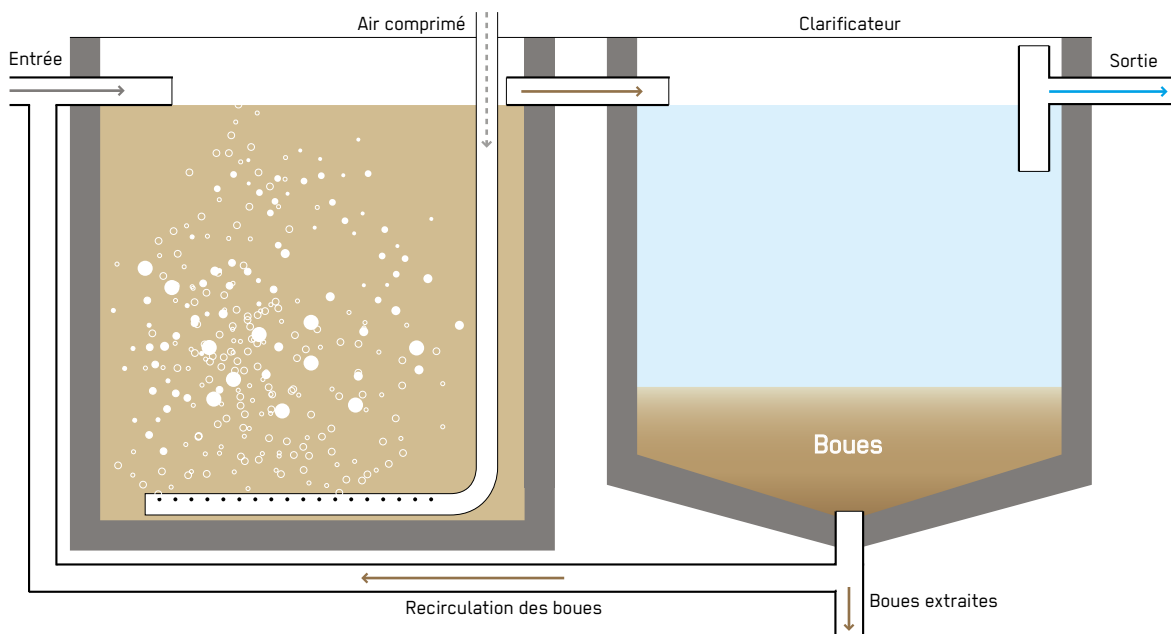


Boues activées

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|---|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | Ménage Partagé ★★ Public | Abattement de la DBO. Nitrification et élimination des nutriments. Réduction des agents pathogènes |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★★ Élevée | ● Eaux noires, ● Eaux grises, ● Effluent | ● Effluent, ● Boues |



Un procédé à boues activées désigne un réacteur à plusieurs cuves qui utilise une forte concentration de micro-organismes pour dégrader les matières organiques et éliminer les nutriments des eaux usées, afin de produire un effluent de haute qualité. Pour conserver des conditions aérobies et maintenir les boues activées en suspension, une alimentation continue et programmée en oxygène est nécessaire.

On peut utiliser plusieurs méthodes pour assurer le brassage et l'aération des eaux usées, par exemple en injectant de l'air ou de l'oxygène dans la cuve ou bien en utilisant des aérateurs de surface. Les micro-organismes oxydent le carbone organique des eaux usées pour produire de nouvelles cellules, du dioxyde de carbone et de l'eau. Les bactéries aérobies sont les organismes les plus répandus, mais des bactéries facultatives peuvent être présentes en même temps que des organismes de niveau supérieur. La composition exacte dépend de la conception du réacteur, de

l'environnement et des caractéristiques des eaux usées. Plusieurs semaines sont nécessaires pour que les micro-organismes se développent et assurent la stabilité du processus biologique. Les floccs (agglomérations de particules de boues) qui se forment dans la cuve aérée sont éliminés dans la cuve secondaire, qui est un clarificateur à décantation gravitaire. Les boues excédentaires sont partiellement digérées et récupérées pour alimenter le processus biologique. Dans un bioréacteur à membrane immergée (IMBR), le réacteur à boues activées est combiné avec un dispositif comportant une membrane à microfiltration ou à ultrafiltration. En passant par la membrane, l'eau traitée est séparée des boues. Il est possible de se doter d'un système préfabriqué ou de le construire sur place. L'IMBR est une technologie compacte et efficace pour le traitement des eaux usées municipales (et industrielles). Le principal frein à la diffusion de cette technologie est l'encrassement de la membrane, qui réduit considérablement ses performances, sa durée de vie ainsi que les coûts de fonctionnement et d'entretien.

Considérations sur la conception : Les procédés à boues activées nécessitent généralement un traitement primaire qui élimine les particules solides décantables. Ils sont parfois suivis d'une étape finale de polissage (**POST**). Les procédés biologiques sont efficaces pour éliminer les matières solubles, colloïdales et particulaires. Le réacteur peut être conçu pour assurer la nitrification et la dénitrification biologiques, ainsi que l'élimination du phosphore. La conception doit se baser sur une estimation précise de la composition et du volume des eaux usées. L'efficacité du traitement peut être gravement compromise si le réacteur est sous- ou surdimensionné. En fonction de la température, le temps de rétention des matières solides dans le réacteur varie de 3 à 5 jours pour l'abattement de DBO, et de 3 à 18 jours pour la nitrification. Les boues excédentaires doivent être traitées afin de réduire leur teneur en eau et en matières organiques et d'obtenir un produit stabilisé pouvant être valorisé ou mis en décharge. Pour atteindre des objectifs spécifiques en termes de DBO, d'azote et de phosphore, on peut proposer des modifications, notamment le séquençage des réacteurs, les fossés d'oxydation, l'aération prolongée, les lits mobiles et les bioréacteurs à membrane.

Matériaux : En général, la cuve du réacteur à boues activées est en matière plastique ou en béton. Les aérateurs sont en acier inoxydable ou en plastique et la membrane est en caoutchouc. Il existe aussi des membranes céramiques, polymères et composites. Le matériau utilisé a un impact sur la propension à l'encrassement dans les bioréacteurs à membrane immergée.

Contexte : Le traitement des boues activées peut être une solution pertinente dans les phases de stabilisation et de relèvement en zone urbaine densément peuplée et dans des camps de grande taille. Il s'agit d'un traitement centralisé qui nécessite un personnel bien formé, une alimentation électrique constante et un système de gestion sophistiqué ainsi que des volumes d'influents importants. Cette technologie convient à tous les climats, mais la capacité de traitement est réduite dans les environnements plus froids. L'eau traitée peut être réutilisée.

Fonctionnement et entretien : Il est nécessaire de disposer d'un personnel technique formé. Les équipements mécaniques (mélangeurs, aérateurs et pompes) doivent être constamment entretenus. L'influent et l'effluent doivent être surveillés en permanence et il faut ajuster les paramètres de contrôle pour éviter des perturbations telles que l'élimination de la biomasse active ou le développement d'organismes nuisibles (par exemple les bactéries filamenteuses). L'accès aux installations ne doit être autorisé qu'au personnel formé.

Santé et sécurité : Les réacteurs à boues activées nécessitent beaucoup d'espace et dégagent de mauvaises odeurs, c'est pourquoi ils sont généralement situés à la périphérie des zones peuplées. Bien que l'effluent produit soit de haute qualité, il présente toujours un risque pour la santé publique et ne doit pas être directement manipulé. La teneur en agents pathogènes des boues après traitement est considérablement réduite, mais pas totalement éliminée. Les performances de réacteurs de type IMBR et la qualité du traitement peuvent être améliorées grâce à la membrane utilisée. Le personnel concerné doit être équipé d'un équipement de protection.

Coûts : Les coûts d'investissement des réacteurs à boues activées sont élevés. Ils varient en fonction de la facilité à se procurer les matériaux de construction ainsi que de leur prix et de celui de l'énergie. Les coûts d'exploitation sont également élevés en raison de la nécessité de disposer d'un personnel qualifié, des exigences de surveillance continue et des besoins énergétiques constants.

Aspects sociaux : L'installation d'un réacteur à boues activées ne peut être réalisée que dans des régions où l'on dispose de connaissances et d'une expérience de cette technologie ainsi que d'un personnel qualifié. En fonction du contexte culturel et des réglementations existantes, il peut y avoir des obstacles à la réutilisation de l'eau traitée.

Forces et faiblesses :

- ⊕ Résistant aux variations soudaines de matières organiques ou aux augmentations de débit
- ⊕ Abattement important de la DBO et des agents pathogènes (jusqu'à 99 %)
- ⊕ Élimination significative des nutriments
- ⊕ La conception peut être modifiée pour respecter des normes de rejet spécifiques
- ⊖ Consommation d'énergie élevée nécessitant une source d'électricité constante
- ⊖ Investissement et coûts d'exploitation élevés
- ⊖ Nécessite l'implication de personnel qualifié pour la conception et l'exploitation
- ⊖ Les pièces et les matériaux ne sont pas toujours disponibles localement
- ⊖ Occurrence de problèmes chimiques et microbiologiques complexes

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 205**