

- Une utilisation rationnelle du dégrilleur exige que celui-ci ne soit pas placé au débouché immédiat du relèvement (distance minimale = 4 fois la largeur du canal).

Facilité d'exploitation, sécurité :

- Dans tous les cas, un bac de récupération adapté (égouttage et stockage) doit être mis en place. Lorsque les prétraitements sont placés au-dessus du sol, l'évacuation gravitaire vers le bac de réception est bien entendu plus facile à manipuler.

- La prévention des accidents liés aux pièces en mouvement impose l'installation de dispositifs de protection (**photo 9**).

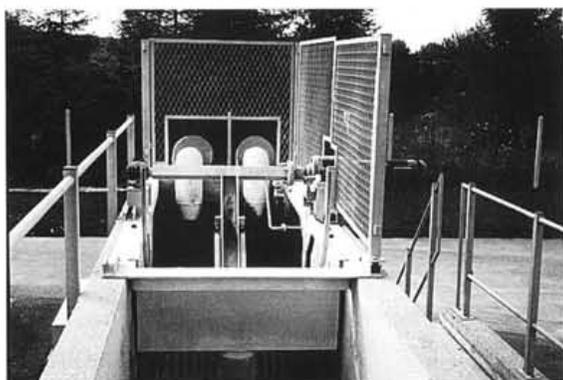


Photo 9 : Protection du dégrillage (ORCAT)

Boutons d'arrêt d'urgence (photo 10) :

- Toute intervention sur l'équipement implique préalablement sa mise hors tension. L'installation d'un bouton d'arrêt d'urgence (type coup de poing par exemple) à l'amont de la grille, s'avère indispensable. Il serait particulièrement utile que chaque bouton d'arrêt d'urgence puisse disposer d'un double dispositif de réarmement = réarmement à l'aide d'une clé pour éviter tout démarrage inopiné pendant l'intervention sur le dégrilleur, et réarmement manuel après arrêt simple ne présentant pas de risque pour le personnel.



Photo 10 : Bouton d'arrêt d'urgence (ARPE-PACA)

Dégraissage — dessablage

Justification

Le dessableur est un ouvrage dans lequel les particules denses dont la vitesse est inférieure à 0,3 m/s vont pouvoir s'y déposer, il s'agit principalement des sables. Il est en effet souhaitable de les récupérer en amont de la station plutôt que de les laisser s'accumuler en certains points (bassin d'aération,...) où ils engendrent des désordres divers. Par ailleurs, ils limitent la durée de vie des pièces métalliques des corps de pompe ou d'autres appareillages (effet abrasif,...).

Le dégraisseur a pour objet la rétention des graisses appréciables analytiquement par la mesure des SEC (Substances Extractibles au Chloroforme). Ces matières grasses sont susceptibles de nuire à la phase biologique du traitement (mousses biologiques,...). De plus, les graisses contribuent pour une part significative à la DCO des eaux résiduaires (1 mg/l SEC = 2,35 mg DCO — teneur moyenne d'une eau résiduaire : 150 mg SEC). Bien que l'efficacité mesurée des dégraisseurs en entrée de station ne soit pas très importante (de l'ordre de 10 % pour des eaux résiduaires domestiques), la présence de cet ouvrage reste en général indispensable ; excepté s'il est prévu un décanteur primaire ou une zone de contact munis d'un dispositif de reprise des flottants.

Les fonctions de dessablage-dégraissage sont assurées simultanément (ouvrage combiné) ou séparément (ouvrages séparés pour les toutes petites collectivités).

Recommandations techniques pratiques

- Sur les petites installations, le dessablage est effectué dans des canaux longitudinaux fonctionnant alternativement. Les dessableurs longitudinaux ont des performances étroitement liées au régime hydraulique prévalant dans le canal, et à la régularité des nettoyages. On peut pallier la variation de vitesse par installation d'un déversoir de sortie à équation linéaire (déversoir tour Eiffel — hauteur d'eau proportionnelle au débit) : l'écoulement des eaux se fait alors à vitesse constante. Pour des prétraitements situés au-dessus du sol (recommandé pour les petites stations d'épuration), le fond du canal de dessablage aura une pente et l'évacuation gravitaire du sable pourra être facilement obtenue par installation d'une bonde de fond.

Lorsqu'il s'agit d'un ouvrage combiné (dessableur-dégraisseur — **photo 11**), le dessablage est réalisé dans la partie inférieure (conique) du bassin. La pente ne doit pas être inférieure à 45°. Les sables seront récupérés après détassage par un dispositif de type bédoué (insufflation d'air) moins sujet au colmatage et plus économique qu'une reprise par pompe (fonctionnement en continu souvent nécessaire).

- Les dégraisseurs aérés par insufflation d'air (fines bulles diamètre < 1 mm) apparaissent les plus performants. Les deux principaux



Photo 11 : Dessableur-dégraisseur combiné (SATESE 37)

critères de mise en œuvre sont rappelés = vitesse ascensionnelle limite $15 \text{ m}^3/\text{m.h}$ et temps de passage de l'eau au débit de pointe = 10 minutes. La puissance spécifique absorbée ne devrait pas dépasser $30 \text{ W}/\text{m}^3$ pour les petits ouvrages et une quinzaine de W/m^3 pour les plus grands. Les boîtiers de réception des flottants situés en périphérie d'ouvrage auront au moins les dimensions suivantes : $400 \times 200 \text{ mm}$. La conduite d'évacuation (diamètre minimum 200 mm) sera pentue.

- Les dégraisseurs statiques présentent un intérêt limité : on parlera plutôt de bac récupérateur de flottants.

- Dans tous les cas, il est indispensable de pouvoir isoler le dégraisseur sans entraîner l'arrêt de la station d'épuration (impossible pour des ouvrages combinés au bassin d'aération).

- Dans les stations à boues activées en aération prolongée, le dégraisseur peut sans dommage être transformé en zone de contact (voir fiche 6) pour prévenir les risques de foisonnement préjudiciables au bon fonctionnement du décanteur secondaire.

Dispositions facilitant l'exploitation

- Nécessité d'un point d'eau sous forte pression à proximité des ouvrages.

- L'évacuation directe (quand c'est possible) des refus du dessableur sur deux lits de séchage drainés ($1 \text{ m}/\text{tranche}$ de 1000 habi-

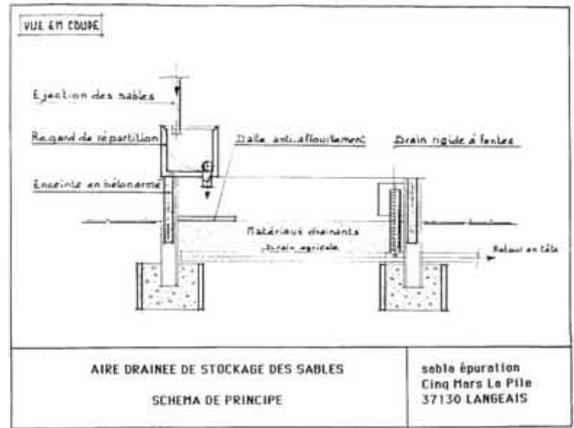


Figure 5 : Aire de réception des sables.

tants) donne généralement toute satisfaction (fig. 5).

- Les refus du dégraisseur sont générateurs de contraintes liées à la qualité et aux quantités de produits à évacuer. Pour une reprise par camion, l'importance des volumes à transporter a une incidence directe sur le coût d'entretien de la station.

Il importe donc de réduire au minimum le volume des flottants récupérés, cela va de pair avec une augmentation de leur concentration qui peut être en partie obtenue en fractionnant le temps de fonctionnement du racleur de surface (mise en place d'une minuterie).

Pour une mise en décharge, l'exploitant se heurte de plus en plus à la difficulté de fournir un produit dont la siccité autorise cette forme d'évacuation. Un palliatif est proposé en réalisant un mélange des refus du dessableur avec les flottants récupérés dans le dégraisseur. Le produit final est alors plus concentré et son acceptation par la décharge s'en trouve facilitée.

- L'utilisation d'additifs biologiques spécifiques de la dégradation des graisses a pour objectif final la réduction du volume de refus. Quelques effets positifs ont été constatés au niveau des baches de stockage des graisses (diminution du volume de graisse). L'emploi d'additifs demeure cependant onéreux pour les petites installations (apport régulier de produit,...).

Fiche 4

Dispositifs de mesures

En entrée en station

L'amélioration du fonctionnement des stations nécessite l'acquisition de données fiables relatives aux conditions d'alimentation. Ces données concernent principalement les débits et les concentrations des eaux résiduaires.

Pour les petites installations, ces mesures en entrée sont la plupart du temps réalisées par les SATESE.

Mesures de débits

- la non-conservation des débits sur des installations à long temps de passage (ex. Lagunage naturel) implique d'effectuer des mesures en entrée.
- la présence d'un déversoir d'orage en réseau unitaire rend obligatoire la mesure de débit en entrée (nécessité d'ajuster l'écrêtage des débits en fonction des potentialités de la station).

Disposition pratique

Les mesures de débit sont assujetties à un certain nombre de contraintes pratiques difficiles à maîtriser (régime laminaire, mise en charge du canal pour certains seuils...). Dans ce domaine il convient donc de rechercher le point d'entrée qui permet de réduire les contraintes (seuil après un dégraisseur, déversoir à contraction pouvant être facilement installé dans un dessableur longitudinal...).

Répartiteur des débits

De nombreuses stations sont équipées de bassins alimentés en parallèle ; le problème de la répartition des débits entre les différents ouvrages se pose alors avec acuité. Pour les petites installations, un système simple et satisfaisant peut être conseillé (fig. 6) : ouvrage cylindro-conique ou rectangulaire, alimenté par le fond et muni d'un dispositif permettant la dissipation d'énergie.

Les retours de boue recirculée peuvent être admis directement dans chaque bassin (une pompe/bassin) ou à l'amont du répartiteur (recirculation commune).

Dans les cas où une extension est envisagée, il y a lieu de favoriser l'alimentation en série des bassins (le plus petit en position 1) dans la mesure où les potentialités de l'aérateur du premier bassin le permettent. Cette disposition évite donc le répartiteur et peut contribuer partiellement à maîtriser un foisonnement des boues.

Pour donner plus de souplesse d'exploitation et préserver la fiabilité du fonctionnement, il est nécessaire de prévoir toutes possibilités croisées pour l'alimentation en eaux usées et la recirculation des boues (circuits alimentation en série ou en parallèle).

Prélèvements d'eaux brutes

Une bonne connaissance des caractéristiques des eaux résiduaires brutes admises en traitement dépend de la qualité des prélèvements réalisés. Outre le type de matériel, le point de mesure a également une importance.

Bien souvent, il est difficile pour les organismes chargés de ces mesures d'opérer dans de bonnes conditions car cet aspect pratique n'est pas pris en compte lors de l'élaboration du projet. Par exemple, les mesures réalisées dans les bâches de relèvement sont parfois biaisées par différents retour en tête (surnageant épaisseur,

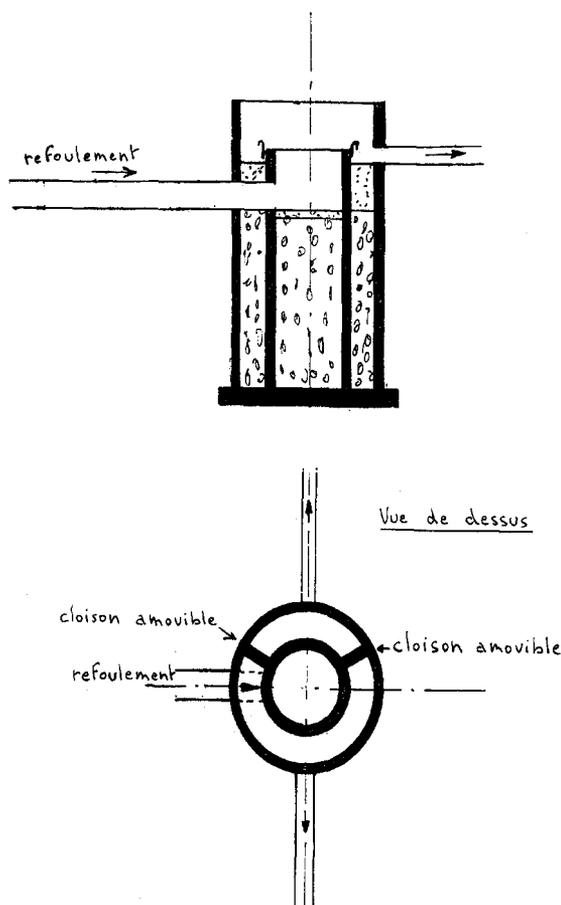


Figure 6 : Répartition de débit.

retours, déshydratation...) qui modifient les caractéristiques des eaux brutes.

Pour éviter ces problèmes, il serait donc souhaitable d'aménager un regard d'accès au collecteur à l'amont immédiat de toute bache de relèvement.

En sortie de station

- La mise en place d'un canal de mesure correctement adapté aux débits traversiers est indispensable. Il convient de ne pas oublier d'installer une lame de tranquillisation à l'amont du déversoir le plus souvent triangulaire et amovible (**photo 12**).

- Lorsque le canal est situé au niveau du sol, il est souhaitable de matérialiser sa présence par une chaîne, pour éviter tout accident.

- En zone inondable, la conduite d'évacuation des eaux traitées doit être équipée d'un clapet anti-retour.

- Dans le cas des boues activées, il est conseillé de mettre en place des canaux de mesures de débit des boues recirculées.



Photo 12 : Canal de mesure de débit en sortie (SATESE 37)

Fiche 5

Bassins d'aération

Dispositions générales

Les bassins d'aération (photo 13) sont par définition les réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes aérobies. Ils constituent un élément fondamental de la filière définie sous le terme de boues activées. Dans le domaine des petites stations d'épuration, la technique des boues activées en aération prolongée est la plus répandue. Elle est caractérisée par les paramètres suivants :

$$\text{Charge massique} = \frac{\text{Pollution journalière DBO}}{\text{Biomasse présente}} < 0,1 \text{ kg DBO/kg MVS.j}$$

$$\text{Charge volumique} = \frac{\text{Pollution journalière DBO}}{\text{Volume du bassin d'aération}} < 0,35 \text{ kg DBO/m}^3.\text{j}$$

$$\begin{aligned} \text{Concentration en biomasse} &= \\ \text{dans le bassin} &= \\ &= \frac{\text{Charge volumique}}{\text{Charge massique}} < 3,5 \text{ g/l (MVS)} \end{aligned}$$



Photo 13 : Bassin d'aération (ARPE-PACA)

La fourniture de l'oxygène nécessaire aux microorganismes et la puissance à mettre en œuvre pour éviter les dépôts en fond de bassin sont déterminantes. L'adéquation du couple aérateur-bassin d'aération reste essentielle comme en témoigne le tableau (page suivante).

Il est de plus rappelé que les temps de fonctionnement des aérateurs varient selon le niveau de traitement recherché et selon le type d'aérateur :

- pour l'élimination des composés carbonés, le temps de fonctionnement optimal est com-

pris entre 16 h et 18 h/j à la charge nominale (cas des turbines et des brosses).

- pour l'élimination des composés azotés, le temps de fonctionnement ne doit pas dépasser 14 h/j pour les brosses et les turbines (des périodes d'arrêt de 2 h maximum sont nécessaires pour dénitrifier).

- dans le cas de diffuseurs fines bulles en céramique ou équivalent, on installera deux surpresseurs dont un à deux vitesses, le surpresseur fonctionnera en continu pour éviter tout risque de colmatage. À noter que les nouveaux diffuseurs (matériaux souples perforés) autorisent des périodes d'arrêt des surpresseurs et sont donc mieux adaptés pour réaliser correctement l'élimination de l'azote. Toutes les nourrices d'air sont à équiper de clapets anti-retour.

Type	Puissance spécifique minimale	Profondeur maximale	Observations
Turbines	30 W/m ³	petites (4 kW) ⇒ h = 2,3 m grosses (25 kW) ⇒ h = 3,3 m	dispositif anti giratoire en bassin circulaire peu profond
Brosses	25 W/m ³	h = 2,2 m	- déflecteur à l'aval immédiat de la brosse - déflecteur en périphérie pour optimiser la vitesse du courant
Insufflation (fines bulles)	12 à 15 W/m ³	< 3,5 m	recommandé en régions froides

La tendance actuelle est à la séparation des fonctions aération-brassage (agitateurs grandes pales) pour optimiser l'élimination de l'azote. Les puissances des agitateurs sont variables selon la géométrie des bassins (3 W/m³ minimum pour une forme annulaire à 15 W/m³ pour des formes rectangulaires de grande longueur (DUCHENE, 1989).

Afin de favoriser le mélange des eaux usées et des boues, il est conseillé de mettre en place une cloison siphonée à l'entrée du bassin, on limite ainsi par la même occasion les risques de court-circuit hydraulique.

L'évacuation de la liqueur mixte doit être aussi éloignée que possible de l'arrivée des effluents et du retour des boues recirculées (proches l'un de l'autre).

Il est recommandé de placer une cloison siphonée à l'amont de la lame déversante et de minimiser l'effet des chutes d'eau à l'aval pour éviter l'introduction d'air dans la

conduite de liaison bassin aération/décanteur (lame déversante munie d'un large chanfrein maçonné). Le diamètre de la conduite de liaison ne doit jamais être inférieur à 150 mm (vitesse de l'ordre de 1 m/s. à respecter dans la conduite).

Recommandations pratiques et dispositions facilitant l'exploitation

Les aérateurs étant une pièce maîtresse du fonctionnement des stations, l'achat par une structure départementale de systèmes d'aération de secours assurerait la pérennité du fonctionnement et une rationalisation des investissements.

Turbines

- Les turbines ouvertes sont préférables aux turbines fermées (colmatage toujours possible).
- La hauteur de revanche du bassin doit être suffisante ($h = 50$ cm) et le mur extérieur muni d'un acrotère (retour incliné ou horizontal vers l'intérieur du bassin) (photo 14).
- Le démarrage à variation de fréquences est recommandé.
- Les poteaux de soutien des passerelles ne doivent pas être situés trop près des turbines, la gerbe ne doit pas être brisée par les poteaux.
- Le fonctionnement des turbines sera de préférence assuré par une horloge de 24 heures à plots de 10 minutes pouvant être complétée par des horloges horaires permettant la différenciation des réglages jour-nuit.
- La présence de jupes est un facteur favorable au développement de mousses biologiques stables en surface des bassins.
- Un réducteur en secours est souhaitable (petites installations).

Brosses

- Les motoréducteurs sont à positionner à l'extérieur du bassin et doivent être accessibles pour les commodités d'entretien (vidange,...).



Photo 14 : Mur extérieur du bassin : revanche + acrotère (SATESE 37)

- Le fonctionnement des brosses sera asservi à une horloge de 24 h munie de plots de 10 minutes.

- Les pannes de brosse entraînent généralement des interventions lourdes (démontage, remontage): prévoir l'accessibilité aux engins de levage.

Insufflation d'air

- Les rampes immergées portant des diffuseurs fines bulles seront impérativement isolables et remontables.
- Il est utile de disposer de surpresseurs à double vitesse (souplesse de fonctionnement).
- L'isolation phonique et la ventilation du local abritant les surpresseurs sont à réaliser correctement.
- Lorsque plusieurs bassins sont en service, il convient de mettre en place un surpresseur par bassin, les circuits d'air pouvant être interchangeables (système de vannage adapté).
- Un surpresseur de secours est souhaitable même pour les petites installations.
- Sur les dispositifs d'insufflation d'air, le contrôle du colmatage des rampes peut être facilement effectué par mesure de la pression sur les conduites d'amenée. Dans l'hypothèse où ces contrôles sont périodiques, un piquage simple sur la conduite permettra à l'exploitant de vérifier la pression en quelques minutes avec un manomètre démontable. Le contrôle des débits d'air à l'aide de diaphragmes est également préconisé.

Entretien, hygiène et sécurité

- La vidange des motoréducteurs est souvent délicate, cette opération pratiquée régulièrement conditionne la durée de vie des appareillages. Il importe que l'accès au bouchon vidangeur soit simple pour permettre dans de bonnes conditions, la vérification du niveau d'huile par jaugeage et la récupération des huiles usagées.
- La circulation sur les passerelles d'accès aux aérateurs ne doit pas être entravée par des obstacles divers (conduites,...). La passerelle sera suffisamment large pour que l'on puisse passer facilement autour des motoréducteurs. Le revêtement de sol sera rugueux et la passerelle équipée de plinthes.
- Des boutons d'arrêt d'urgence (fiche 3) sont à installer à proximité de tous les aérateurs de surface.
- Un filin de sécurité est indispensable à l'amont immédiat d'une brosse ($d = 2$ m). Pour une sécurité accrue, le filin peut faire office de coupe-circuit.
- Les ouvrages situés au ras du sol sont à entourer de garde-corps.
- L'accès aux bassins situés au-dessus du sol sera de préférence assuré par un escalier avec une rambarde de protection (préférable à une échelle avec crinoline).

Ouvrages annexes au bassin d'aération

Zones de contact

Les boues activées en aération prolongée délivrent normalement une excellente qualité d'eau épurée. Cependant ces techniques sont sujettes à des défaillances qui limitent la fiabilité des performances épuratoires. Le foisonnement des boues, conséquence du développement de microorganismes filamenteux, affecte négativement la décantabilité des boues et par conséquent les potentialités hydrauliques de la station. En France, près d'une station à boues activées sur quatre est atteinte de façon chronique ou transitoire par ce phénomène qui provoque des pertes de boues dans 77 % des cas. Pour faire face à ce type de problème dont l'origine est souvent à rapprocher de carences nutritionnelles au niveau du microenvironnement, il est recommandé d'aménager une zone de contact dont l'efficacité a été démontrée sur le terrain.

Cet aménagement est de nature à optimiser et à fiabiliser le fonctionnement des petites stations d'épuration à boues activées en aération prolongée (PUJOL et CANLER, 1990).

Principe (fig. 7)

La technique consiste à créer une zone à forte concentration en substrat soluble assimilable qui stimule les vitesses de capture et les capacités de stockage du substrat des germes floculants. Ces derniers ont alors un taux de croissance supérieur aux microorganismes filamenteux ce qui permet aux germes du floc d'être dominants.

Au niveau de la station, cela nécessite la mise en œuvre d'un bassin de faible capacité situé à l'amont immédiat du bassin d'aération, dans lequel on réalise un mélange déterminé de boue recirculée et d'eau usée.

Dimensionnement et fonctionnement

- Temps de contact en pointe de l'ordre de 10 minutes (T)
- Volume de la zone de contact (V_{Zc})

$$V_{Zc} = \frac{T(Q_E + Q_B)}{60}$$

avec

Q_E : Débit d'eau résiduaire pendant les heures les plus concentrées (en m^3/h).

Q_B : Débit de boue recirculée en (m^3/h).

- Charge appliquée dans la zone: 100 mg DCO assimilable/g de MS (valeur indicative pour des petites installations ne devant pas faire face à de fortes variations qualitatives ou quantitatives de la charge à traiter).

- Nécessité d'un brassage continu de la zone.

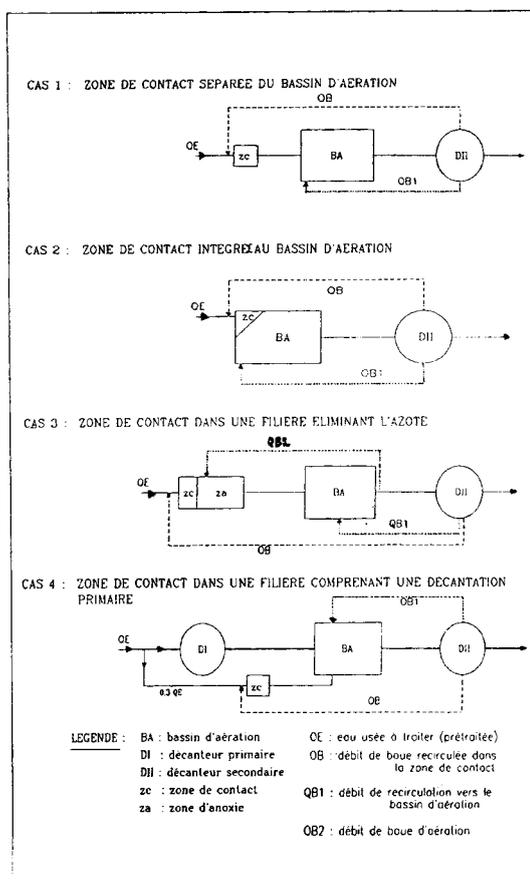


Figure 7 : Schémas de zones de contact.

- Un système de récupération des flottants est souhaitable.

Recommandations pratiques

- Il est important de vérifier périodiquement les conditions de fonctionnement, notamment le débit de boues recirculées, cela implique la mise en place d'un dispositif de mesure approprié.

- En cas de relèvement, la recirculation des boues doit être asservie au fonctionnement des pompes (ou vis). La nuit (charge polluante proche de zéro), la recirculation vers la zone de contact peut être arrêtée.

Zones anoxiques

L'élimination des composés azotés (de plus en plus exigée) dans une station d'épuration par boues activées en aération prolongée implique que les phases de nitrification et dénitrification soient conduites dans de bonnes conditions. Bien qu'antagonistes, ces

conditions sont soit réunies simultanément dans le bassin d'aération proprement dit (moyennant des réglages appropriés), soit séparées. Dans ce dernier cas, la phase de nitrification est réalisée dans le bassin d'aération, quant à la phase de dénitrification elle peut être accélérée et intensifiée dans une zone anoxique.

Principe (fig.8)

La zone anoxique est installée à l'amont immédiat du bassin d'aération. Les boues recirculées et la liqueur mixte concentrée en nitrates sont ramenées en entrée de la zone anoxique. La présence de substrat carboné véhiculé par l'eau résiduaire active la dénitrification assurée par les bactéries hétérotrophes présentes dans les boues.

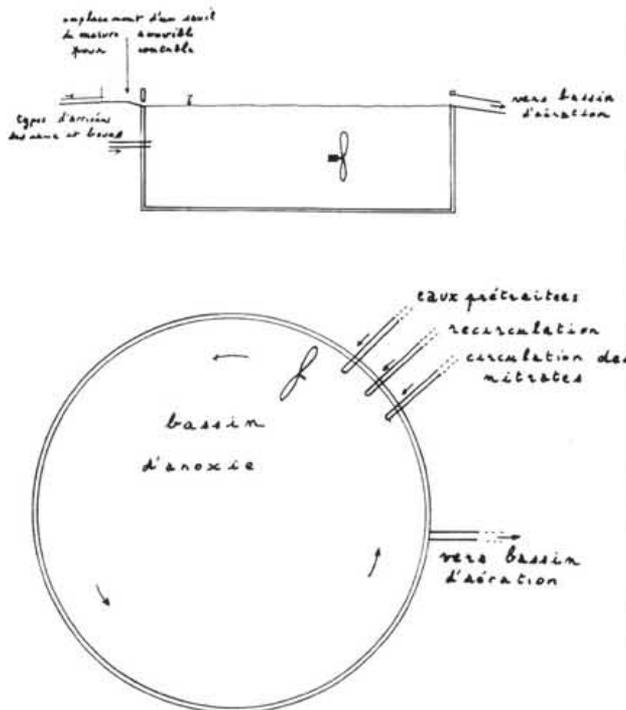


Figure 8 : Schémas d'une zone anoxique.

Dimensionnement et fonctionnement

- Temps de passage : 1 à 2 heures (calculé à partir des débits cumulés transitant dans la zone).
- Volume de la zone anoxique représentant environ 7 fois le débit moyen d'eau usée.
- Il est important que les agitateurs puissent être orientables dans les plans horizontaux et verticaux. La puissance de ces agitateurs est fonction de la forme du bassin. En règle générale, on retiendra 10 W/m^3 avec un fonctionnement continu du brasseur, 15 W/m^3 si le fonctionnement est syncopé (50 % du temps).
- Il est préconisé d'utiliser un minimum de deux pompes pour la circulation de la liqueur mixte (concentrée en nitrates). Chaque pompe est à dimensionner sur la base de deux fois le débit moyen horaire d'entrée.

Recommandations pratiques

- Le bon fonctionnement de la zone anoxique est notamment dépendant de la maîtrise des débits qu'il convient de vérifier périodiquement. Cela pose parfois un problème pour le débit des boues : les mesures par empotements sont possibles si les débits sont inférieurs à $40 \text{ m}^3/\text{h}$ et si l'embout des conduites plongeant dans le bassin peut être facilement démonté (brides). Une autre possibilité consiste à isoler hydrauliquement la zone anoxique pour faire la mesure (nécessité d'une vanne de fond entre anoxie et aération). En dernier ressort, il sera fait appel à la mesure de débit sur conduite en place qui doit être en charge et de longueur suffisante (2 à 3 m linéaire).

Ouvrage dégazage

Placé à l'aval du bassin d'aération, il facilite l'élimination des bulles d'air présentes dans la liqueur en transit vers le décanteur secondaire. On limite ainsi les bouchons d'air générateurs d'à-coups hydrauliques préjudiciables au bon fonctionnement du décanteur.

Cet ouvrage (**photo 15**) est de préférence accolé au bassin d'aération, dimensionné sur la base de $1 \text{ m}^2/1000 \text{ eq.hab.}$ et $2,5 \text{ m}^2/5000 \text{ eq.hab.}$

Il est prudent de l'équiper d'un dispositif d'évacuation gravitaire des flottants et d'une bêche. L'évacuation et la destination de ces refus posent des problèmes similaires à celui des refus du dégraisseur (voir Fiche 3). Il est possible de les évacuer vers le stockage des boues par l'intermédiaire d'une pompe péristaltique ou volumétrique, la reprise des refus s'effectuant en fond de bêche.

En cas de problèmes biologiques se traduisant par une abondance de mousses en surface des bassins, les interventions du préposé sur ce poste pourront être fréquentes voire quotidiennes (évacuation des mousses stockées). Les solutions pour limiter la prolifération de ces mousses biologiques font appel (en l'état actuel des connaissances) à la zone de contact ou à la chloration des mousses.



Photo 15 : Ouvrage de dégazage (SATESE 41)

Fiche 7

Les décanteurs secondaires

Dispositions générales

Dans une station d'épuration le décanteur secondaire (fig.9, photo 16) est l'ouvrage fondamental qui assure la séparation gravitaire de la boue et de l'eau épurée rejetée dans le milieu récepteur.

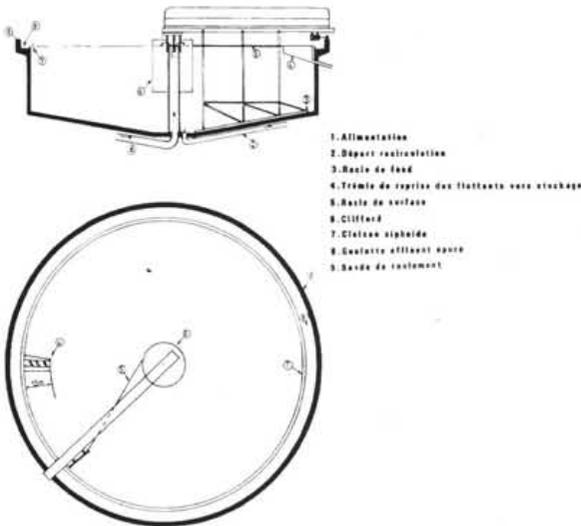


Figure 9 : Schéma type d'une décanteur secondaire.

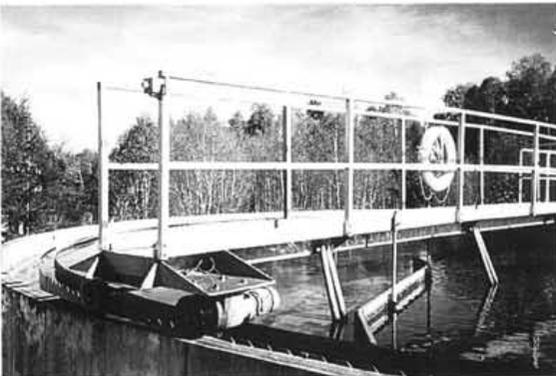


Photo 16 : Décanteur secondaire (SATESE 41)

Le bon fonctionnement de cet ouvrage implique le respect des règles de conception, une gestion rationnelle de la production de boue ainsi que la maîtrise de sa décantabilité.

- Surface de l'ouvrage :

Les ouvrages de forme cylindrique sont préconisés.

Le dimensionnement de leur surface est fonction de la charge hydraulique limite admissible (ou vitesse ascensionnelle) qui elle-même dépend des caractéristiques de la boue (fig.10) (d'après CTGREF, 1979).

$$V_a = \frac{Q}{S} = \text{vitesse ascensionnelle (en m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h)}$$

Q : débit max horaire à l'entrée de la station

S : surface utile (partie cylindrique) *

$$V_c = I_B \times C_B = \text{Volume corrigé}$$

I_B = Indice de boue (en ml/g)

C_B = Teneur en MES à l'entrée du décanteur (en g/l).

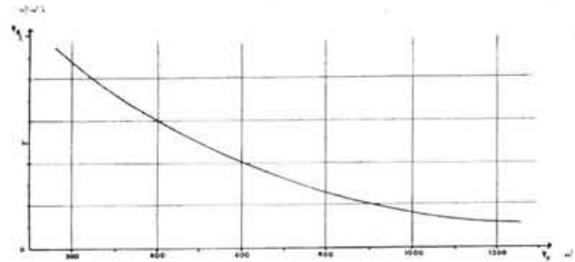


Figure 10 : Relation vitesse ascensionnelle — nature de la boue.

En règle générale, il est recommandé de retenir une vitesse ascensionnelle de $0,6 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ pour dimensionner les décanteurs de petites collectivités (boues activées en aération prolongée). Cette valeur correspond à une boue de qualité moyenne ($I = 150 \text{ ml/g}$) dont la concentration est égale à 5 g/l . Il va de soi que tout dépassement de ces chiffres sur une durée prolongée (fonction du temps de remplissage du décanteur) se traduira par des pertes de boue même si le débit nominal d'entrée n'est pas dépassé. L'exemple ci-après illustre l'effet d'un accroissement de la concentration en boue dans le bassin d'aération sur le débit admissible, pour une station de 1000 eq.hab.

* sous la goulotte, si elle est intérieure

Station : 1000 eq.hab.				
Q pointe = Q pompe relèvement = 20 m ³ /h				
S décanteur = 20 = 33 m ² (φ = 6,5 m)				
0,6				
	C_B g/l	I_B ml/g	V_a m ³ /m ² .h	Débit admissible en entrée station
Situation 1	5	150	0,6	20 m ³ /h
Situation 2	8	150	0,3	10 m ³ /h
Situation 3	5	200	0,4	13 m ³ /h

Un accroissement de 3 g/l dans le bassin d'aération (à indice constant) entraîne une diminution du débit admissible de 50 % dans le décanteur (Situation 1 à 2). Lorsque l'indice augmente de 30%, le débit admissible sur le décanteur diminue d'environ 30 % (Situation 1 à 3).

Profondeur de l'ouvrage :

Les ouvrages cylindriques munis de racleur de fond sont à prescrire pour les boues activées. La hauteur d'eau à la périphérie ne doit pas être inférieure à 2 m. Toute surprofondeur d'un décanteur secondaire est à considérer comme facteur sécurisant au plan hydraulique.

L'intérêt des boues activées pour les très petites collectivités (< 500-600 eq.hab.) n'étant pas toujours justifié, il n'y a pas lieu d'indiquer de recommandations sur les ouvrages coniques (ou tronconiques) réservés à cette catégorie de station.

Recommandations relatives aux équipements

Jupe de répartition ou « clifford »

Cet équipement a pour objet de dissiper au mieux l'énergie hydraulique à l'entrée du décanteur afin de limiter les turbulences (photo 17).

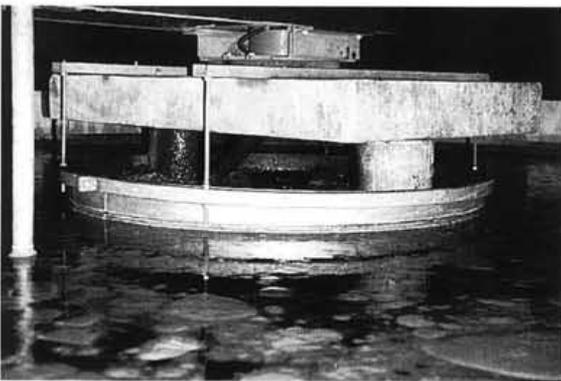


Photo 17 : Jupe de répartition ou « clifford » (ORCAT)

Dans cette optique il est souhaitable de :

* dimensionner le clifford sur la base d'une vitesse de passage < à 2,5 cm/s., calculée sur la base des débits cumulés (entrée + recirculation).

Exemple :	1000 eq.hab.	5000 eq.hab.
Q entrée	20 m ³ /h (pointe)	100 m ³ /h (pointe)
Q recirc.	20 m ³ /h	100 m ³ /h
Q total	10 m ³ /h	200 m ³ /h
φ clifford	0,75 m	2,8 m
φ décanteur	6,5 m	15,5 m

* veiller à l'horizontalité du débouché du clifford dans le décanteur ; l'immersion du clifford se situant à la moitié de la profondeur.

* positionner la conduite d'amenée des boues au plus près de la surface libre du clifford afin de faciliter l'écoulement des boues et limiter l'accumulation de flottants.

Lame déversante — Goulotte de récupération de l'eau épurée

Elle sera de préférence à l'extérieur du décanteur et protégée par une cloison siphonée faiblement immergée (h = 15 cm), placée à 20 cm de la goulotte.

L'autonettoyage de la goulotte peut facilement être réalisé par fixation de balais à l'extrémité du bras du pont racleur.

Dispositifs de raclage

On dispose habituellement d'un racleur de surface (récupération des flottants) et d'un racleur de fond (concentration des boues décantées vers le centre de l'ouvrage).

L'optimisation de la récupération des flottants passe par la mise en place de larges trémies (minimum 30 cm) dont la longueur s'étire suivant le rayon jusqu'à la première barre de soutien du racleur de fond (photo 18). La pente d'approche sur la trémie d'évacuation sera douce. Le racleur de fond reposant sur un radier lisse doit pouvoir être remonté sans difficulté par l'exploitant, notamment sans qu'il soit nécessaire de vider le décanteur. Les roulettes de fond sont à proscrire.

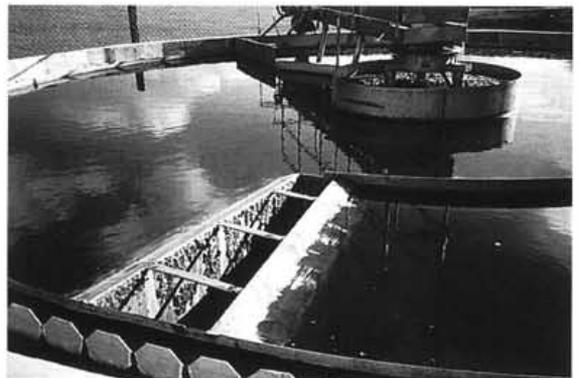


Photo 18 : Trémie de récupération des flottants (SATESE 37)

Pour les racleurs à entraînement périphérique, le chemin de roulement fera l'objet d'une attention particulière (horizontalité, lissage...). La roue d'entraînement doit être facilement démontable, il est souhaitable d'avoir une roue de secours. En pays froid, il est prudent d'implanter une résistance chauffante sous le chemin de roulement pour éviter les problèmes de gel et une petite lame de protection inclinée à 45° vers l'extérieur devant la roue.

L'ensemble pont racleur doit être muni d'un bouton d'arrêt d'urgence (voir fiche 3).

Dans les petites stations, pour des diamètres d'ouvrage inférieurs à 6 m, des racleurs à entraînement central peuvent être préconisés. La récupération des flottants s'effectue alors à sec, par l'intermédiaire d'une lame radiale en caoutchouc et d'une goulotte de récupération placée sur un rayon du bassin (photo 19).



Photo 19 : Trémie radiale de récupération des flottants (SATESE 37)

Destination des flottants du décanteur :

Tout système visant à ramener en tête du traitement les flottants récupérés n'est pas souhaitable (aggravation des problèmes biologiques).

L'évacuation de ces produits est en général source de difficultés pour l'exploitant. Il y a lieu d'éviter leur contact avec l'eau pour que les volumes à extraire soient minimisés. De plus, pour réduire les interventions extérieures générant des coûts supplémentaires (vidangeur), il est utile de prévoir des circuits permettant l'incorporation de ces produits soit dans la bêche de stockage des flottants du dégazage, soit directement dans le silo à boues (et non l'épaississeur).

Le poste de recirculation (fig.11)

Situé à proximité du décanteur, le poste comprend :

- une fosse alimentée par les boues décantées. Les risques de colmatage de la conduite d'alimentation étant élevés, son diamètre sera tel que la vitesse de passage ne soit pas inférieure à 1 m/s., ce qui interdit les conduites inférieures à 150 mm de diamètre ;
- des équipements (vis ou pompe) permettant de diriger les boues vers les bassins correspondant à leur destination (bassin d'aération notamment).

Dispositifs de recirculation

Dans tous les cas, un dispositif de secours s'impose. Bien que peu utilisées en raison de leur coût, les vis d'Archimède s'avèrent être

le moyen le plus adapté pour recirculer des boues. Elles présentent l'avantage de délivrer des débits « constants », modifiables par simple changement de poulie ; de plus elles sont « imbouchables ».

En cas d'utilisation de pompes, on choisira plutôt des pompes à débit variable asservies à un automate pour s'adapter aux variations du débit d'entrée (cas de relèvement, voir fiche 2).

Afin de réduire les risques de bouchage, il y a lieu de minimiser le nombre de coudes (ainsi que la longueur de la conduite de refoulement vers le bassin d'aération).

Pour des destinations autres que la recirculation classique (vers le bassin d'aération), il est recommandé de mettre en place des dispositifs spécifiques de refoulement (cas de zones de contact, extraction de boues vers épaisseur,...).

Fonctionnement, entretien, sécurité

Le débit de boue recirculé est tributaire du débit journalier arrivant sur la station. En règle générale le volume recirculé ne dépassera pas deux fois le volume d'eaux usées à traiter. Pour le dimensionnement, on retiendra que le débit des dispositifs de recirculation sera égal au débit nominal de pointe horaire de la station.

Il convient de rechercher dans la mesure du possible un fonctionnement continu de la recirculation. Cette pratique accroît cependant les risques de bouchage sur une pompe ; il faut alors ménager de brefs temps d'arrêt

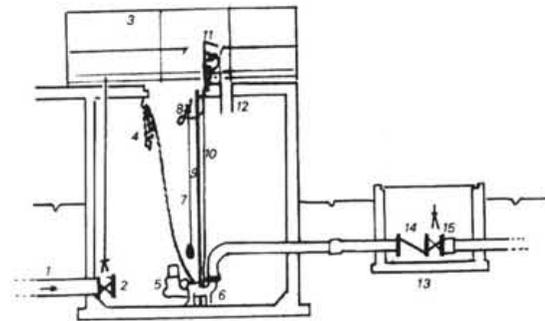


Figure : poste de recirculation des boues

- 1 - conduite d'amenée des boues à recirculer
- 2 - vanne d'isolement
- 3 - garde-corps avec lisses et liasse de pied
- 4 - chaîne de relevage d'une pompe et crochet
- 5 - pompe de recirculation
- 6 - pied d'assise
- 7 - poire de contact
- 8 - dispositif de réglage rapide de la poire de niveau
- 9 - barres de guidage
- 10 - câble d'alimentation d'une pompe
- 11 - branchement abrité des pompes et contacteurs, par prises
- 12 - trou de maintien de la potence de relèvement des pompes
- 13 - regard séparé des vannes et clapets
- 14 - clapet
- 15 - vanne

Figure 11 : Poste de recirculation des boues.

ou prévoir une alternance dans le fonctionnement des pompes.

Afin d'éviter le fonctionnement de la pompe en cas de non-alimentation du poste (bouchage ou isolement accidentel du poste), un contacteur d'arrêt du pompage (niveau très bas) est à installer.

Une exploitation correcte implique de faciliter l'accès au poste de recirculation. Les

interventions nécessitent souvent une vidange de la bêche, ce qui rend obligatoire l'installation d'une vanne d'isolement sur la conduite d'amenée des boues. Une pente de fond sera également bienvenue. Il importe qu'une potence (éventuellement mobile) équipée d'un treuil de levage soit installée pour manœuvrer et remonter les organes de pompage en toute sécurité (voir fiche 2).

Filière traitement des boues

La station d'épuration produit en permanence des boues dont l'excès doit être évacué à intervalles réguliers pour garantir un bon fonctionnement du système. Ces boues, principalement constituées d'eau (> 97 %, le plus souvent) représentent des volumes importants que la filière de traitement des boues va s'attacher à réduire autant que faire se peut, afin d'abaisser les coûts d'évacuation de ces sous-produits de l'épuration.

Extraction régulière des boues

Une gestion rationnelle de la production de boue dans la station reste une condition nécessaire de la qualité de l'épuration. Le rôle du personnel exploitant apparaît à cet égard fondamental.

La production de boue est directement liée à la quantité de pollution retenue, il s'en suit une augmentation de la biomasse dans le système, ce qui induit un accroissement des concentrations en MES. Les extractions de boues réalisées à partir du circuit de recirculation ont pour objet de maintenir à un niveau aussi stable que possible la concentration en MES dans l'installation. *Elles doivent donc être régulières et peu importantes.* Dans le cas contraire, des incidences néfastes sont à attendre : diminution des potentialités hydrauliques du décanteur, risques de problèmes biologiques, modification des paramètres tels que charge masique, réglages d'aération,....

La démarche

Dans la pratique, à chaque purge de boue, la concentration en MES du bassin d'aération ne doit pas diminuer de plus de 1 g/l.

Pour les stations sous-chargées devant éliminer l'azote, chaque extraction correspondra à une diminution de la concentration dans le bassin d'aération égale à $K \times 1$ g/l (K étant le rapport charge reçue/charge nominale). Ceci conduit naturellement à une fréquence de purge constante quelle que soit la charge reçue.

Recommandations techniques

- En cas d'extraction vers un épaisseur, il est conseillé d'utiliser un dispositif spécifique pour évacuer les boues (HMT plus importante que pour la recirculation).
- Il est recommandé de ne pas installer de clapet anti-retour sur la conduite d'extraction et même de prévoir une purge en point bas de la canalisation pour pouvoir mettre hors gel le dispositif d'extraction.

- Il est souhaitable d'automatiser les extractions, par exemple en asservissant les commandes à une horloge de 24 h double piste : une piste détermine l'arrêt de la recirculation tandis que l'autre, couplée à une temporisation, assure un syncopage des temps d'extraction.

- Une période d'arrêt limitée de la recirculation peut précéder l'extraction des boues, cela permet d'accroître la concentration des boues soutirées. Toutefois, il convient d'être particulièrement attentif aux risques de pertes de boues pendant cette phase (période pluvieuse notamment).

Épaississement

Il s'agit d'une étape intermédiaire dans la diminution du volume de boues produites par la station. Cette étape est obligatoire quelle que soit la destination finale des boues, elle est réalisée dans des épaisseurs. Elle ne doit pas être confondue avec le stockage des boues sur une longue période (silo) en vue de leur épandage ultérieur.

Deux raisons essentielles militent en faveur de temps de passage réduits des boues en phase d'épaississement :

- un séjour prolongé des boues secondaires induit rapidement des phénomènes de fermentation, les surnageants d'épailleurs qui retournent en tête du traitement sont alors souvent responsables de problèmes biologiques (foisonnement, mousses).
- Seules les boues biologiques « fraîches » se prêtent bien à une déshydratation ultérieure (mécanique ou gravitaire).

Épailleurs gravitaires

- Les épailleurs statiques, de forme cylindro-coniques, sont vivement recommandés (**photo 20**). Le temps de séjour des boues dans ce type d'ouvrage ne doit pas excéder 24 heures (raisons évoquées précédemment). Ils doivent être équipés de trop-plein et d'un dispositif à niveau variable (importance d'un point très bas) d'évacuation du surnageant (à faible débit) (**Fig. 12**). Après chaque bâchée (extraction-épaississement-évacuation du surnageant puis des boues épaissies), l'épaisseur est à vidanger entièrement. Des contacteurs haut et bas (à commande différente) sont conseillés pour éviter des débordements ou un fonctionnement à sec de la pompe de reprise des boues.

La concentration des boues épaissies dépend de celle des boues admises dans



Photo 20 : Vue d'un épaisseur (ORCAT)

l'ouvrage, habituellement le facteur d'accroissement de concentration est de l'ordre de 3 pour des installations en aération prolongée.

- Les épaisseurs hersés (brassage lent de la boue) sont utilisés essentiellement pour des stations plus importantes, l'alimentation peut être continue. Ils sont habituellement dimensionnés sur la base de 25 kg MES/m².j pour des boues biologiques secondaires. Le gain sur les concentrations est de l'ordre de 20 % par rapport aux épaisseurs statiques.

Épaulement par égouttage

Cette technique permet d'obtenir des boues plus concentrées (60 à 70 g/l sur des boues biologiques) que les épaisseurs gravitaires. Elle présente l'avantage de fonctionner avec des boues (très fraîches) prélevées directement dans la bêche de recirculation des boues. Le filtrat reste d'excellente qualité. Ces dispositifs d'égouttage traitent de 3 à 5 m³/h, nécessitent peu de surveillance et semblent prometteurs malgré leur surcoût en investissement.

Il importe toutefois de souligner qu'un conditionnement préalable de la boue est indispensable pour faciliter son égouttage ultérieur. De plus, cet équipement, sensible au gel doit être abrité dans un local.

Traitement des boues

La destination finale des boues détermine le type de traitement qu'elle devra subir :

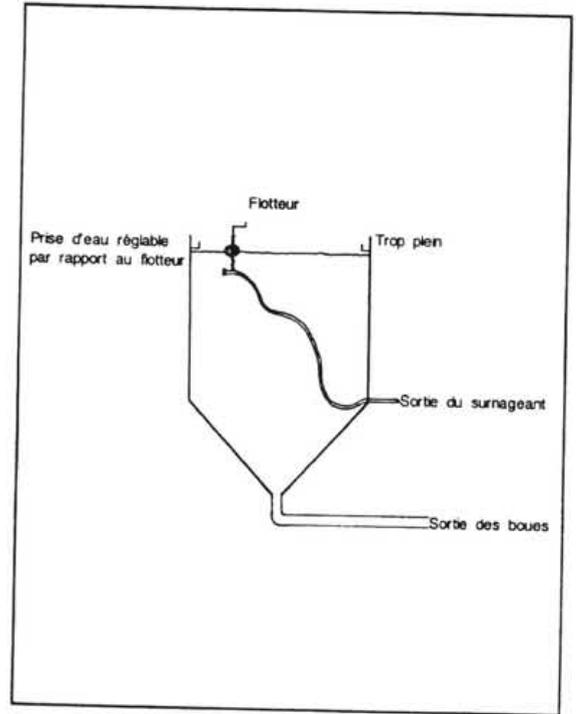


Figure 12 : Dispositif d'évacuation du surnageant.

- soit les boues seront évacuées sous forme liquide en vue d'épandage sur terres agricoles,
- soit leur utilisation sous forme solide imposera une déshydratation préalable.

Filière liquide

Sa mise en œuvre passe par la construction d'ouvrages de stockage des boues. Ces ouvrages, silos ou lagunes, doivent permettre une autonomie de stockage de 3 à 8 mois selon les conditions locales (climat, culture,...). Le volume de ces bassins n'excèdera pas 500 m³.

A noter que les surnageants des silos de stockage (concentrés et septiques) seront dans la mesure du possible épandus plutôt que renvoyés en tête d'un traitement biologique (foisonnement, moussage,...). En général, on ne constate pas de surnageant si l'épaisseur est correctement gérée.

Ces ouvrages seront impérativement brassés (homogénéisation du produit final) et doivent pouvoir être vidangeables. Une plate-forme de travail positionnée au-dessus du plan d'eau, à la verticale de l'agitateur est indispensable pour faciliter l'opération de soutirage des boues.

Il est nécessaire d'aménager une voirie lourde pour l'accès des engins au poste de prise des boues (photo 21).

Pour plus de détails, le lecteur pourra se reporter au document SATESE/CEMAGREF traitant de la gestion des flux de boues dans les stations.