

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/343962780>

Études Comparatives des Différents Systèmes Mécaniques Impliqués dans la Restauration des Lacs et Réservoirs partie2

Conference Paper · September 2005

CITATION

1

READS

6

4 authors, including:



A. Kettab

Université de Bouira

391 PUBLICATIONS 420 CITATIONS

SEE PROFILE



Gafsi Mustafa

Université Amar Telidji Laghouat

63 PUBLICATIONS 1,020 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Bioprospecting of biodiversity for new biological resources of social and economic significance [View project](#)



Projet Doctorat: Evolution qualitative et quantitative des eaux distribuées dans la ville de Nouakchott et ses impacts sur l'assainissement au niveau de la ville. [View project](#)

Études Comparatives des Différents Systèmes Mécaniques Impliqués dans la Restauration des Lacs et Réservoirs

Présentée par :

KETTAB¹ A.

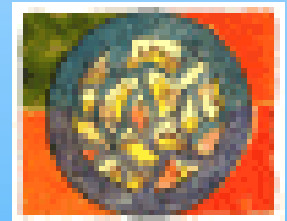
GAFSI^{1,2} M.

BENMAMAR¹ S.

BENZIADA¹ S.

*(1) Laboratoire de recherches en Sciences de l'eau : LRS-EAU/ENP
École Nationale Polytechnique, El Harrach, ALGER*

(2) Université Ammar Telidji de Laghouat,



1. INTRODUCTION

Les problèmes des qualités des eaux sont reliés à la réduction dans le contenu de l'oxygène dissous de l'eau, particulièrement dans les couches basses. Ces dernières peuvent se dégrader significativement, si l'oxygène dissous utilisé par les processus biochimiques n'est pas réapprovisionner par l'aération de la surface ou la photosynthèse. Le contenu d'oxygène dissous de l'eau est l'une des mesures de la qualité de l'eau.

La densité de stratification des lacs et les eaux des réservoirs est un fait commun. La stratification thermique des lacs et réservoirs peut résulter largement d'une perte d'oxygène de l'hypolimnion, lequel peut avoir des impacts négatifs sur l'eau froide des poissons, l'eau d'alimentation et la qualité de l'eau à l'aval.

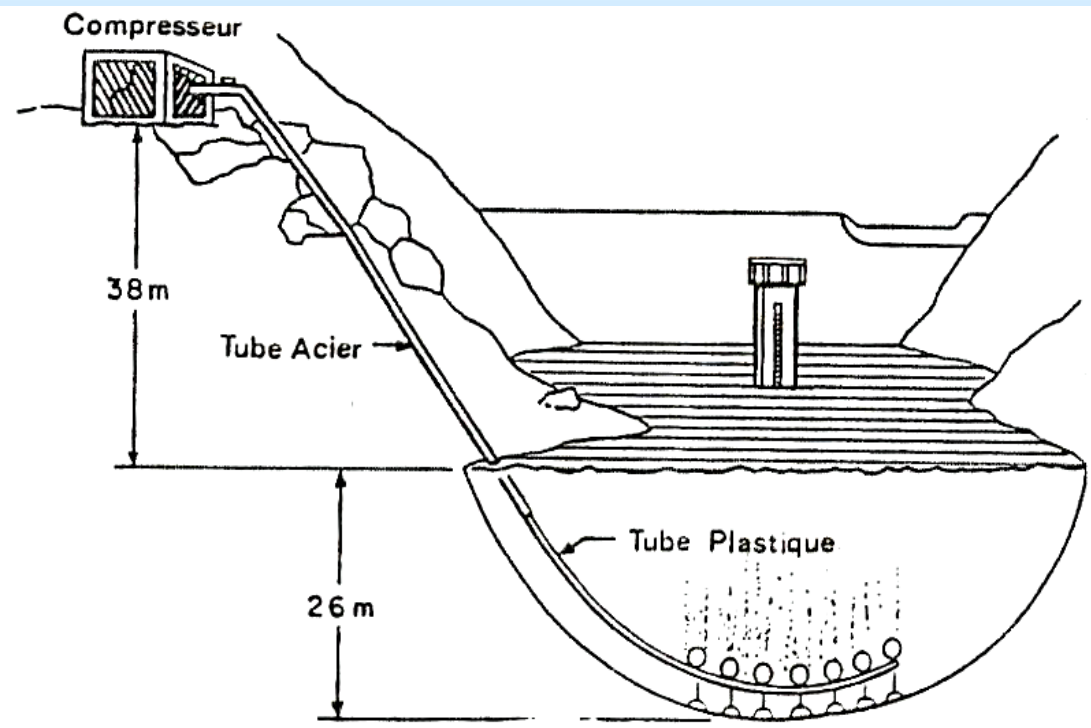
Ce déficit ne présente pas d'inconvénient si les lâchés pendant de telles périodes sont faibles et si la demande en oxygène à l'aval immédiat est réduite : l'eau retrouve sa teneur normale en oxygène par aération naturelle sur une courte distance.

Quand la durée est suffisamment longue la perte de l'oxygène résultant de la demande biochimique et biologique se produit dans l'eau hypolimnétique qui est devenue isolée de la surface d'eau.

Les conséquences immédiates de celles-ci varient et peuvent inclure à la formation des composés du fer et du manganèse en solution et en suspension, du méthane, sulfure d'hydrogène, l'ammoniac et le phosphore, qui provoquent la mort des poissons des recyclages internes accélérés des éléments nutritifs, solubilisation du métal, et des problèmes de goûts et d'odeurs qui sont indésirables dans les réserves d'eau.

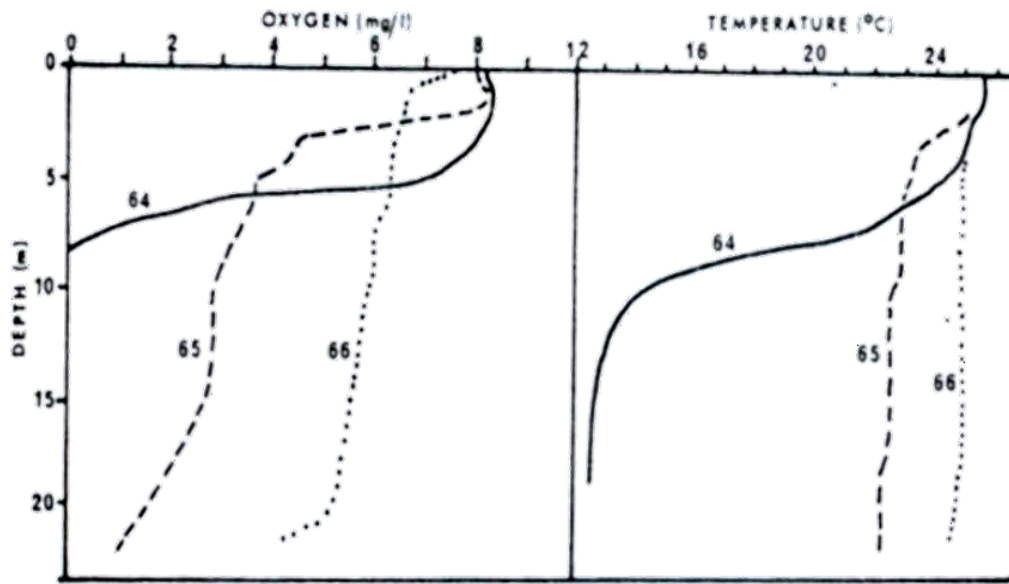
2. SYSTEMES D'AERATION

2.1 L'aération par le système de déstratification



L'aération par déstratification a été premièrement exposée par Scott et Foley en 1919. Cette technique est plus fréquemment achevée par injection de l'air à travers un seul diffuseur d'air, lié à un compresseur d'air à la partie la plus haute du lac localisé (Fig.1).

Figure 1. Système de déstratification d'un lac
(Fast, 1978)

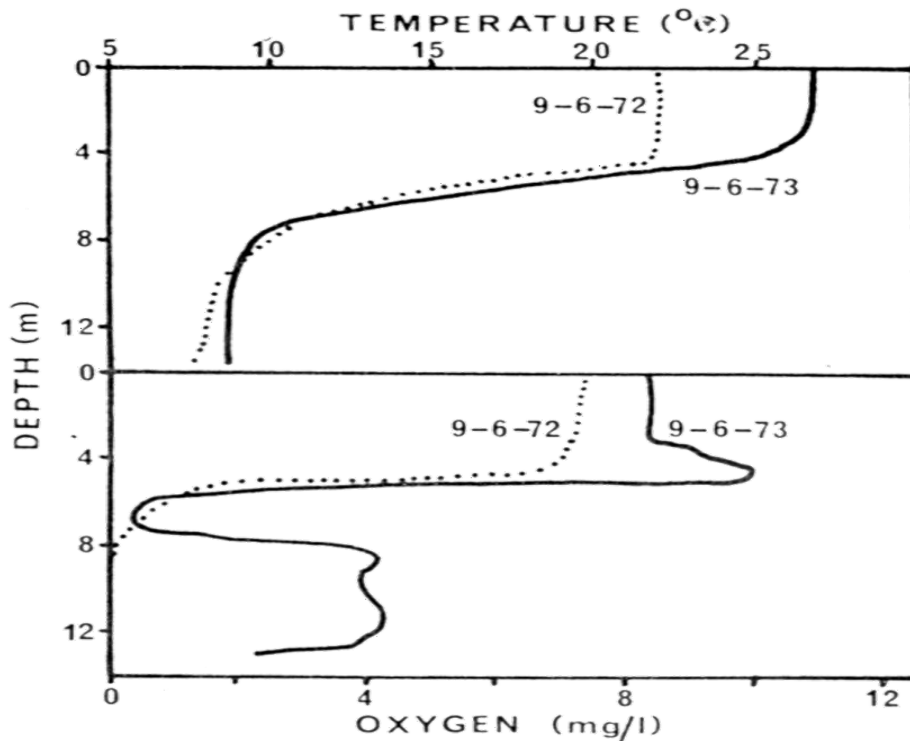


La figure 2 représente les valeurs d'oxygène et de la température du réservoir d'El Capitan (San Diego, USA) avant et durant la déstratification artificielle. Ces valeurs sont prises en mi-août pour chaque année. Ce lac n'a pas été aéré durant 1964. Il a été aéré en juin 1965 et en mars 1966 (Fast, 1978).

Figure 2. Valeurs de l'oxygène et de la température avant et durant la déstratification artificielle au réservoir d'El Capitan (Fast, 1978).

2.2 L'aération hypolimnétique

La pratique de l'aération hypolimnétique est dirigée à introduire de l'oxygène seulement dans l'hypolimnion sans distribution du gradient de température.



La figure 3 représente les valeurs de l'oxygène et de la température au lac Waccabuc (San Diego, USA), avant et durant l'aération hypolimnétique ((Fast, 1978). Ce lac n'a pas été aéré durant 1972, mais l'aération a commencé au début de juillet 1973. Les concentrations d'oxygène augmentent de 0.0 mg/1 à plus de 4 mg/1, tandis que les températures n'avaient pas changées beaucoup (Fast, 1978).

Figure 3. Valeurs de l'oxygène et de la température avant et durant l'aération hypolimnétique au lac Waccabuc (Fast, 1978).

Trois mécanismes principaux sont utilisés pour l'aération hypolimnétique (Fig. 4) (McGinnis et al, 1997).

- L'aérateur d'élévation d'air (air lift).
- Les bulles plumes.
- Le Speece Cône.

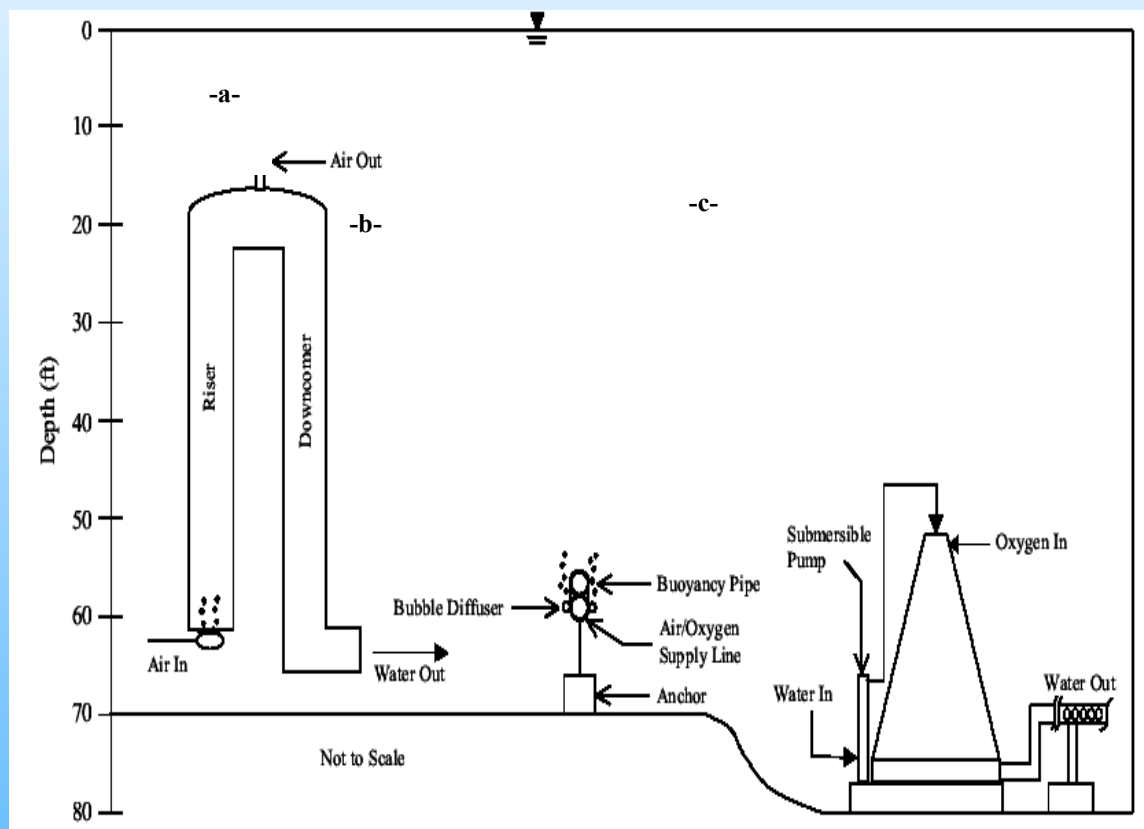


Figure 4. Représentation des trois mécanismes d'aération hypolimnétiques (McGinnis et al, 1997).

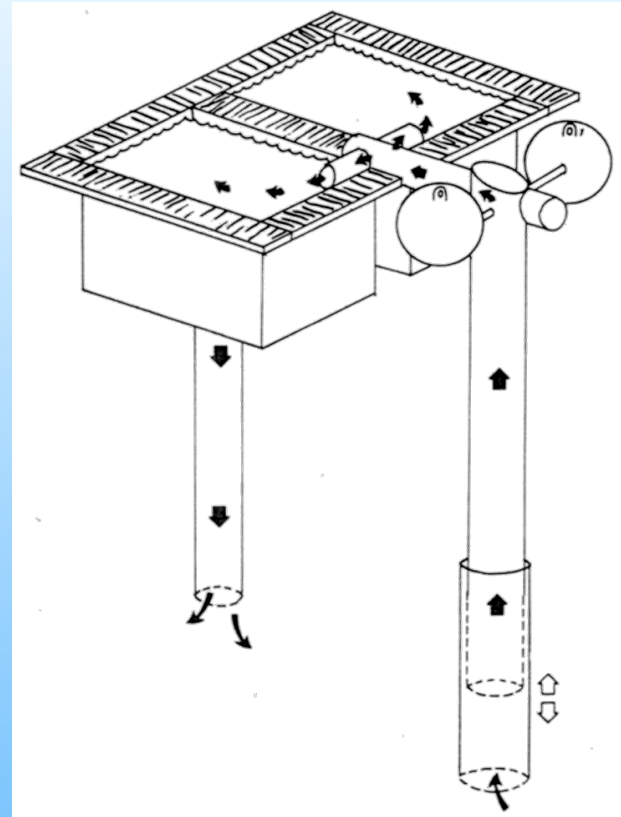
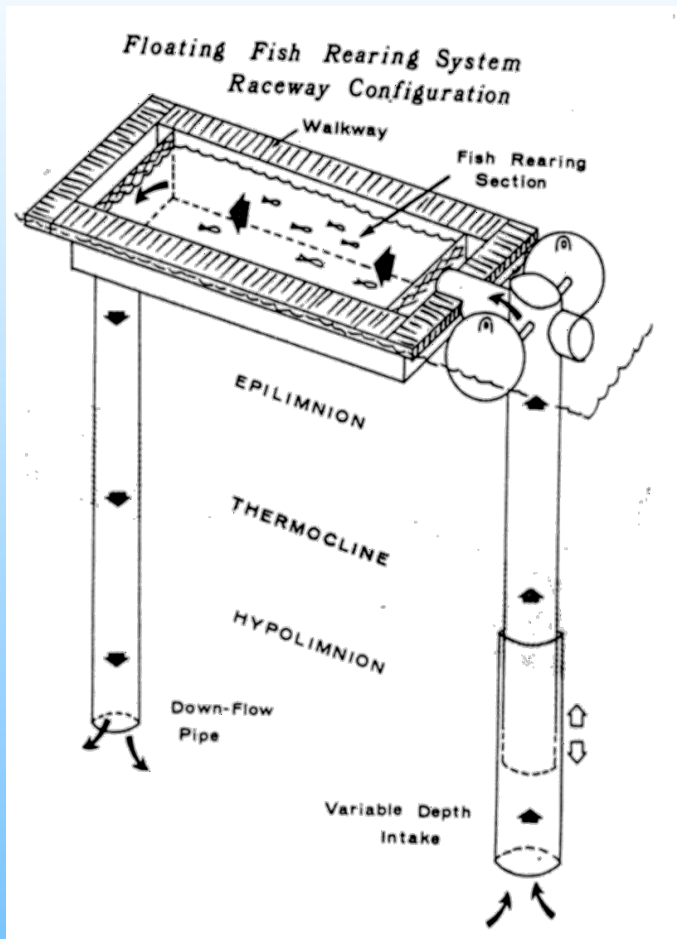


Figure 5. Systèmes flottant de re-aération des poissons
(Fast, 1978).

2.3 Effets comparés des systèmes d'aération

a. Effets comparés des systèmes d'aération hypolimnétiques

Tableau 1 : Aérateur hypolimnétique d'élévation d'air partiel (McGinnis et al, 1997)

Variable et performances prévues :	Valeurs
-Débit d'air (Nm^3/s)	0.12
-Hauteur du tube éleveur (m)	12.2
-Diamètre du tube éleveur (m)	3.10
-Débit d'eau écoule (m^3/s)	1.17
-Augmentation dans la concentration d'oxygène (g/m^3)	4.60
-Efficacité du transfert d'oxygène (%)	16
-Transfert total d'oxygène (16 aérateurs) (kg/jour)	464
-Transfert d'oxygène par aérateur (kg/jour)	7400

Tableau 2 : Les bulles plumes (McGinnis et al, 1997)

Variable et performances prévues :	Valeurs
-Débit d'oxygène (Nm ³ /s)	0.069
-Diamètre initiale des bulles (mm)	2.5
-Longueur du diffuseur (m)	2.500
-Vitesse initiale de la plume (m/s)	0.038
-Hauteur de montée de la plume	1.5
-Efficacité du transfert d'oxygène (%)	93
-Transfert total d'oxygène (kg/jour)	7400

Tableau 3 : Le Speece Cône (McGinnis et al., 1997)

Variable et performances prévues :	Valeurs
-Débit d'oxygène (Nm ³ /s)	0.068
-Diamètre initiale des bulles (mm)	2.0
-Débit d'eau imposée (m ³ /s)	1.3
-Temps de détention des bulles (min)	2.0
-Augmentation dans la concentration d'oxygène (g/m ³)	66
-Transfert total d'oxygène (kg/jour)	94
-Efficacité du transfert d'oxygène (%)	7400

b. Effets comparés des systèmes d'aération par déstratification et hypolimnétique

Tableau 4 -Domaine d'application des différentes méthodes d'aération pour le barrage Patrick Henry (Ruane et al, 1977).

Conditions sous lesquelles la technique d'aération doit être appliquée	Déstratification		Aération hypolimnétique avec diffusion	
	Pompage Méca.	Diffusion d'air	Air	Oxygène
Eaux froides	-	-	+	+
Forte augmentation de DO	-	-	?	?
Effet minimal sur la production d'énergie	+	+	+	+
Augmentation minimale dans l'azote dissous	?	?	?	+
Faible coût	+	+	-	-

Note : + Indique un effet positif sur la méthode d'aération particulière

- Indique un effet négatif sur la méthode d'aération particulière

? Indique un effet inconnu sur la condition indiquée

3. EFFETS COMPARÉS POSITIFS DE L'AÉRATION HYPOLIMNETIQUE ET L'AÉRATION PAR DÉSTRATIFICATION

3.1 Systèmes d'aération par déstratification

- La déstratification est généralement très effective, spécialement quand le sulfure d'hydrogène, fer, manganèse et d'autres conditions associées avec l'eau anaérobie est un problème (Fast, 1978).
- La déstratification peut limiter la croissance des algues, si le mélange est complet, et si le lac a une profondeur relativement suffisante à sa zone euphotique (Fast, 1978).
- Plusieurs études avaient montré une augmentation substantielle dans la distribution de la profondeur des poissons associées avec la déstratification (Fast, 1978).
- Le système de déstratification peut empêcher en hiver les poissons d'être tués par oxygénation des glaces couvrant les lacs (Stefan et al, 2000 et Fast, 1978).

3.2 Systèmes d'aération hypolimnétique

L'aération hypolimnétique a plusieurs avantages sur le système de déstratification, les éléments nutritifs (l'azote et le phosphore), ne sont pas transportés à l'épilimnion où ils peuvent stimuler la croissance algale, et le processus peut préserver un habitat d'eau froide pour les poissons tel que les truites et les saumons (Vickie et al, 2002). L'avantage de l'aération hypolimnétique est l'aptitude de réapprovisionner l'oxygène dissous tout en préservant la stratification thermique (McGinnis et al, 2004 et McGinnis et al, 2002).

McQueen et Lean, concluent que (McGinnis et al, 2004):

- Un système d'oxygénation bien conçu, peut maintenir la stratification et ne peut augmenter significativement la température d'eau de l'hypolimnion ;

- Le niveau de l'oxygène de l'hypolimnion augmente ;
- Le fer, manganèse, sulfure d'hydrogène et la concentration du méthane décroissent ;
- La population du zooplancton n'est pas en général affectée ;
- Les concentrations en chlorophylle A sont habituellement non altéré ;
- La distribution de profondeur de la population des poissons des eaux froides est augmentée.

Fast (1978), constate que l'aération hypolimnétique crée un habitat convenable pour les poissons des eaux froides dans différents lacs où aucune aération au préalable n'avait existée (Fig. 6) (Fast, 1978)

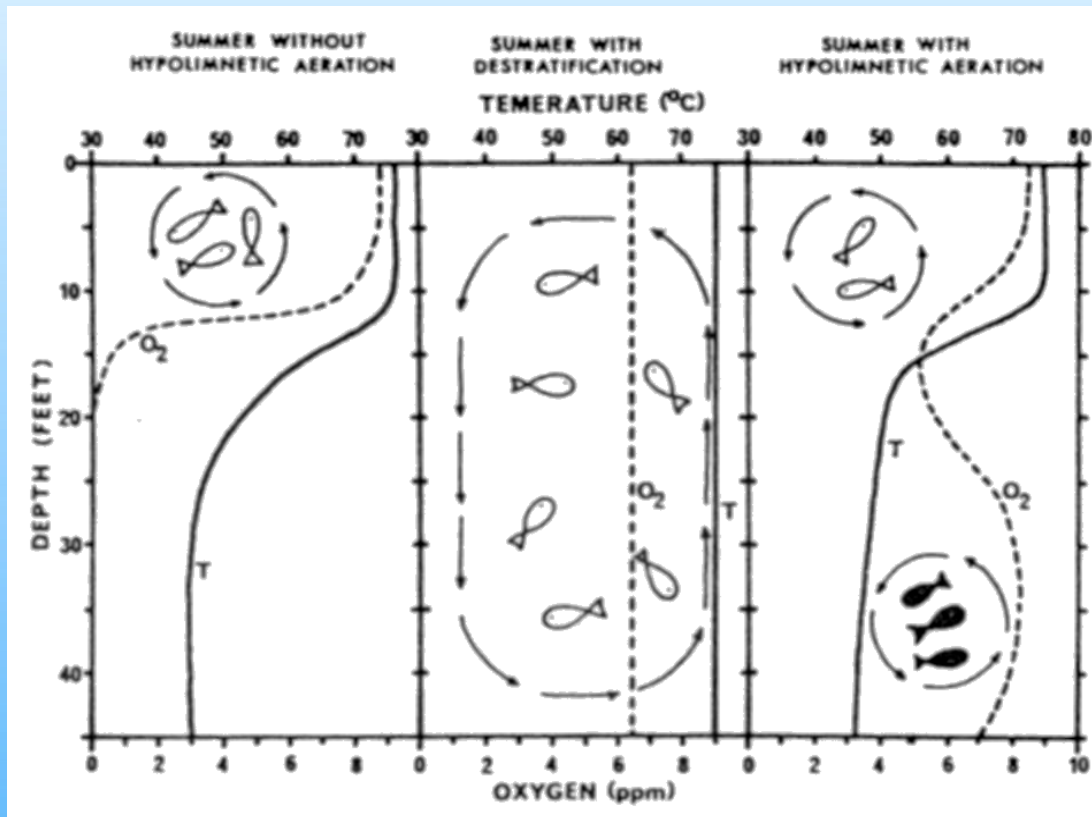
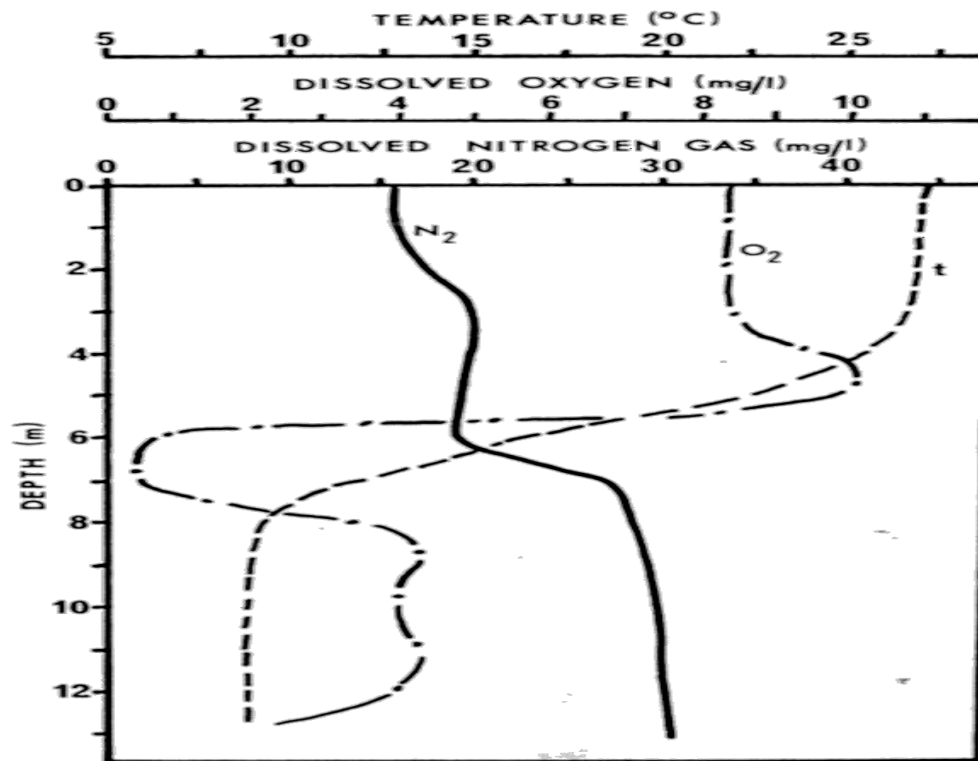


Figure 6. Influence de l'aération artificielle sur les poissons d'un lac eutrophe durant les mois d'été (Fast, 1978)

4. EFFETS COMPARÉS NÉGATIFS DES SYSTEMES D'AÉRATION

Il a été reporté que l'aération avec la compression d'air élève la concentration de l'azote gazeux et qui par conséquent cause la mort des poissons ; alors que McQueen et Lean, ne découvrent aucun effet défavorable sur la population des poissons (Vickie et al, 2002).

Les concentrations de l'azote hypolimnétique au lac Waccabuc augmentent à partir d'une saturation proche de 150% de la saturation dans 80 jours d'une aération hypolimnétique continue (Fig. 7) (Fast, 1978). L'utilisation de l'injection de l'oxygène aide à éviter les problèmes liés avec la supersaturation de l'azote (Beutel, 2002).

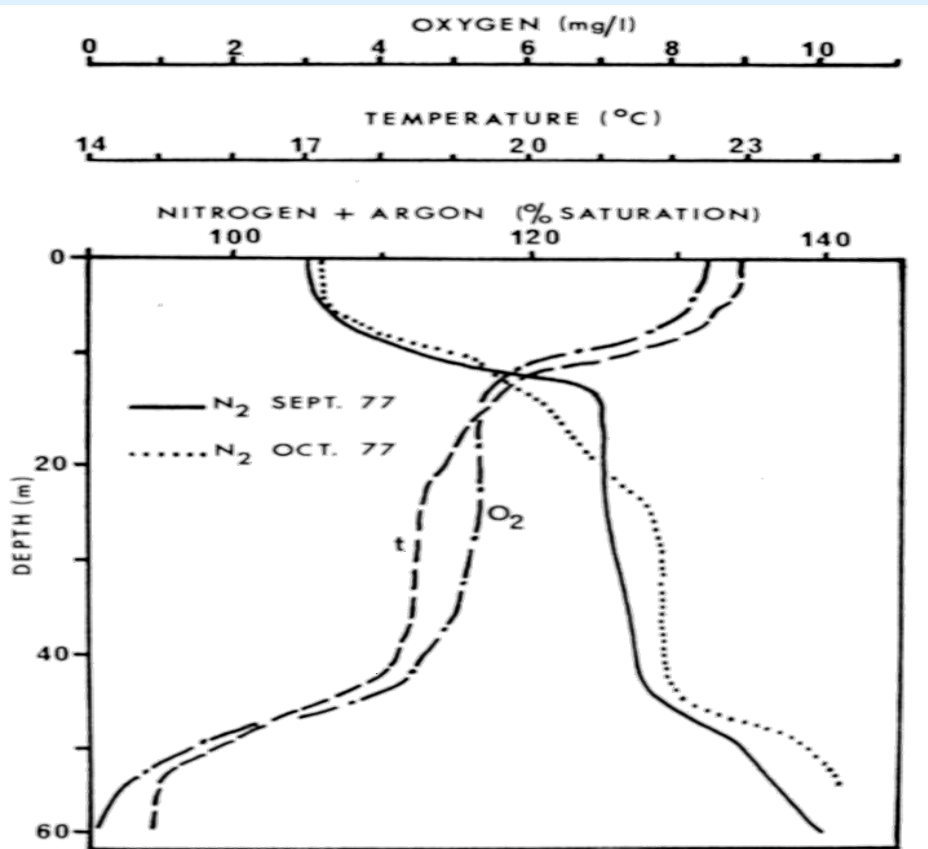


La déstratification est moins effective dans la réduction de la densité algale et la production principale (Fast, 1978).

La déstratification fait augmenter largement la température des sédiments et l'écoulement de l'eau sur les sédiments, ce qui pourrait augmenter le taux d'échange du phosphore avec les sédiments (Fast, 1978).

Figure 7. Valeurs de l'oxygène, l'azote et de la température durant l'aération hypolimnétique au lac Waccabuc (Fast, 1978).

La déstratification artificielle au lac Casistas Calif (San Diego, USA), cause des supersaturations en excès de l'azote de 140 % relative à la pression de surface (Fig. 8) (Fast, 1978).



L'aération par déstratification peut engendrer des impacts nuisibles au lac ; parmi lesquels :

- Ces systèmes laissent certaines stratifications microthèrmiques près de la surface, ce qui peut résulter dans l'augmentation de la croissance des algues ;
- Ces systèmes provoquent une grande température dans le lac durant le mois été, ce qui peut éliminer les espèces des eaux froides telles que les « truites » et les « saumons » (McGinnis et al, 2002 et Fast, 1978) ;

Figure 8. Valeurs de l'oxygène, l'azote et la température durant la déstratification artificielle au lac Casitas, Calif (Fast, 1978).

CONCLUSION

- L'aération avec l'oxygène limite la saturation en gaz d'azote, tant que l'aération avec l'air crée une saturation en gaz d'azote.
- Parmi les systèmes d'aérations hypolimnétique, le système le plus efficace est le diffuseur des bulles plumes, quoiqu'une déstratification accidentelle puisse survenir.
- La déstratification peut être utilisée en hiver, parce que la température du lac n'est pas modifiée. L'aération hypolimnétique est quand à elle utilisée en été, afin d'éviter d'homogénéiser la température du lac pendant cette période de l'année.
- Pour les réservoirs ou barrage, la déstratification en été n'est pas rentable, car l'eau du réservoir s'échauffe, ce qui rend l'eau impropre à la consommation.

- Les tubulures des conduits sont fréquemment bouchées par les algues, ce qui rend leur entretien difficile ;
- Une fois l'aération mécanique arrêtée, le lac rechute rapidement et devient de nouveau eutrophisé ;
- Les installations de l'aération mécanique sont placées à environ 7 cm au dessus du fond du lac, cette disposition ne permet pas de restaurer la zone située en dessous, ce qui aura pour effet de provoquer la disparition des poissons peuplant le fond du lac par asphyxie;
- La restauration par déstratification paraît plus adaptée par temps froid et pour des lacs ou réservoirs de faibles profondeurs ayant des exploitations destinées exclusivement à l'alimentation ou l'irrigation;

- L'aération hypolimnétique convient à des lacs ou réservoirs profonds destinés à diverses exploitations (alimentation, irrigation, loisirs, etc...), permettant l'amortissement des coûts investis dans le système.

Cependant, il faut remarquer dans les lacs ou retenues destinées à l'élevage de poissons, l'oxygénation hypolimnétique permet d'éviter les apports indésirables d'azote provenant de l'aération avec l'air, et de garantir la préservation des peuplades poissonnières.

On estime dans l'état actuel de nos connaissances et avec les réserves qu'impose la prudence, que le meilleur moyen de lutter contre la pollution croissante du milieu aquatique, est de réduire la teneur en phosphore et en azote des décharges provenant des sources ponctuelles, les effluents domestiques en particulier.