Une nouvelle méthode pour le désembouage d'eaux stagnantes

Ute Urban, Dipl-Ing.
A. Heilmann, Prof.

Souvent, en plus de mesures de précaution, l'exploitation d'étangs exige l'enlèvement de la masse biologique. Cet enlèvement peut être réussi grâce à une aération efficace des sédiments et avec des conséquences nettement plus faibles sur l'environnement. Par le système d'aération linéaire Drausy la réduction douce des boues a été réussie, sans que l'on ait observé d'inconvénients pour l'eau de l'étang. De plus, cette technique présente les avantages suivants :
- positionnement adapté à des étangs de forme compliquée,
- coût plus faible que ceux des techniques connues,
- amélioration de l'équilibre écologique dans l'étang et pour la zone des berges,
- minéralisation des boues grâce à la réduction des substances organiques,
- suppression de la nécessité de désembouer.
Par cette méthode d'assainissement, la qualité des eaux de l'étang peut être améliorée. Grâce à la réduction des substances organiques le niveau d'oxygène sera relevé et les phénomènes de décomposition ralentiront.
Grâce à l'entretien de l'étang et des espèces y vivant, l'état biologique de l'étang ayant subi un tel assainissement ne subira pas de recul. Au contraire, l'étang peut, aussitôt après cet assainissement, reprendre ces fonctions. Du fait que l'espace vital, y compris pendant le traitement, n'est pas réduit et sa qualité est améliorée par le traitement, il n'y a pas d'inconvénients pour les espèces vivantes supérieures.

ABSTRACT
A new method for stagnant water sludge removal.
Often, in addition to precautionary measures, pond operation requires biomass removal. This removal can be achieved thanks to efficient sediment aeration, with significantly lower environmental impact. Using the Drausy linear aeration system, gentle sludge reduction was achieved without any observed negative effects on pond water. Furthermore, this technique presents the following advantages:
- positioning adapted to complex shape ponds,
- lower costs than other known techniques,
- improves ecological balance in the pond and on its banks,
- sludge mineralization through the reduction of organic substances,
- elimination of the need for sludge removal.
Using this sanitation method, pond water quality can be improved. Thanks to the reduction of organic substances, the oxygen level increases and decomposition phenomena decrease.
Thanks to the maintenance of the pond itself and the species living in it, the biological status of sanitized ponds is not threatened. On the contrary, these ponds can resume their functions immediately after sanitation. Due to the fact that the vital space is not reduced, even during treatment, and that its quality is improved by the treatment, there are no drawbacks for superior living species.

L'équilibre biologique des étangs artificiels n'est pas stable. La stratification des couches d'eau ne se met pas en place du fait de la profondeur, souvent faible. De plus, l'utilisation de l'étang par les hommes (par exemple pour l'élevage de poissons) entraîne des entrées supplémentaires de nutriments. De ce fait, ces eaux doivent être classées comme eutrophisées ou même hyper-eutrophisées. Un processus de sédimentation s'y produit.

Position du problème

Les schémas 1 et 2 décrivent les processus présents dans des étangs pour différentes concentrations d'oxygène. Dans un étang eutrophisé, la masse biologique morte coule au fond de l'étang. Au travers de réactions microbiologiques, l'oxygène est consommé

par les couches supérieures, et il en résulte que les couches plus profondes ne disposent pas d'assez d'oxygène. Cette biomasse morte forme une couche de boue croissante au fond de l'étang. À cause du fer, le phosphate libre va se trouver fixé dans cette boue. La réduction du fer libère à nouveau le phosphate. Cette réduction a lieu au travers de la croissance du photo-plancton induit par la lumière, croissance que l'on nomme la floraison des algues. Les espèces de poissons exigeantes ne peuvent plus vivre dans ces étangs du fait du manque d'oxygène.
Dans un étang alimenté de quantités suffisantes d'oxygène, des mouvements de matières se mettent en place entre les biomasses en constitution et en dégénérescence. La biomasse morte est minéralisée par des bactéries aérobies. Au fond de l'étang, la couverture suffisante des besoins en oxygène est assurée par des plantes. La formation de dépôts de boues sera faible.

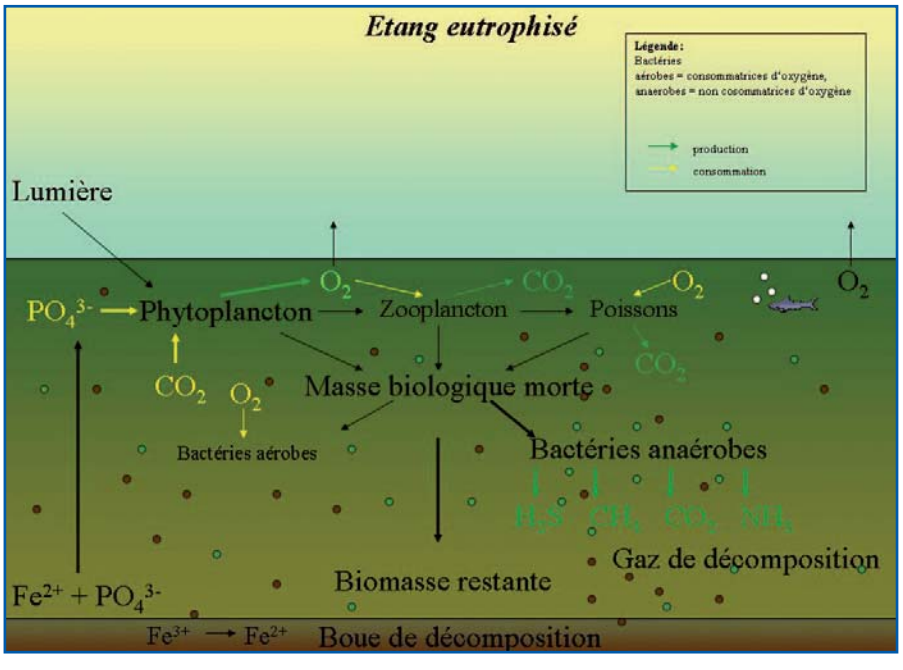


Schéma 1 : Métabolismes dans un étang eutrophisé.

Les mesures préventives

En premier lieu, on doit chercher à réduire l'apport en nutriments pour permettre à l'étang d'atteindre un nouvel état stable. Si cela n'est pas possible, ou si le processus de sédimentation est trop avancé, un désembouage est nécessaire. Pour cela, diverses possibilités existent, par exemple : le curage mécanique des boues ou l'utilisation de systèmes d'aération. Ces derniers peuvent agir soit dans les eaux de surface, soit en profondeur. Pour ce faire, de nombreuses méthodes ont été développées.

Avantages et inconvénients des méthodes conventionnelles de désembouage

Dans le désembouage traditionnel, les sédiments seront enlevés par des pelles mécaniques à partir des berges ou par aspiration à partir de pontons mobiles. Les boues extraites peuvent être déposées sur les berges ou bien, selon leur contenu toxique, elles doivent être déposées dans les lieux particuliers, ce qui entraîne des frais élevés.
En général, pour la mise en place des pelles mécaniques, des suceuses et des camions de transport, des passages fixes et de largeur suffisante sont nécessaires. Cela exige la plupart du temps une préparation conséquente. Le renforcement obligatoire des sols, l'apport de sable et la remise en état, suite aux dommages, entraînent de la circulation. Le désembouage mécanique élimine des eaux tous les restes d'éventuelles végétations aquatiques sous marines existantes.
En conséquence, l'étang aura régressé quant à son état de développement. L'intervention entraîne une modification radicale du système écologique.
Comme avantage du curage mécanique, il est certes possible de citer la courte durée de l'intervention avec cette méthode. En outre, des endroits particuliers ciblés peuvent être traités. L'enlèvement des boues supprime des nutriments. De ce fait, la production biologique primaire peut se trouver limitée et la création de nouvelles substances organiques freinée.
En ce qui concerne les coûts du désembouage mécanique, on peut les chiffrer à environ 150€/m².

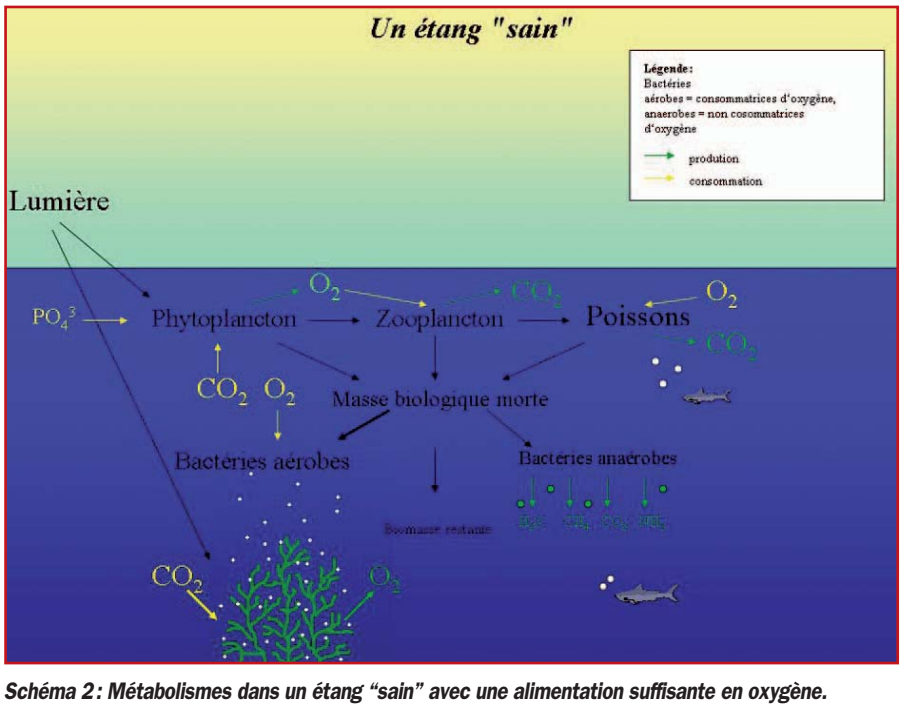


Schéma 2 : Métabolismes dans un étang "sain" avec une alimentation suffisante en oxygène.

Désembouage par les techniques biologiques

Généralités

Divers procédés de désembouage par des techniques biologiques ont déjà été développés. Par l'introduction intermittente ou constante d'oxygène, ils réduisent les nutriments dans l'étang et grâce à cela conduisent à la réduction des boues organiques.

Aération linéaire introduction

Une nouvelle technologie, "l'aération linéaire" a fait l'objet d'une première réalisation à Wenigerode en Allemagne (entre Hanovre et Berlin) et est objet de la présente

étude. Elle permet une technique de dispersion douce d'air, efficace et souple. Son spectre d'utilisation pour disperser un fluide dans un autre est d'ailleurs plus étendu.
Pour cette première réalisation, les modalités de fonctionnement correspondent à l'utilisation du tuyau Drausy comme système de dispersion tel que décrit dans le brevet EP 0824306 B1.
Grâce à une géométrie particulière et à l'utilisation d'un matériau de haute élasticité, les variations de pression interne sont compensées part les déformations de la section; de sorte qu'il devient possible d'injecter dans l'eau, à débit constant sur une grande longueur, un liquide ou un gaz. Cela est obtenu par le fait que des petits trous sont percés dans le tuyau à des intervalles réguliers; petits trous qui, grâce à la déformation de la section, sont agrandis quand la pression diminue et réduits quand la pression augmente
Par ce moyen, les débits de sortie de fluide à chaque trou sont égaux, car ils ne sont plus fonction de la chute de pression dans le tuyau. Grâce à cette nouvelle technique d'alimentation par le système de tuyau Drausy, on peut s'attendre à obtenir une amélioration conséquente de l'efficacité de l'utilisation du produit oxydant.

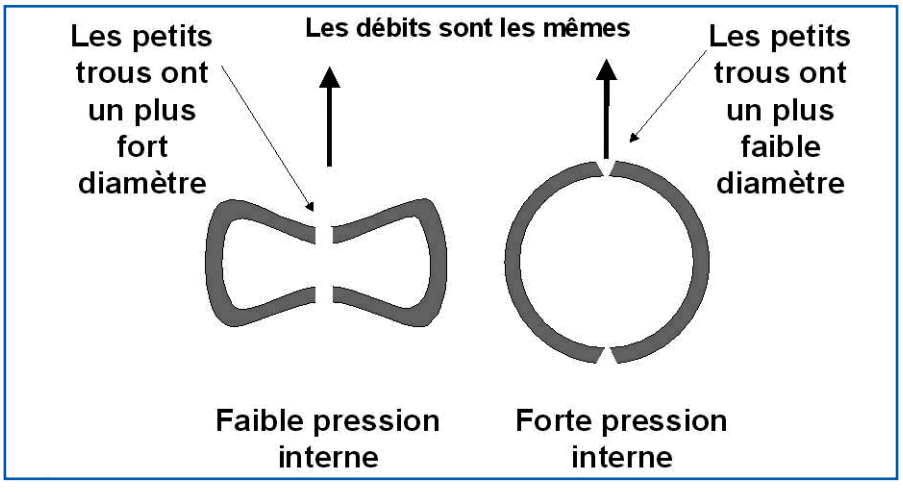


Schéma 3 : Principe de fonctionnement système Drausy.

Aération linéaire d'un étang - Étude in-situ

Le cas décrit dans cette étude, se situe dans le cadre de la préparation de l'exposition des jardins du "Land Saxe-Anhalt". Exposition qui se tiendra à Wernigerode en 2006. Un étang avec une surface de 8.500 m² et d'une profondeur moyenne de 1 m a été aéré avec un tuyau Drausy de 400 m. L'aération a fonctionné en continu du 19 août au 3 novembre 2003 avec la dispersion de fines bulles d'air (débit d'air de 120 l/min). Cela a permis la réduction de la couche de boues de 60 cm à 20 cm.
Durant l'intervention peu de tourbillons ont été constatés du fait que l'aération se faisait par de fines bulles d'air. Du fait que les boues étaient maintenues dans une situation aérobie, aucun usage de produits pour combattre les résidus du "relargage" du phosphore des sédiments n'ont été nécessaires.
La réduction de la hauteur des boues est attribuée à deux causes:

- La partie organique des boues diminue grâce à l'action des bactéries
- Par le traitement aérobie de longue durée, les caractéristiques granulométriques de la boue sont modifiées en sorte qu'elle prend une structure nettement plus compacte.

Au cours des 7 semaines de traitement, le fonctionnement du compresseur assurant la production d'air comprimé a nécessité journellement environ 57 kWh.

Effets sur la durée

Grâce à l'aération continue de l'étang, y compris durant la période nocturne, un milieu aérobie constant est maintenu dans l'étang et détruit continuellement la boue. On arrive jusqu'à une nitrification, c'est-à-dire que l'ammoniac contenu dans l'eau est transformé en nitrate. Le nitrate peut alors être utile comme d'apporteur d'oxygène et pour aider à maintenir en état aérobie les étangs et étendues d'eau situés en aval du lac. Là, la poursuite de la décroissance des nitrates par transformation en azote a lieu et aide à éviter un état anaérobie.
Après la fin de l'intervention, les liaisons phosphore dans les sédiments plus avancés dans leur minéralisation seront fortement contrariées. Ces processus conduisent à un équilibre durable étant donné que les nutriments en provenance de l'eau elle-même seront réduits et la production primaire d'algues se trouvera limitée. De ce fait, la formation de nouveaux sédiments sera réduite pendant un certain temps. Avec une aération minimale calculée en fonction de mesures, il est possible de maintenir durablement le milieu aérobie. Grâce l'extension de la minéralisation des sédiments restants, la culture de plantes aquatiques "supérieures" est possible.

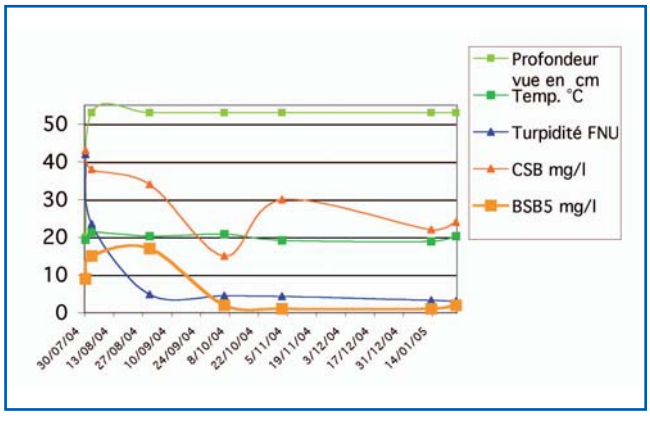
Recherche en laboratoire

Conditions de l'expérimentation

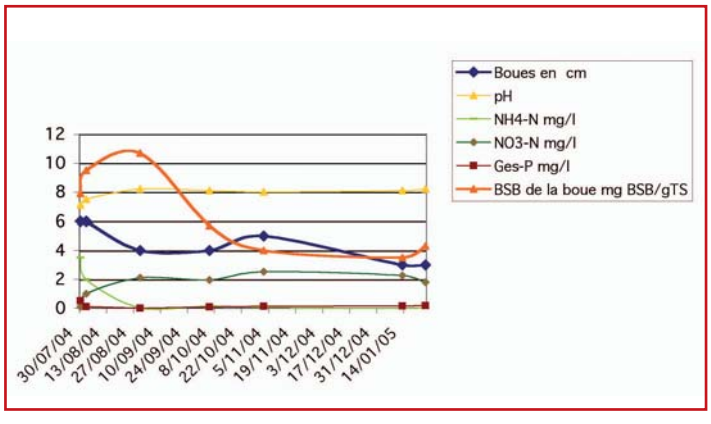
Parallèlement aux essais d'assainissement d'étang de Wernigerode en plein air, l'assainissement au moyen de l'aération par le tuyau Drausy a été recréé en laboratoire.
Un récipient ouvert, sans trop plein, a été rempli de 400 litres d'eau d'étang très chargée en matières organiques et 150 litres de boues. Le niveau d'eau atteignait ainsi environ 55 cm. Un tuyau Drausy avec 1,5 bar de pression assurait en continu l'aération. L'essai a été débuté le 30 juillet 2004 et a été poursuivi jusqu'au 14 janvier 2005.

Résultats

Le graphique n° 1 montre les résultats de la simulation en laboratoire. La température a été maintenue presque constamment à 20 °C, en sorte que les conditions de l'essai étaient optimales.
Au bout d'une semaine, il était possible de voir jusqu'à une profondeur maximale de 53 cm, c'est-à-dire jusqu'au fond. De là, il est possible d'en déduire que l'aération n'a entraîné que peu soulèvement de boue.
Contrairement à ce que l'on eût pensé, la turbidité de l'eau au cours de 4 semaines a pu être descendue et maintenue à la valeur basse de 3-4 FNU. La consommation et ainsi le besoin biologique en oxygène (BSB5) dans la phase aqueuse a pu, après être monté au début à 17 mg/l, ce qui peut être expliqué par l'utilisation par les matières contenues dans la boue, être réduit à 1-2 mg/l. Déjà après 72 jours, le besoin en oxygène a pu être réduit à un minimum.
En parallèle, le besoin chimique en oxygène (CSB) a été relevé.
Durant l'essai, la perte par évaporation a dû être compensée par un apport de 10 litres d'eau d'étang par semaine. L'augmentation du CSB en novembre doit être expliquée par l'impact de l'apport d'eau.
Le graphique n° 2 les autres paramètres étudiés: azote d'ammonium et de nitrate, contenu en phosphate, valeur du PH, épais-



Graphique N° 4 : Résultat de l'essai en laboratoire de l'eau de l'étang de Christianental.



Graphique N° 5 : Résultats des essais en laboratoire de l'eau de l'étang Christianental.

seur de boue et consommation de la boue en mg BSB5 par gramme de substance sèche.

La consommation en oxygène de la boue a pu en parallèle au BSB5 de la phase aqueuse être réduite. En fait, la réduction au niveau bas constant d'environ 4 mg BSB5/mg, a été atteinte le 5.11.2004, à savoir environ 4 semaines plus tard que pour la réduction de la charge de la phase aqueuse.

Après la réduction du besoin en oxygène des phases aqueuse et de boue au 05.11.04, l'épaisseur de la boue s'est trouvée diminuée de manière significative, en global de 50 %.

De cela, on peut en déduire que le désembouage peut être réalisé après une durée de traitement d'environ 3 mois. De ce fait, pour un assainissement, il faut planifier une durée de 4 à 6 mois.

Dès le début de l'essai, la valeur du pH est montée de 7,1 à 8,0-8,2.

La perte d'ammonium de 3,5 mg/l et la formation de nitrate de 2,5 mg/l se sont produites au cours des 4 premières semaines.

Cependant, une valeur critique n'a pas été atteinte. Le développement des phosphates totaux est similaire. La charge de l'eau a été rapidement réduite de 0, 5 mg/l à moins de 0,2 mg/l. En cela, nous supposons qu'il s'agit plus d'un dépôt sous forme sédimentaire que d'une diminution des phosphates.

Conclusions des résultats de laboratoire

Globalement, la simulation montre que dans les conditions de l'étude, la réduction de la masse organique dans les sédiments d'étangs est possible.

À des conditions de température favorables (>15 °C) une durée d'assainissement de 4 à 6 mois est à prévoir.

Avantages et inconvénients de l'aération linéaire pour le désembouage des étangs

Par comparaison au désembouage par traitement mécanique une série d'avantages du traitement par aération linéaire existent. L'utilisation d'un tuyau flexible pour l'aération permet une mise en place dans des étangs, même de forme compliquée. La consommation électrique est de l'ordre de 1,9 kWh par mètre cube de boues. Grâce à la dispersion de l'air en très petites bulles, les échanges de matière ont un très bon rendement et le volume d'air nécessaire est faible. En raison de la faible taille des bulles, il y a moins de tourbillons car la vitesse de remontée des bulles est faible. De plus, une disparition des boues plus rapide dans une durée de 7 semaines a été observée. Cependant, un temps de traitement d'au moins 12 semaines est recommandé.

Tous les coûts pour un désembouage biologique sont les dépenses pour mettre en place le compresseur, le tuyau et le coût de location d'un container pour travaux. Pour les coûts de consommation d'électricité, il faut compter un prix pour l'intervention de 15 à 20 €/m³ de boues, par exemple 2,75 à 4,00 €/m². Avec ces éléments le prix une telle intervention se situe très largement en dessous du désembouage par voie mécanique, et également de l'ordre de 30 % en dessous des coûts d'autres systèmes d'aération de sédiments [1].

Depuis les essais décrits dans cet article une dizaine d'étangs ont été désemboués avec succès grâce au procédé Drausy.■

(1) Koch, Spieker (1999) : Entschlammung flacher Stillgewässer/Parkteiche, Stadt + Grün : das Gartenamt; Organ der Ständigen Konferenz der Gartenbauamtsleiter, Hannover, Heft 5/99, S. 318-321.

Format 13.5 x 21cm - 254 pages
ISBN 2-900086-75-2
Prix public TTC : 28 €

La guerre de l'eau aura-t-elle lieu ?
de M. Nguyen TIEN-DUC, Membre de l'Académie de l'eau

Qu'est-ce qui est plus précieux que l'or ou le pétrole ? Plus nécessaire que le blé ou le riz ? Tout simplement l'eau. L'eau douce, l'eau salubre, l'eau pure, l'eau vive. L'eau pour nourrir son corps, pour arroser ses cultures, pour faire tourner son industrie. L'eau des pratiques sociales, économiques et sanitaires. Sans eau, l'homme meurt, les récoltes dépérissent, les troupeaux sont condamnés, les usines s'arrêtent.

Il n'est donc pas étonnant que de tout temps, la maîtrise de l'eau, source d'approvisionnement, et en même temps voie de communication ou frontière naturelle, a toujours retenu l'attention de l'homme. Dès que l'eau devient rare, il cherche à la garder pour lui seul. S'il n'en a pas suffisamment, il cherche à la conquérir. Au besoin chez le voisin. Et, si nécessaire, au moyen des armes. Dans un monde où l'approvisionnement en eau est limité en quantité, où la demande double tous les trente ans, et où un pays sur six reçoit plus de la moitié de son eau d'un pays amont, le risque est grand de voir l'eau devenir l'objet de convoitises. Ceux qui sont enclins à la guerre pourront alors trouver dans l'eau prétexte au combat.

La communauté internationale saura-t-elle prendre la mesure de ce phénomène hydropolitique déstabilisateur ? N'est-il pas temps de chercher à éviter le risque de voir la pénurie dégénérer un jour, dans des régions potentiellement hydroconflictuelles, en bains de sang ?

Editions JOHANET : 60, rue du Dessous des Berges - 75013 PARIS
Tél. : +33 (0)1.44.84.78.78 - Fax : +33 (0)1.42.40.26.46
www.editions-johanet.com