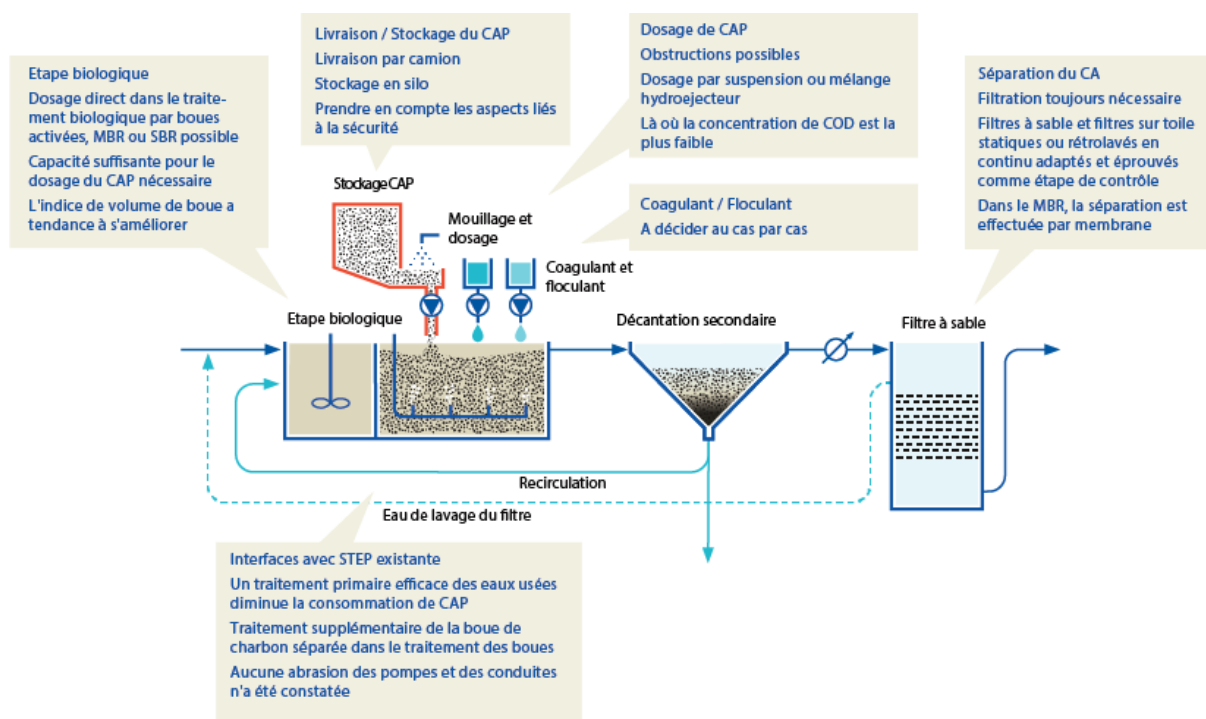


Fiche d'information - État actuel du dosage de CAP dans l'étape biologique

Contexte

À ce jour, une seule installation avec dosage de charbon actif en poudre (CAP) dans un traitement biologique par boues activées est en service à l'échelle industrielle. Des installations de dosage de CAP dans un bioréacteur à membrane sont également en cours de planification. Cette fiche d'information documente l'état actuel des connaissances. L'accent est mis sur le dosage de CAP dans un traitement biologique à boues activées, car il existe déjà de bonnes bases de travail à ce sujet ([1], [2], [3], [4], [5]) ainsi que des données sur une mise en œuvre à l'échelle industrielle [6].

Schéma



Ce procédé consiste à doser le CAP directement dans l'étape biologique, soit dans un traitement biologique par boues activées conventionnelle, soit dans une biologie membranaire (MBR). Si le dosage de CAP est effectué dans une biologie à boues activées conventionnelle, une filtration supplémentaire sur sable ou sur toile est nécessaire, afin de minimiser les pertes de CAP à la sortie de la station d'épuration [7].

Vous trouverez ici une [description du procédé](#) ainsi que des informations sur les [mises en œuvre à l'échelle industrielle](#).

État du procédé

Le dosage dans la biologie à boues activées est un procédé établi qui peut être exploité de manière stable. Les données concernant le dosage dans un MBR sont encore peu nombreuses, raison pour laquelle ce procédé est considéré « en voie de devenir un procédé standard ».

Dimensionnement

Le CAP est dosé dans la dernière zone de la biologie, où une part importante des matières organiques a déjà été éliminée. Un **temps de contact** de 30 minutes s'avère efficace. Pour le temps de séjour dans le **bassin de clarification**, environ 2 à 2,5 heures suffisent.

Ce procédé est une bonne alternative, en particulier pour les petites et moyennes stations d'épuration qui disposent d'un espace réduit. Mais il faut que le procédé de traitement biologique soit adapté et qu'il ait suffisamment de capacité en réserve. Comparés aux procédés CAP en aval du traitement biologique, les coûts d'investissement sont plus faibles, mais les coûts d'exploitation ont tendance à être plus élevés qu'une étape CAP placée en aval (par ex. dosage de CAP en amont du filtre à sable). En effet, le dosage de CAP dans la biologie nécessite généralement une plus grande quantité de charbon actif pour obtenir le même rendement d'épuration.

Il est recommandé d'éviter les pertes de charge inutiles dans les conduites et les zones mortes, afin de prévenir les dépôts dans les conduites de dosage de la suspension de CAP. Les tubes rigides peuvent également être remplacés par des tuyaux souples. Une pompe et une conduite d'eau brute se sont révélées efficaces pour le CAP. À défaut, des dysfonctionnements peuvent apparaître (variations de pression ou débits variable), si l'eau motrice est distribuée à partir de l'installation d'eau industrielle. Les petites variations de pression lors du dosage permettent de prévenir les obstructions, car elles provoquent la dilatation et la contraction des tuyaux.

L'ajout de CAP, des coagulants et des floculants au même endroit, dans un rayon d'un mètre environ, a fait ses preuves.

Le charbon actif en poudre est stocké dans des silos dont le nombre et la taille dépendent du dimensionnement de l'étape micropolluants et de la quantité de CAP nécessaire. Les installations de taille importantes comme la STEP de Schönau et la STEP du lac de Thoun sont équipées de deux silos et les installations de taille plus petite comme la STEP de Wetzikon réalisent l'étape CAP avec un seul silo pour des raisons de coûts d'investissement. Lors de la phase de planification, l'équipe d'ingénieurs détermine la variante la plus économique pour le site concerné. L'avantage d'un dosage avec deux silos réside dans une plus grande flexibilité lors des livraisons de charbon actif, car l'exploitant peut vider entièrement l'un des deux silos alors que le second est disponible lors de l'attente de la livraison. Pour déterminer le volume des silos, il faut tenir compte du fait que le CAP injecté pendant le remplissage nécessite plus de volume que le CAP au repos. Pour les installations de taille importantes, une seconde station de dosage peut s'avérer pertinente. En effet, cela permet

de poursuivre le dosage de CAP, même si une station de dosage est hors service en raison de défauts (bouchage par exemple).

Aspects liés à l'exploitation

- Pour les procédés avec charbon actif, nous recommandons actuellement de surveiller la concentration en matières en suspension (MES) en sortie de STEP dans différentes conditions de fonctionnement, aussi bien avec des mesures de MES et de turbidité que des mesures directes de pertes de charbon actif. Fréquence recommandée pour la mesure des pertes de charbon actif : la moitié du nombre d'échantillons MP visant à déterminer le taux d'épuration conformément à l'OEaux, au moins deux fois par an. Plus d'informations à ce sujet dans [8].
- En complément des mesures périodiques des pertes de charbon actif, la station d'épuration peut déterminer elle-même les pertes approximatives de CAP. Pour ce faire, elle utilisera une méthode utilisant les valeurs de gris¹, qui consiste à analyser la couleur des filtres MES. Cette analyse est facilement réalisable dans le laboratoire de la STEP.
- Il est important que l'étape de traitement biologique présente des réserves de capacité, car le CAP augmente la teneur en matière sèche (MS). La proportion de CAP dans les boues activées est d'environ 18 %, ce qui correspond à environ 0,5 g MS/l. La surveillance en ligne de l'âge des boues avec une sonde MS dans le bassin à boues activées et une sonde MS dans les boues excédentaires a fait ses preuves.
- Les boues recirculées doivent être ramenées le plus rapidement possible dans le bassin biologique par pompage. Il est important que la suspension de CAP parvienne dans l'étape de traitement biologique avec les boues. Lors de la décantation secondaire, les boues et le CAP se déposent au fond du bassin et n'entrent donc pas en contact avec les micropolluants. C'est pourquoi les boues ne doivent pas séjourner trop longtemps dans le bassin de décantation secondaire. Le voile de boues doit être surveillé environ une fois par semaine.
- En cas de pluie, il s'est avéré utile d'interrompre l'extraction des boues excédentaires et d'augmenter la recirculation interne dans la biologie. Le CAP reste ainsi plus longtemps dans le système. Cela n'est possible que pour une durée limitée, sinon l'accumulation des matières sèches serait trop importante. Cette durée dépend de la durée et de l'intensité de l'événement pluvieux et doit être déterminée en fonction de l'âge des boues et de la teneur en MS dans la biologie.
- Le système de pesage est la pièce maîtresse de l'installation de dosage, car c'est à cet endroit que le dosage peut être le mieux optimisé. Le dosage au moyen d'une pompe hydroéjecteur a fait ses preuves, mais il est important de bien mouiller le charbon. Pour un dosage précis, il est primordial de procéder à une surveillance et à des calibrages réguliers.
- Pour minimiser les dépôts de CAP dans les conduites de dosage, une vitesse d'écoulement minimale de la suspension de CAP de 1,5 à 2 m/s est recommandée. Les éventuels dépôts peuvent être éliminés avec de l'acide. Les pompes doivent être rincées à l'eau avant un arrêt prolongé.

¹ Méthode utilisant les valeurs de gris : cette nouvelle méthode de mesure des pertes de CA, développée par la FHNW, permet à la STEP d'effectuer des prélèvements et des analyses de manière autonome. Le rapport final devrait être publié en octobre 2022.

- La dose de CAP est d'environ 2,5-3 mg de CAP/mg de COD. Selon le charbon utilisé, cette dose spécifique peut être nettement plus élevée. Un changement de charbon implique donc un ajustement du dosage. Dans les biologies membranaires, la dose de CAP est généralement plus faible, mais il n'y a pas encore beaucoup de données d'installations exploitées à l'échelle industrielle.
- En raison de la grande quantité de CAP présente dans le système, le procédé est très lent et peut compenser des variations de COD en entrée. Il n'est pas nécessaire d'adapter la quantité de dosage en cas de variations passagères du débit entrant (par ex. en cas de pluie).
- Certains aspects techniques de sécurité doivent être pris en compte lors de la manipulation du charbon actif en poudre. Ceux-ci sont décrits dans [9].
- L'expérience montre que le temps consacré à l'entretien d'une station d'épuration de taille moyenne s'élève à environ 2-3 heures par semaine

Questions ouvertes

- Dans la mesure où les modifications apportées au dosage de CAP ne sont visibles qu'après un délai de plusieurs semaines en raison de l'inertie du système, les optimisations prennent du temps. Il ne reste donc plus beaucoup de marge de manœuvre pour réaliser des essais, car des analyses MP doivent être effectuées à intervalles réguliers. Il serait intéressant de faire un test d'arrêt : après l'arrêt du dosage, combien de temps faut-il pour que le rendement d'élimination des composés traces diminue ?
- Avec d'autres procédés au CAP, des mesures UV 254nm sont effectuées à l'entrée et à la sortie de l'étape MP, afin de déterminer si l'installation CAP fonctionne normalement. Des sondes UV placées à l'entrée de la biologie ne fournissent pas de valeurs de mesure fiables. Il manque donc encore actuellement un paramètre en ligne approprié qui pourrait être utilisé comme paramètre de remplacement ou du moins comme point de repère pour évaluer le rendement d'épuration.
- Il n'existe pas encore de procédure uniforme pour l'assurance qualité des livraisons de CAP. Il convient de veiller à ce que le CAP contienne le moins de corps étrangers possible. Si le prix est calculé en fonction du poids, il est important de contrôler la teneur en eau.
- La méthode de mesure pour analyser la concentration en charbon actif en sortie de STEP a été optimisée. [10] Les futures mesures effectuées avec la méthode optimisée fourniront des données encore plus précises sur la rétention de charbon actif.

Adapté aux petites STEP de moins de 10 000 EH

- Le dosage direct dans la biologie convient bien aux petites STEP, surtout si elles ont peu d'espace en réserve et si elles disposent déjà d'une biologie à boues activées avec filtration finale ou d'une biologie membranaire.
- Il est recommandé d'utiliser une technique de mesure simple, fiable et nécessitant peu d'entretien.

Bilan

- Le dosage de CAP dans une biologie à boues activées est bien établi et permet un fonctionnement stable de l'installation.
- Le dosage de CAP dans un bioréacteur à membrane est en passe de devenir un procédé standard.
- Les coûts d'investissement sont relativement faibles. Cependant, comparé aux procédés Ulm ou dosage du CAP avant le filtre, il faut s'attendre à des coûts d'exploitation plus élevés en raison de la consommation plus importante de CAP, de l'ordre de 2,5 à 3 mg de CAP/mg de COD.
- Des réserves de capacités sont nécessaires dans l'étape de traitement biologique.
- Ce procédé permet d'obtenir une rétention élevée de charbon actif, car les floccs de liqueur mixte emprisonnent le CAP. La filtration finale au moyen d'un filtre à sable ou à toile réduit encore les pertes de CAP. Dans une biologie membranaire, le CAP est retenu efficacement.

Ressources bibliographiques

- [1] DWA-M 285-2 (2021) - Spurenstoffentfernung auf kommunalen Kläranlagen - Teil 2: Einsatz von Aktivkohle - Verfahrensgrundsätze und Bemessung
- [2] DWA (2016). Aktivkohleeinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung – Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe KA-8.6 «Aktivkohleeinsatz auf Kläranlagen». KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2016 (63) Nr. 12, S. 1062–1067
- [3] Meckes, J.; Metzger, S.; Kapp, H. (2014): Untersuchung zum Spurenstoffbindungsverhalten von Pulveraktivkohle unter anaeroben Bedingungen. Abschlussbericht
- [4] Frank, K., Thomann, M., Obrecht, J., Sobaszkiwicz, M., Boller, M., Freisler, P. (2015): Schlussbericht PAK im Belebtschlammbecken – Elimination von Mikroverunreinigungen in der ARA mit Pulveraktivkohle im Belebtschlammbecken. www.micropoll.ch.
- [5] Obrecht J., Thomann, M., Stoll J.M., Frank, K., Sobaszkiwicz, M., Boller, M., Freisler P. (2015): PAK-Dosierung ins Belebungsverfahren – Alternative zur nachgeschalteten Pulveraktivkohleadsorption. Aqua & Gas n°2, p. 20 – 32, www.micropoll.ch.
- [6] Unkan N., Bhend, T., Obrecht, J., Liechti K. (2021): PAK-Direktdosierung ins Belebungsbecken – Betriebserfahrung mit grosstechnischer Anlage. Aqua & Gas n° 4, p. 66-71, www.micropoll.ch.
- [7] Wunderlin, P., Meier, A., Grelot, J., et al., plateforme VSA « Techniques de traitement des micropolluants » (2019). Charbon actif en poudre : procédés de traitement et de séparation. www.micropoll.ch
- [8] Plateforme VSA « Techniques de traitement des micropolluants » (2019). État actuel de l'évaluation de la rétention de charbon actif – Fiche d'information. www.micropoll.ch
- [9] Wunderlin, P. et al., Plateforme VSA « Techniques de traitement des micropolluants » (2016). Aspects de sécurité relatifs à la manipulation de charbon actif en poudre (CAP) dans les stations d'épuration – Fiche d'information. www.micropoll.ch
- [10] Schlussbericht FHNW zur Optimierung TGA (prévu en octobre 2022)