



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE



Liberté • Égalité • Fraternité
REPUBLIQUE FRANÇAISE

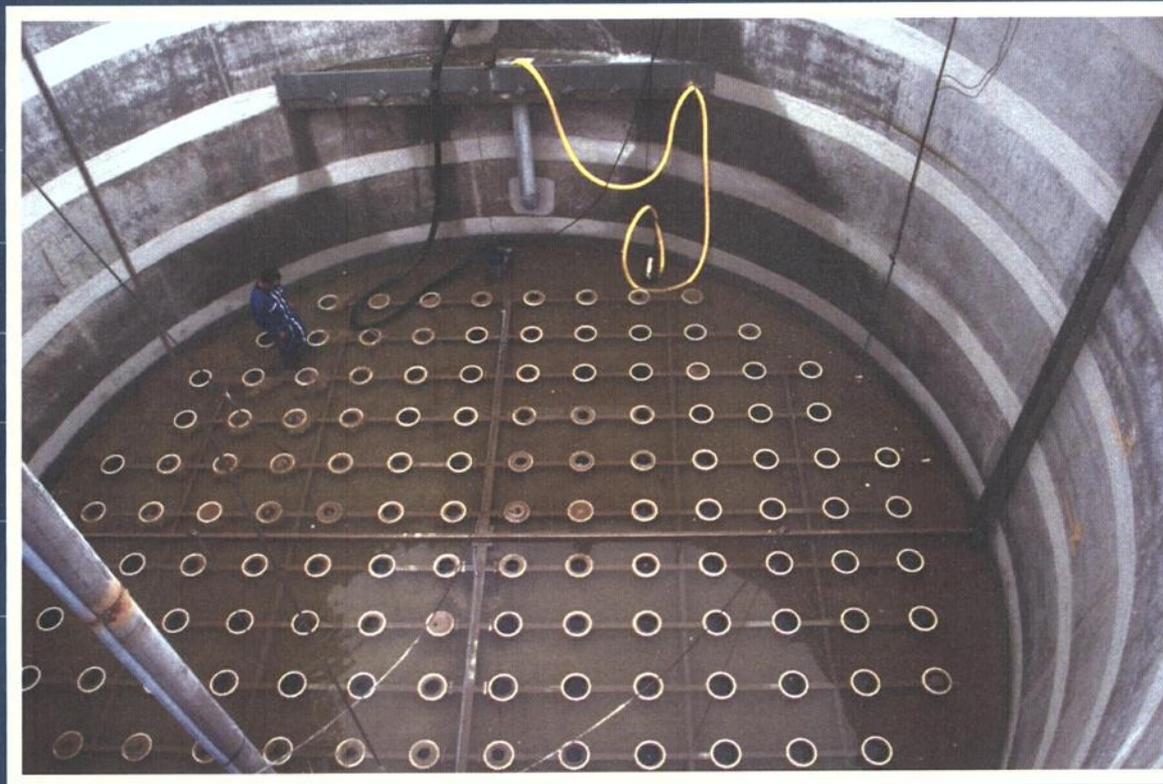
Document technique
FNDAE n° 26

Fonds national pour le développement
des adductions d'eau

Insufflation d'air fines bulles

Application aux stations d'épuration
en boues activées des petites collectivités

Philippe DUCHÈNE, Éric COTTEUX





Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

FNDAE n° 26
Document technique



Philippe Duchène, Éric Cotteux



Groupement d'Antony
UR Qualité et fonctionnement hydrologique
des systèmes aquatiques
Parc de Tourvoie
BP 44 - 92163 Antony Cedex
Tél. 01 40 96 61 21



La présente étude a été rédigée par Philippe Duchène et Éric Cotteux, l'ensemble des données utilisées ayant été acquises par les équipes spécialisées du Cemagref (Antony, Bordeaux et Lyon). Éric Cotteux et Pierre Mauricracc du Cemagref, groupement d'Antony, ont réalisé le plus grand nombre des mesures spécifiques à cette étude financée par le Fonds national pour le développement des adductions d'eau (FNDAE).

La saisie et la réalisation de ce manuscrit ont été assurées par Sophie Morin.

Nous remercions vivement Alain Héduit et Gaëlle Deronzier pour leur relecture attentive et constructive.

Crédit photographique

Couverture, p. 37 – Diffuseurs d'air fines bulles en bassin d'aération, S. Capela, Cemagref.

p. 3 – Agitateur grande pale, Y. Racault, nov. 2001, Cemagref.

p. 5 – Chenal d'aération, Y. Racault, nov. 2001, Cemagref.

p. 13 – Mesure de vitesse et de l'oxymètre, Vedrenne, janv. 2002, Cemagref.

p. 21 – Agitateur grande pale, Y. Racault, nov. 2001, Cemagref.

p. 25 – Chenal d'aération, Y. Racault, déc. 2001, Cemagref.

p. 38 – Mesure Pitot, Y. Racault, nov. 2001, Cemagref.

© Ministère de l'Agriculture et de la Pêche – ISBN 2-11-092853-0 ; © Cemagref 2002 – Cemagref Éditions – ISBN 2-85362-593-1
Insufflation d'air fines bulles. Application aux systèmes d'épuration en boues activées des petites collectivités. Philippe Duchène, Éric Cotteux (Cemagref) – Document technique FNDAE n° 26, 2002.

1^{re} édition coordonnée par le Cemagref : conception et création graphique : Julienne Baudel ; infographie : Françoise Peyriguer. Dépôt légal : 2^e trimestre 2002 – Impression : Jouve, 18 rue Saint-Denis, BP 2734, 75027 Paris Cedex 01. Document disponible sous forme numérique sur le site <http://www.eau.fnadae.fr>. Pour les tirages papier, les demandes sont à adresser au Cemagref, DSIC /IST, Parc de Touvoie, BP 44, 92163 Antony Cedex. Tél. 01 40 96 62 85, fax. 01 40 96 61 64.



Le

présent document a pour objectif de faire la synthèse des mesures et observations réalisées sur des installations en taille réelle de systèmes d'aération par insufflation d'air fines bulles et d'expliquer les variations d'efficacité de ces systèmes. Le parc visé est celui des stations d'épuration en boues activées des petites collectivités (de quelques centaines à quelques milliers d'équivalents-habitants).

Les remarques et raisonnements sont le plus souvent applicables à des installations de taille supérieure.

L'objectif est de fournir les bases d'une conception de ces systèmes d'aération permettant d'atteindre des performances de transfert supérieures, en conditions réelles de fonctionnement, à celles des autres dispositifs d'aération.

Les différentes dispositions de diffuseurs, dans les différentes formes de bassin d'aération les plus communes sont analysées afin d'en tirer des conclusions pratiques au plan de la conception de l'aération et des systèmes de brassage associés, que ceux-ci fonctionnent simultanément à l'aération ou en alternance avec celle-ci.





CHAPITRE I – INTRODUCTION	p. 7
LES BOUES ACTIVÉES	p. 7
L'AÉRATION DES BOUES ACTIVÉES	p. 8
CHAPITRE II – MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE	p. 15
LES MESURES DE PERFORMANCES D'AÉRATION	p. 15
LES INDICATEURS DE PERFORMANCES DE TRANSFERT D'OXYGÈNE	p. 17
CLASSIFICATION DES FORMES DE BASSINS D'AÉRATION ÉTUDIÉS	p. 18
LES COUPLES AÉRATEURS BASSINS ÉTUDIÉS	p. 20
CHAPITRE III – FACTEURS INFLUENÇANT L'EFFICACITÉ DU TRANSFERT D'OXYGÈNE EN DIFFUSEUR D'AIR FINES BULLES	p. 21
LES TYPES DE DIFFUSEURS	p. 21
LE DÉBIT D'AIR « PAR DIFFUSEUR »	p. 22
LA HAUTEUR D'IMMERSION DES DIFFUSEURS	p. 24
LA DENSITÉ DES DIFFUSEURS	p. 24
LA DISPOSITION DES DIFFUSEURS	p. 26

CHAPITRE IV. LES DIVERSES CONFIGURATIONS ET L'EFFICACITÉ DU TRANSFERT	p. 27
RÉSULTATS GLOBAUX	p. 27
LES PETITS CHENAUX ANNULAIRES	p. 29
LES « FAUX » CHENAUX	p. 32
LES BASSINS CYLINDRIQUES	p. 34
LES BASSINS PARALLÉLÉPIPÉDIQUES	p. 35
CHAPITRE V. CONCLUSIONS GÉNÉRALES	p. 37
LISTE DES ANNEXES	p. 40
BIBLIOGRAPHIE	p. 51



Les boues activées

La croissance des exigences de qualité des eaux épurées est évidente. Elle est manifeste dans la période actuelle par la mise en place récente d'une nouvelle réglementation dont la caractéristique principale est d'imposer le respect d'un seuil de fiabilité minimal. Ceci est explicite pour les installations conçues pour traiter les eaux usées de flux nominaux supérieurs à 120 kg de DBO/j (théoriquement 2000 équivalents-habitants (EH)). Implicitement la nécessité d'obtenir des performances de manière très régulière est et sera étendue, au moins psychologiquement, aux stations d'épuration de plus petite capacité.

Les performances minimales exigées sont relativement peu sévères notamment pour les petites stations d'épuration, rendant applicables de nombreux procédés d'épuration des eaux usées (cf. document technique FNDAE n° 22, 1998). Toutefois, la politique nationale réaffirmée de préservation ou de restauration des milieux aquatiques superficiels dulçaquicoles, prenant la forme d'objectifs de qualité des cours d'eau en particulier, vient nettement renforcer ces exigences. Cette politique nationale vient de



se trouver confortée par la publication de la Directive cadre européenne sur l'eau.

Dans l'état actuel des connaissances relatives aux impacts des divers flux polluants sur ces milieux, c'est l'azote ammoniacal qui est considéré comme l'élément nécessitant un abattement maximal, en tant que toxique pour la vie aquatique. C'est en tout cas le constat évident lorsqu'on rapproche les qualités d'eaux épurées classiques et les paramètres des objectifs de qualité Ia, Ib et II.

Ces exigences sur les flux d'azote ammoniacal ont servi à bâtir la logique des niveaux D_1 à D_4 de la circulaire du 17 février 1997 pour les installations soumises à déclaration (de 200 à 2000 EH) sans que cela soit visible afin de ne pas faire apparaître de contraintes plus importantes pour les petites collectivités que pour les grosses.

En pratique, les objectifs de rejet seront de plus en plus contraignants sur l'azote ammoniacal, ou sur l'azote Kjeldahl et les procédés utilisables, dans les conditions technico-économiques de la période, sont peu nombreux. On