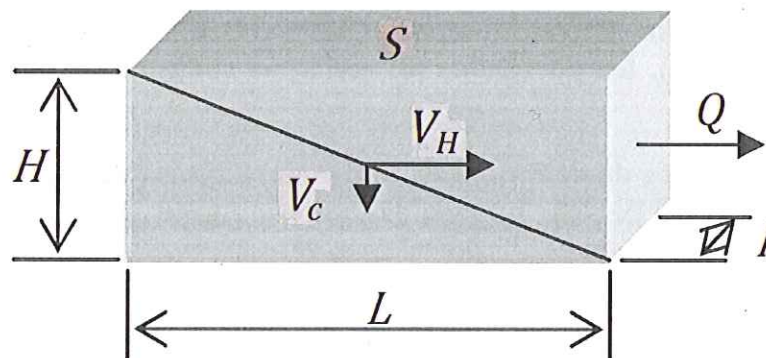
## LES DECANTEURS HORIZONTAUX



*Schéma d'un décanteur horizontal*

Le décanteur horizontal est constitué d'une cuve parallélépipédique : l'eau chargée de MES pénètre à une extrémité et l'eau décantée ressort à l'autre suivant un écoulement horizontal. Elle nécessite une surface de bassin de décantation importante avec une vitesse de sédimentation généralement faible.

Le principe de la décantation à flux horizontal est représenté de manière simplifiée par le modèle de Hazen. Selon ce modèle, une particule de vitesse de chute  $V_c$  décantant sur une hauteur  $H$  est retenue dans un bassin de longueur  $L$  et de surface horizontale  $S$  traversé par un débit  $Q$  si :  $V_c \geq V_h$ , avec  $V_h$  (vitesse de Hazen) =  $Q/S$ .



*Schéma d'un décanteur horizontal (Théorie de Hazen)*

Théoriquement, l'efficacité d'un décanteur horizontal ne dépend que de sa vitesse de Hazen et non de sa hauteur ou de son temps de rétention (soit de 0,5 à 1,5 m/h). Cependant, les particules contenues dans l'eau floquée entrant dans le décanteur présentent toute une gamme de dimensions. Pendant leur parcours dans l'ouvrage les plus petites peuvent s'agglutiner entre elles, c'est le phénomène de coalescence. Leur taille, et donc la vitesse de sédimentation augmente avec le temps. La trajectoire devient de ce fait curviligne et l'efficacité de la décantation dépend donc aussi du temps de rétention.

Ainsi, les hypothèses qui sont à la base de la théorie de Hazen sont loin de refléter la réalité. Elles négligent en particulier la turbulence et la dispersion des particules n'est pas prise en compte. Il s'agit pourtant d'un phénomène important dans la plupart des ouvrages de rétention. Pour optimiser le rendement du décanteur on le fait souvent précéder d'un compartiment de tranquillisation dans lequel une sensible diminution de la vitesse de transfert permet la décantation des particules les plus grosses et la coalescence du floc le plus fin.



## LES DECANTEURS LAMELLAIRES

Il s'agit d'un ouvrage de décantation dans lequel des lamelles parallèles inclinées permettent de multiplier la surface de décantation utile tout en réduisant la surface au sol par rapport à un bassin de décantation classique à flux horizontal. Les décanteurs utilisant des plaques ou des tubes réalisent également une décantation considérable plus rapide que la décantation classique.

La décantation lamellaire est fondée sur le principe de la décantation à flux horizontal. Ainsi, on constate que la décantation d'une particule est liée uniquement au débit  $Q$  et à la surface horizontale  $S$ , et qu'elle est théoriquement indépendante de la hauteur  $H$  de décantation.

Si on répartit le débit  $Q$  sur  $n$  lamelles parallèles de surface unitaire  $S_L = S/n$ , on obtient une décantation théoriquement identique à celle obtenue dans le bassin de la figure ci-dessus. Afin de pouvoir extraire en continu les solides décantés, et pour des raisons pratiques de fonctionnement et d'exploitation, les lamelles sont inclinées d'un angle  $\alpha$ , compris entre  $30^\circ$  et  $60^\circ$  par rapport à l'horizontale selon le type de décanteur. Une telle disposition permet, pour un rendement identique, de construire des ouvrages plus compacts qu'un bassin classique.

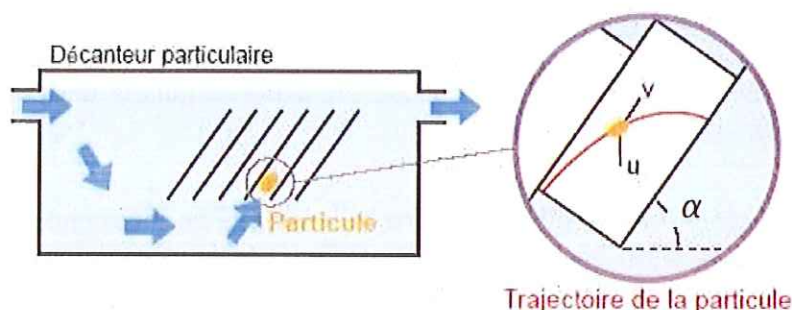


Schéma d'un décanteur lamellaire

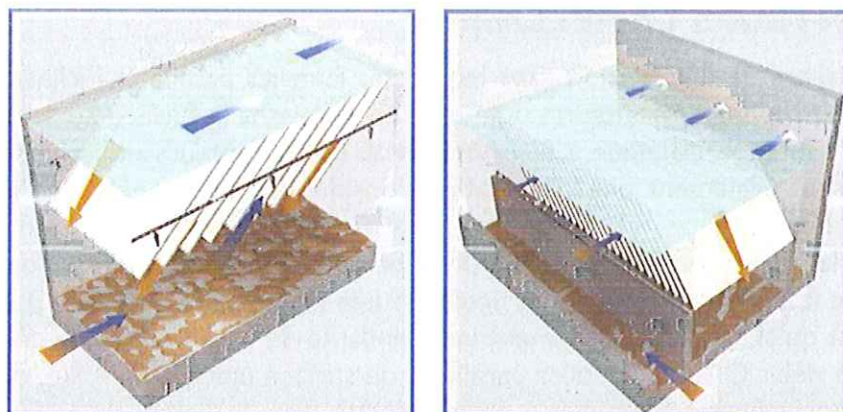
Par analogie avec la théorie de Hazen, et moyennant quelques hypothèses simplificatrices (écoulement laminaire permanent notamment), on peut déterminer la vitesse limite de décantation  $V_{lim}$  d'une particule :

$$V_{lim} = \frac{Q}{n \cdot S_L \cdot \cos \alpha}$$

Il existe 3 types de décanteurs lamellaires :

Type et Sens d'alimentation	Avantages / Inconvénients	Vitesse limite*
<b>Décanteurs à contre-courant</b> Alimentation par le bas : l'eau et les solides décantés circulent en sens inverse.	~ Systèmes les plus fiables car plus performants et plus simples d'un point de vue hydraulique  ~ Dispositions hydrauliques plus complexes pour évacuer l'eau traitée et pour une reprise correcte des solides décantés.	$V_{lim} = \frac{Q}{n \cdot l \cdot (L \cdot \cos \alpha + e \cdot \sin \alpha)}$
<b>Décanteurs à co-courant</b> Alimentation par le haut : l'eau et les solides décantés circulent dans le même sens.	~ Ouvrages plus hauts et plus coûteux.	$V_{lim} = \frac{Q}{n \cdot l \cdot (L \cdot \cos \alpha - e \cdot \sin \alpha)}$
<b>Décanteurs à courant croisés</b> Alimentation latéralement : l'eau et les solides décantés circulent selon des directions perpendiculaires parallèles aux lamelles.	~ Ouvrages très compacts et de faible hauteur. ~ Problèmes d'équirépartition hydraulique du débit sur les lamelles.	$V_{lim} = \frac{Q}{n \cdot l \cdot L \cdot \cos \alpha}$

\*en considérant la longueur de la lamelle ( $L$ ), sa largeur ( $l$ ), et l'écartement ( $e$ ) de deux lamelles voisines



*Décanteur à contre-courant (gauche) - Décanteur à courant croisé (centre)*

## EFFICACITE

Le décanteur particulaire est défini par le débit maximum qu'il peut recevoir et par la charge hydraulique souhaitée. Plus la charge hydraulique est faible et plus le décanteur est efficace pour piéger les MES.

Le rendement de décantation des MES dépendra de la vitesse de chute choisie. Plus la vitesse de chute des particules sera lente, plus le rendement de la décantation sera important. Connaissant le débit nominal  $Q$  (ou débit maximum admis) du dispositif ainsi que sa surface de séparation  $S$ , on peut facilement déduire la vitesse de chute  $V_c$  et donc le rendement épuratoire espéré. Ainsi, le taux d'abattement des MES avec un débit d'entrée régulé est directement fonction de la vitesse de chute retenue pour le dimensionnement :

Vitesse de chute en cm/s	Vitesse de chute en m/h	Rendement en %
0,0003	0,01	100
0,001	0,04	98
0,003	0,1	95
0,014	0,5	88
0,027	1	80
0,14	5	60
0,28	10	40
1,39	50	15
2,78	100	10
13,89	500	7
27,78	1000	5

*Taux d'abattement des MES selon la vitesse de chute*



## ENTRETIEN ET COUTS

L'entretien devrait idéalement être réalisé après chaque épisode pluvieux afin de ne pas réduire l'efficacité du décanteur et d'éviter les relargages. La récupération des boues peut être effectuée par pompage ou ces dernières peuvent être évacuées directement dans le réseau d'eaux usées s'il n'est pas trop éloigné. Dans tous les cas, les décanteurs doivent être entretenus par une société spécialisée.

Ces ouvrages nécessitent une vidange dans les 6 mois après la mise en service puis au moins une fois par an. Cette opération permet de vérifier les pièces mécaniques de l'ouvrage ainsi que son étanchéité.

Le coût d'un décanteur varie selon le débit d'entrée. Les tarifs de STRADAL oscillent entre 2 900 € pour un décanteur particulaire 3 l/s en béton et 6 700 € pour un décanteur particulaire 20 l/s dans le même matériau. Le coût d'un décanteur lamellaire est quant à lui plus onéreux et peut être jusqu'à 5 à 8 fois supérieur au décanteur particulaire.

## AVANTAGES ET INCONVENIENTS

### Avantages

- ~ Dépollution efficace des eaux
- ~ Systèmes fiables et simples (peu de mécanique)
- ~ Ouvrages compacts (cas des décanteurs horizontaux)
- ~ Entretien relativement facile

### Inconvénients

- ~ Emprise au sol importante (décanteurs horizontaux)
- ~ Problèmes de répartition homogène des débits (décanteurs lamellaires)
- ~ Coûts élevés pour les décanteurs lamellaires