

Article

« Nouvelles trappes à sédiment destinées aux milieux peu profonds vidangeables »

D. Banas, S. Capizzi, G. Masson, L. Leglize, P. Wagner et J. C. Pihan

Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 15, n° 1, 2002, p. 263-272.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/705451ar>

DOI: 10.7202/705451ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

Nouvelles trappes à sédiment destinées aux milieux peu profonds vidangeables

New sediment traps for drainable shallow freshwater systems

D. BANAS^{1*}, S. CAPIZZI², G. MASSON¹, L. LEGLIZE¹, P. WAGNER¹, J.C. PIHAN¹

SUMMARY

Sediment traps are a unique tool that can be used to investigate particle settling flux throughout the water column, whereas other methods such as sediment dating can only measure accumulation rates of bottom sediments. Several works on trapping efficiency have shown that cylindrical traps with height/diameter ratio greater than to 5 (10 in turbulent systems) are the more appropriate instruments to correctly measure the downward settling flux of particulate matter. Furthermore, traps with a diameter narrower than 5 cm should be avoided. It is well documented that bottle-type vessels overestimate the settling sediment whereas funnels and flat containers underestimate it. All this support the idea that an ideal trap must be at least 25 cm high, and in this sense, numerous studies investigating shallow aquatic systems have neglected a large proportion of the water column. Consequently, mechanical and biological processes occurring in this layer of the water column have not been taken into account.

We have overcome this problem with a structure composed of two parts (*figure 2*).

The first part is a receptacle (bucket) buried in the sediment and intended to receive cylindrical traps. The top of the receptacle is placed 2 cm above the sediment. A guide made of a rope covered with a PVC tube is placed in the centre of the receptacle. This receptacle is intended to receive cylindrical traps whose tops stand less than 5 cm higher than the surface of the sediments.

1. UPRES EBSE, Équipe de production des écosystèmes et écotoxicologie, Université de Metz, Campus Bridoux, F 57070 Metz, France.
2. Laboratoire de parasitologie et bactériologie, UMR Université-CNRS 7564, Faculté de pharmacie, BP 403, F 54001 Nancy cedex, France.

Adresse actuelle : laboratoire d'écotoxicologie, UFR sciences exactes et naturelles, Université de Reims Champagne, BP 1039, 51687 Reims cedex 2, France.

* Correspondance. E-mail : damien.banas@oreka.com

Les commentaires seront reçus jusqu'au 31 mars 2003.

The second part is composed of seven cylinders (height/diameter ratio = 10) which are fixed in a PVC disc 600 mm in diameter and 15 mm deep. The cylinders are placed around the central axis of the PVC disc. The bottom of the cylinders is closed with a removable polyethylene cap. Another cylinder, through which the guide can slide, is placed on the central axis. The bottom part of this last cylinder is ballasted with concrete. The stability of this second part, during both deposition and removal steps, is ensured by the low density of the PVC disc, the ballast at the bottom of the central cylinder, and the symmetry of the structure. This removable part may be lifted from the receptacle with three 2 mm diameter ropes attached to the PVC disc and fixed to a float. This apparatus may be used as deep as five meters.

The sediment traps were tested in two extensively-managed fish ponds in North-Eastern France. Our investigations showed that tubes with a diameter between 26 and 140 mm could be efficiently used to estimate the sedimentation rate, whereas cylinders with a narrower diameter missed a large amount of particles. The use of tubes with a diameter above 50 mm, which is preferable for the study of turbulent systems, seems to allow the collection of sufficient sediment during a short period of time. We selected tubes with a diameter of 57 mm, which made it possible to handle them easily during the removal. Our investigations showed that in turbulent systems and for high sedimentation rates ($> 5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$), the top of the cylinders must be placed 1 cm above the top of the PVC disc. When considering low sedimentation rates ($< 5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$), we did not observe any significant differences between the cylinders placed 0 and 1 cm above the PVC disc.

Complementary investigations were conducted in order to compare sedimentation rates estimated 1) by the apparatus we designed, in which the top of the cylinders was placed 5 cm above the sediment surface, 2) by traditional traps (57 mm in diameter and a height/diameter ratio of 5) in which the top of the cylinders was 28.5 cm above the sediment surface.

These results showed that in shallow systems (1.2 m deep), traditional traps underestimate the downward settling flux of particulate matter by 35 to 79%. Furthermore, we compared the organic matter content of the sediment collected by the two types of traps with the organic matter content of bottom sediment, suspended particles, and submerged macrophytes. Results showed that the underestimation of particles was not only due to the resuspension of bottom sediment, but also to the sedimentation of phytoplankton and submerged macrophyte fragments which are not collected by the traditional traps.

Key-words: sediment traps, sedimentation, shallow freshwater-systems.

RÉSUMÉ

Les mesures de taux de sédimentation en milieux aquatiques peu profonds sont rares et sont souvent réalisées à l'aide de méthodes inadéquates. Les trappes à sédiment utilisées ont au minimum 25 cm de haut. Par conséquent, pour beaucoup de milieux peu profonds, plus de 25 % de la colonne d'eau ne sont pas échantillonnés. Nous avons pallié ce problème en développant un réceptacle mis en place dans les sédiments et destiné à recevoir des trappes à sédiment cylindriques. Le sommet des trappes peut alors être situé à moins de 5 cm de la surface des sédiments. Ce système est utilisable pour des milieux de profondeur inférieure à cinq mètres. Nos résultats montrent que les trappes à sédiments généralement utilisées sous-estiment de 35 à 79 % du taux de sédimentation. Les particules négligées proviennent des flux sédimentaires primaire et secondaire.

Mots clés : trappes à sédiments, sédimentation, milieux aquatiques peu profonds.

1 – INTRODUCTION

Afin de comprendre les processus associés aux matières en suspension qui permettront d'établir un modèle efficace de fonctionnement des lacs, il est indispensable de disposer de méthodes fiables permettant d'estimer les flux de matière de la masse d'eau vers les sédiments. Contrairement à la datation, qui ne permet d'estimer qu'un taux d'accumulation du sédiment (DILLON *et al.*, 1990), les trappes à sédiment constituent l'appareillage le plus couramment utilisé pour obtenir une mesure intégrée du taux de sédimentation (ROSA *et al.*, 1994). Ce taux résulte, d'une part, du flux sédimentaire primaire (production autochtone et apports allochtones) et d'autre part, du flux sédimentaire secondaire de particules provenant de la remise en suspension des sédiments (EVANS et HAKANSON, 1992). L'étude du flux sédimentaire total utilise généralement des techniques bien établies destinées à étudier les milieux aquatiques profonds (EVANS et HAKANSON, 1992 ; ROSA *et al.*, 1994). L'estimation du flux total dans les milieux peu profonds est plus rare et utilise souvent des méthodes inadaptées (KOZERSKI, 1994).

L'objectif de cet article est, d'une part, de présenter et de tester une structure de trappes à sédiments adaptée aux milieux peu profonds, d'autre part, d'apprécier le volume de particules qui est généralement négligé par les trappes à sédiment standards.

1.1 Contraintes de conception

Bien que la capacité des trappes à sédiment à estimer correctement le taux de sédimentation soit discutée (BENOIT et HEMOND, 1988), l'erreur commise est inférieure à 20 % (ROSA *et al.*, 1994). Ce biais est comparable à celui induit par les méthodes de datation (BLOESCH et EVANS, 1982). Afin de minimiser l'erreur induite, l'influence des trappes sur les flux d'eau et de particules doit être la plus faible possible. De plus, l'intérieur de la trappe doit constituer une zone d'eau calme en contact direct avec la colonne d'eau sus-jacente et permettre aux particules de sédimer sans perturbation. Le fond de la trappe doit être dépourvu de turbulence, évitant ainsi toute remise en suspension. Seule une trappe constituée d'un cylindre ouvert à son extrémité supérieure, caractérisé par un rapport hauteur/diamètre (h/d) supérieur à cinq en milieu lentique et supérieur à dix en milieu lotique permet de réunir ces conditions (BLOESCH et BURNS, 1980 ; BOYCE *et al.*, 1990). Afin de minimiser l'erreur d'estimation, le cylindre doit être placé verticalement et avoir un diamètre supérieur à quatre ou cinq centimètres (BLOM-QVIST et KOFOED, 1981 ; EVANS et HAKANSON, 1992). En laboratoire l'utilisation de containers plats ou d'entonnoirs entraîne une sous-estimation de 40 à 98 % du flux de particules alors que l'utilisation de bouteilles conduit à surestimer le flux de deux à dix fois (ROSA *et al.*, 1994). En conséquence, la trappe idéale destinée à étudier les milieux lenticques a une hauteur minimale de 20 à 25 cm et doit, lors de sa mise en place, être efficacement stabilisée selon un axe vertical.

1.2 Estimation du taux de sédimentation en milieu peu profond

En milieu océanique ou en lac profond, le sommet de la trappe peut être mis en place sous la couche de production de particules et ainsi estimer la totalité du flux de sédimentation primaire. En milieu peu profond, où la production peut

s'effectuer sur toute la hauteur de la colonne d'eau, les flux ne peuvent pas être estimés par ce type de trappes posées sur le fond. L'erreur commise lors de l'estimation diminue avec la profondeur à laquelle la trappe est située, mais ne tend vers zéro que lorsque le sommet de celle-ci est situé au niveau des sédiments (KOZERSKI, 1997). Cependant, dans ce dernier cas, la trappe pourrait être comblée suite à un mouvement latéral et de déversement des sédiments. L'exposition de la trappe à quelques centimètres du fond semble donc idéal.

2 - MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Site d'étude

Les expériences sont réalisées en étangs de pisciculture (domaine départemental de Lindre, Moselle, Nord-Est de la France) ayant des superficies de 7 et 34 ha et des profondeurs maximales respectives de 2,5 et 3 mètres (*figure 1*).

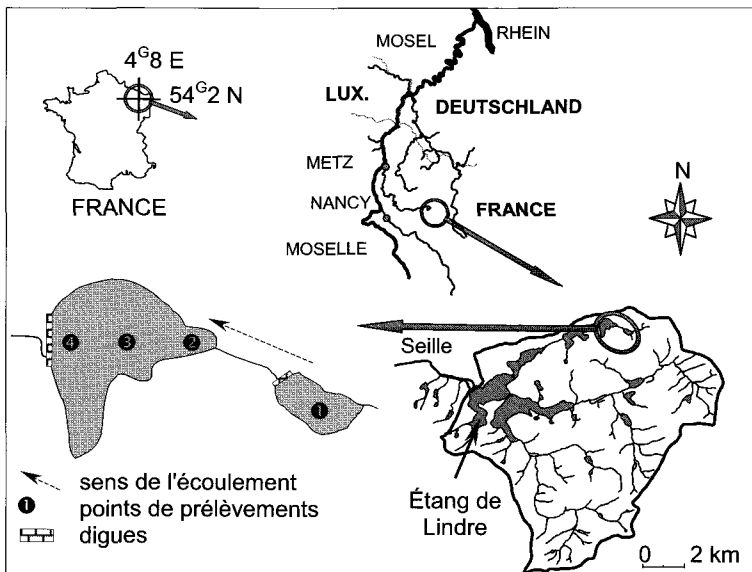


Figure 1 Carte du site d'étude.
Study site map.

2.2 Forme des trappes

La structure est constituée de cylindres ayant un rapport hauteur/diamètre égal à dix. Afin d'échantillonner la quasi-totalité de la colonne d'eau, la structure amovible s'insère dans un réceptacle permanent mis en place dans les sédiments durant la phase d'assec des étangs étudiés (*figure 2*). Le réceptacle, de forme tronconique, est solidarisé au substrat à l'aide de pieux métalliques (amarres

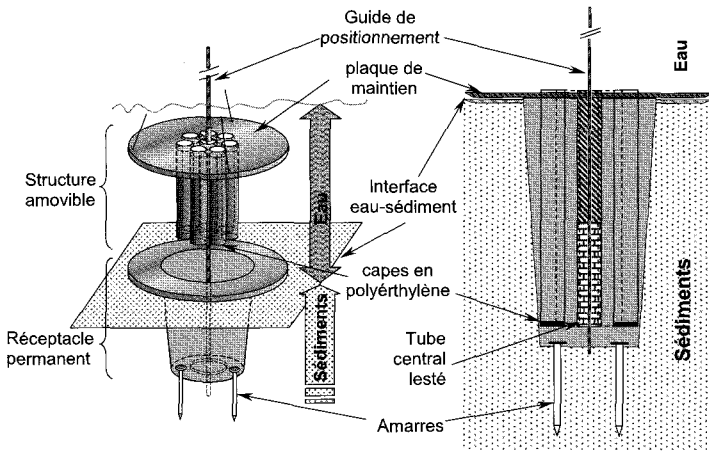


Figure 2 Schéma de la structure de trappes à sédiment.
Assembly diagram of sediment trap structure.

cadastrales de 600 mm Faynot®). Le fond du réceptacle est muni en son centre d'un guide de positionnement vertical constitué d'une corde gainée d'un tube PVC. La structure amovible est constituée de sept cylindres fixés par leur partie apicale à une plaque de maintien horizontal en PVC expansé de densité inférieure à 1. Les extrémités inférieures des tubes sont obstruées à l'aide de capes amovibles en polyéthylène alors que leur sommet reste ouvert. Un huitième cylindre lesté dans sa partie inférieure constitue l'axe central de la structure et permet le coulissement sur le guide de positionnement. La stabilité verticale de la structure lors des phases de pose et de retrait est assurée par le lest important dans la partie inférieure du tube central, par la faible densité de la plaque de maintien et par la répartition symétrique des sept cylindres autour de l'axe central. La structure amovible est récupérée à l'aide de trois cordes de deux millimètres de diamètre munies d'un flotteur et attachées à la plaque de maintien.

2.3 Expériences et analyses

2.3.1 Influence du diamètre des tubes

Lors d'une première expérimentation, dix tubes de diamètre interne compris entre 11 et 133,6 mm (à savoir : 11 ; 15,4 ; 26 ; 34 ; 44 ; 57 ; 74 ; 94 ; 118,6 et 133,6 mm) et de rapport h/d égal à dix sont testés. Les sommets des tubes sont placés durant 24 h à un mètre sous la surface au point 3 (*figure 1*).

2.3.2 Influence de la position des tubes de collecte

Des structures complètes, constituées de tubes de collecte de 57 mm de diamètre et 570 mm de haut sont testées lors de sept campagnes. Ces structures ont la particularité d'être constituées de trois tubes de collecte dont le sommet affleure la plaque de maintien et de quatre tubes dont le sommet non-affleurant est situé à 10 mm au-dessus de la plaque. Ces structures sont alors mises en place aux points de prélèvements 1, 2 et 3 (*figure 1*) pour une durée de 30 jours.

2.3.3 Comparaisons avec des trappes classiques

Six campagnes comparatives entre le dispositif décrit ci-dessus et des trappes cylindriques traditionnelles de 57 mm de diamètre et de rapport h/d égal à cinq sont réalisées au point 1. Le sommet des tubes de la structure se situe à moins de 5 cm au-dessus des sédiments alors que ceux des trappes classiques sont à 28,5 cm du fond. Les deux types de trappes sont distants de moins d'un mètre l'un de l'autre afin de minimiser les variations spatiales et sont installés 24 heures.

2.3.4 Mode opératoire

Lors de la mise en place, les trappes sont remplies d'eau prélevée dans l'étang et filtrée sur filtre Whatman GF/C. Après une période d'exposition, chaque échantillon collecté est centrifugé 20 mn à 4 500 g, le culot est séché durant 24 h à 105 °C puis pesé. La teneur en matière organique est obtenue par calcination à 525 °C durant 12 h. La couche supérieure et non compactée des sédiments de l'étang est prélevée à moins de deux mètres des trappes à l'aide d'un carottier de type Cemagref (Cemagref, 1980). Toutes les expérimentations sont réalisées en triplicats. L'analyse des résultats a été réalisée à l'aide du test de Wilcoxon-Mann-Whitney au risque $\alpha = 0,05$. Les masses de sédiment sont exprimées en matière sèche.

3 – RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 Influence du diamètre des tubes

Aucune différence significative des taux de collecte n'est observée pour les tubes de diamètre supérieur ou égal à 26 mm (*figure 3*), alors que BLOMQUIST et KOFOED (1981) observent une sous-estimation du flux sédimentaire pour des tubes de diamètre inférieur à 50 mm. Une sous-estimation du taux de sédimentation n'a été observée qu'avec les tubes de 11 et 15,4 mm. La forte teneur en particules fines des sédiments collectés (plus de 96 % d'argiles et limons) ainsi que la faible turbulence de la masse d'eau semblent permettre d'utiliser indifféremment des tubes de diamètre compris entre 26 et 133,6 mm. Cependant, seule l'utilisation de tubes de diamètre important, qui par ailleurs présentent un écart type moindre, permet de collecter une masse de sédiments suffisante pour la réalisation de dosages ultérieurs.

3.2 Influence de la position de l'ouverture des tubes de collecte

Des taux de collecte significativement plus importants dans les tubes affleurant à la plaque de maintien sont observés seulement lors de deux campagnes réalisées au point de prélèvement 2 (*figure 4*). Ces campagnes sont caractérisées par des taux de sédimentation supérieurs à 5 kg·m⁻²·mois⁻¹. De tels flux sédimentaires ne sont observés qu'exceptionnellement sur notre site d'étude, lors de conditions hydrodynamiques particulières (crue ou vidange de l'étang situé en amont). NOGES *et al.* (1999) ont cependant observé des taux atteignant

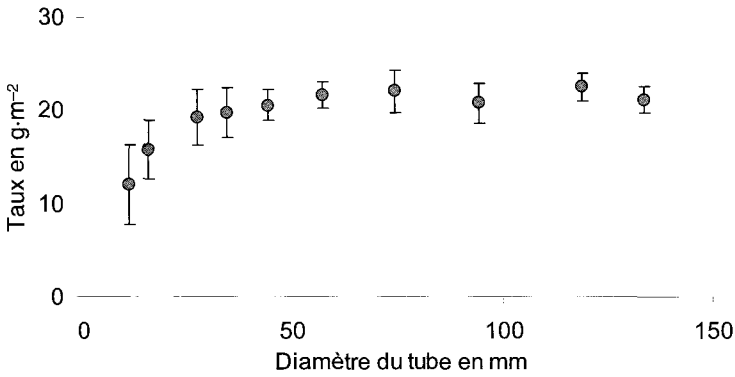


Figure 3 Influence du diamètre des cylindres sur l'estimation du taux de sédimentation.
Influence of cylinder diameter on the sedimentation rate estimation.

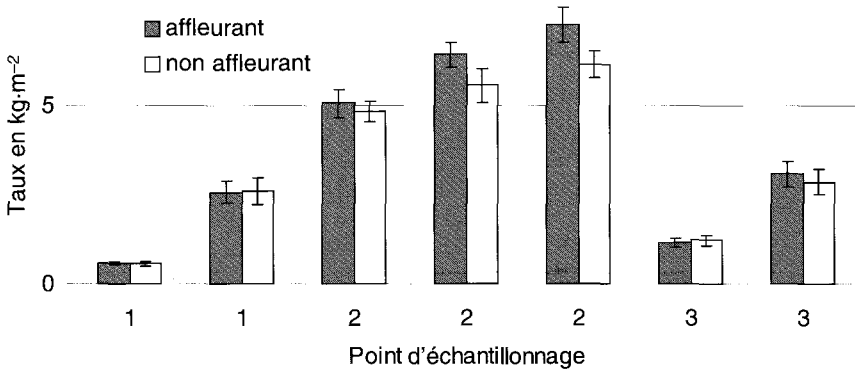


Figure 4 Influence de la position des tubes de collecte sur l'estimation du taux de sédimentation.
Influence of cylinder place on the sedimentation rate estimation.

21 kg.m⁻².mois⁻¹ sur des milieux peu profonds soumis à des vents réguliers alors que KOZERSKI et LEUSCHNER (1999) ont mesuré un dépôt maximum de 5,5 kg.m⁻².mois⁻¹ sur la rivière Spree (Allemagne). Cette surestimation par les tubes affleurant peut être due à un mouvement horizontal de la couche superficielle des sédiments déposés sur le fond.

Lors de la campagne réalisée au point 2 et présentant un taux de collecte inférieur à 5 kg.m⁻², aucune différence significative n'est observée entre les tubes affleurant et non-affleurant. De même, au cours des autres campagnes réalisées aux points de prélèvements 1 et 3 moins influencés par les apports d'eau provenant du bassin-versant, nous n'observons pas de différence significative des taux de collecte entre les tubes. En milieux turbulents et pour des taux de sédimentation importants, il semble cependant nécessaire de ne pas laisser les tubes de collecte affleurant à la plaque de maintien afin de ne pas surestimer le taux de sédimentation.

- tral Ontario lake. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47, 1269-1281.
- EVANS R.D., HAKANSON L., 1992. Measurement and prediction of sedimentation in small Swedish lakes. *Hydrobiologia*, 235/236, 143-152.
- KOZERSKI H.P., 1994. Possibilities and limitations of sediment traps to measure sedimentation and resuspension. *Hydrobiologia*, 284, 93-100.
- KOZERSKI H.P., 1997. Under which conditions can we expect realistic sediment trap measurements? *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26, 249-251.
- KOZERSKI H.P., LEUSCHNER K., 1999. Plate sediment traps for slowly moving waters. *Wat. Res.*, 33, 2913-2922.
- NOGES P., TUVIKENE L., NOGES T., KISAND A., 1999. Primary production, sedimentation and resuspension in large shallow lake Vortsjarv. *Aquat. sci.*, 61, 168-182.
- ROSA F., BLOESCH J., RATHKE D.E., 1994. Sampling the settling and suspended particulate matter. In: MUDROCH A., MacKNIGHT S.D. (Ed.), *Techniques for aquatic sediments sampling*, 97-130.
- WEYHENMEYER G.A., MEILI M., PIERSON D.C., 1995. A simple method to quantify sources of settling particles in lakes: resuspension versus new sedimentation of material from planktonic production. *Mar. Freshwater Res.*, 46, 223-231.