

BTS METIERS DE L'EAU

BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX

U. 4

Session 2004

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

Calculatrice interdite

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.

BTS METIERS DE L'EAU	Session 2004
Biochimie, biologie, microbiologie des eaux – U. 4	MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 1/8

B.T.S. METIERS DE L'EAU

SESSION 2004

EPREUVE: BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE

ANALYSE DE LA QUALITE DE L'EAU DESTINEE A LA PRODUCTION D'EAU POTABLE D'UNE REGION FRANCAISE

(documents tirés de l'article de E. GONAY, M. LAFFORGUE - L'eau, l'industrie, les nuisances n°185, n°186)

En 1983, il a été décidé de construire un barrage sur une rivière de façon à constituer une réserve d'eau superficielle suffisante pour alimenter en eau potable une région située en milieu karstique. En effet, l'ancien captage prélevait dans cet aquifère karstique superficiel, une eau de qualité parfois très médiocre, le débit de ce captage était de plus insuffisant pour assurer en toute sécurité l'alimentation de cette contrée.

La retenue d'un volume de 15 millions de m³ présente une profondeur maximale de 20 mètres. Le bassin versant, d'une surface de 190 km² est exclusivement rural et voué à l'agriculture.

Les ouvrages de prise d'eau comportent deux prises d'eau, situées à environ 15 mètres de profondeur et débouchent dans un puits alimentant l'usine de traitement d'eau.

Dès Janvier 1985, la retenue était remplie, et des essais de fonctionnement de l'usine de traitement des eaux montraient que la qualité de l'eau en sortie était conforme aux normes.

1/ Etude de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine avant et après établissement du barrage en 1985 (9 points)

1.1. *Avant établissement du barrage, on dispose d'un aquifère de type karstique comme source d'eau utilisée pour la production d'eau potable.*

1.1.1. Définir le terme : « aquifère de type karstique ».

1.1.2. En argumentant votre réponse, préciser la qualité générale de l'eau issue de cet type d'aquifère.

1.1.3. Citer les dispositifs réglementaires à mettre en œuvre au niveau d'un point de captage d'eau destinée à la production d'eau potable, afin de le protéger des contaminations extérieures.

1.2. *Après établissement du barrage, on se sert de cette eau de surface stockée au niveau de cette retenue comme source d'eau destinée à la production d'eau potable.*

Selon le décret 2001-1220, cette eau brute appartient à la catégorie A2 et subit, pour être potabilisée, un traitement physico-chimique normal (coagulation/floculation/décantation et/ou filtration) suivie d'une désinfection finale.

Donner brièvement le rôle de la désinfection finale dans cette filière de traitement d'eau.

BTS METIERS DE L'EAU	Session 2004
Biochimie, biologie, microbiologie des eaux – U. 4	MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 2/8

Cependant, quinze ans plus tard, en 2000, conséquence du phénomène d'eutrophisation, la qualité des eaux de la retenue s'est fortement dégradée et particulièrement pendant l'été. Pendant cette période de l'année, l'exploitant est alors confronté à des problèmes sérieux: fort développement des algues et surtout des cyanobactéries, augmentation des teneurs en manganèse, en fer, matières organiques, ammonium ainsi que l'apparition de goût et d'odeurs dans l'eau brute captée.

2/ Analyses des dysfonctionnements rencontrés sur l'eau de la retenue en 2000 (16 points)

2.1. *Une analyse de la variation de la température et de la concentration en oxygène a été effectuée en fonction de la profondeur de la retenue pendant les mois d'été (voir annexe 1).*

Interpréter ce graphe en reliant votre interprétation à la stratification thermique et au phénomène d'eutrophisation rencontré.

2.2. *En automne, on observe un phénomène conduisant à une homogénéisation de l'ensemble de la colonne d'eau de la retenue.*

Nommer ce phénomène en l'expliquant.

2.3. *Afin de tenter de comprendre les dysfonctionnements, une analyse des sédiments de la retenue a été effectuée : on trouve une teneur en P de $1,45 \text{ mg P. g}^{-1} \text{ MS}$, en condition oxydante ce phosphore étant en partie complexé au fer III et au manganèse IV.*

2.3.1. Déterminer l'origine de cet apport de phosphore au niveau de la retenue.

2.3.2. Expliquer pourquoi le phosphore conduit au phénomène d'eutrophisation.

Citer l'autre élément qui conduit aussi dans une moindre mesure au phénomène d'eutrophisation. Justifier sa moindre implication dans ce phénomène.

2.3.3. Expliquer pourquoi le plan d'eau est plus sensible à l'eutrophisation pendant l'été.

3/ Conséquences de l'eutrophisation du réservoir d'eau potable (40 points)

Cette eutrophisation estivale de la retenue conduit l'exploitant à faire face à de nombreux problèmes.

3.1. *Présence de concentration importante de fer et de manganèse.*

3.1.1 *L'eau captée en été a un pH de 7,5 et un potentiel redox de -50 mV (électrode de référence à l'hydrogène).*

- Interpréter la courbe (année 2000) des graphes des annexes 2 et 2', représentant respectivement l'évolution de la concentration en fer et en manganèse en fonction du temps (annexe 2 et 2').

- En utilisant les données des annexes 3 et 3', indiquer la forme sous laquelle se trouvent respectivement le fer et le manganèse lors du captage en été et la conséquence que cela entraîne au niveau du phosphore contenu dans les sédiments.

3.1.2. *Le décret 2001-1220 impose une concentration en fer dans l'eau destinée à la consommation humaine de $200 \text{ } \mu\text{g. L}^{-1}$.*

- Justifier la mise en place d'un traitement de déferrisation lors des périodes d'eutrophisation.

- Citer un inconvénient dû à la présence de fer dans l'eau destinée à la consommation humaine.

BTS METIERS DE L'EAU	Session 2004
Biochimie, biologie, microbiologie des eaux – U. 4	MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 3/8

3.1.3. *Le fer peut être éliminé par voie physico-chimique ou par voie biologique.*
Expliquer ces deux procédés d'élimination en donnant deux avantages à utiliser la voie biologique.

3.2. *Présence de sulfure d'hydrogène.*

3.2.1 Expliciter les deux mécanismes de production de sulfure d'hydrogène.

3.2.2. *Clostridium sporogenes est une des bactéries capables de produire du sulfure d'hydrogène. C'est un bacille gram positif, catalase négatif, capable de sporuler.*

- Définir le terme « catalase » chez une bactérie. Donner le principe de sa mise en évidence.

- Définir le terme « spore ». Indiquer les conditions conduisant à une sporulation de la bactérie et un avantage conféré par la production de spore.

3.2.3. *Le milieu T.S.C est un milieu utilisé pour le dénombrement des spores de ces bactéries produisant du sulfure d'hydrogène (voir composition annexe 4).*
Présenter le mode d'ensemencement, les conditions de lecture en précisant les réactions mises en jeu.

3.2.4. Indiquer les risques liés à la présence du sulfure d'hydrogène pour l'homme et pour les matériaux.

3.2.5. Citer les deux groupes de bactéries, dans un biotope aquatique, capables d'éliminer l'H₂S. Préciser le rôle de l'H₂S dans le métabolisme de ces deux groupes de bactéries.

3.3. *Présence d'ammonium dans l'eau.*

On constate une accumulation de l'ammonium produit par l'ammonification des matières organiques mortes issues de l'eutrophisation.

Citer les bactéries capables de l'utiliser en justifiant leur absence au sein du réservoir.

3.4. *Apparition de toxines, de molécules donnant un mauvais goût à l'eau, obligeant à un arrêt de la production.*

Citer les organismes de cet écosystème les plus souvent impliqués dans les problèmes d'odeurs et de goûts.

Nommer une molécule responsable d'un de ces désagréments.

3.5. *Risques liés à une concentration importante en CODB (carbone organique dissous biodégradable) entraînant la croissance des germes bactériens dans les réseaux, soit sous forme de biofilms, soit sous forme de nids bactériens.*

3.5.1. Définir les termes suivants « biofilms » et « nids bactériens ».

3.5.2. Donner les inconvénients liés au biofilm et aux nids bactériens pour la distribution de l'eau destinée à la consommation humaine.

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2004
Biochimie, biologie, microbiologie des eaux – U. 4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 4/8

3.6. Problèmes liés à la chloration finale.

Citer les composés indésirables qui peuvent être formés lors d'un traitement au chlore d'une eau superficielle de mauvaise qualité.

Ces problèmes ont conduit l'exploitant à compléter son usine de traitement d'eau tout en tentant de lutter contre les phénomènes de dystrophie touchant la retenue. Une technique d'aération par destratification a été alors mise en place lors de l'été 2001 : ce procédé consiste à créer plusieurs rideaux de bulles ascendantes générant une turbulence importante de la colonne d'eau, une oxygénation du fond du lac (3 à 4 mg O₂.L⁻¹) et un mouvement de masse entraînant l'eau du fond vers la surface. Ce procédé a pour conséquence le maintien de conditions oxydantes au sein de toute la colonne d'eau.

4/ Analyse des améliorations apportées par la destratification réalisée en été 2001 (15 points)

4.1. *Les annexes 2 et 2' représentent les concentrations en fer, manganèse avant et après destratification.*

4.1.1. Expliquer le rôle de l'aération hypolimnique sur la concentration en fer et en manganèse.

4.1.2. Expliquer le devenir du phosphore en condition oxydante.

4.2. *L'annexe 5 montre l'évolution de la concentration en chlorophylle avant et après destratification.*

4.2.1. Donner l'intérêt de la quantification de la chlorophylle. Indiquer son rôle chez les organismes qui la possèdent.

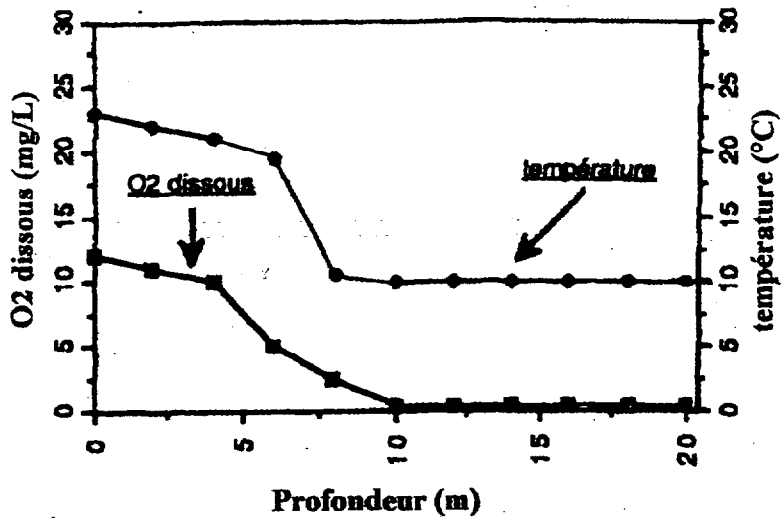
4.2.2. Expliquer l'évolution de la concentration en chlorophylle avant et après destratification.

4.3. *L'annexe 6 présente l'évolution de la profondeur moyenne de disparition du disque de Secchi avant et après le traitement.*

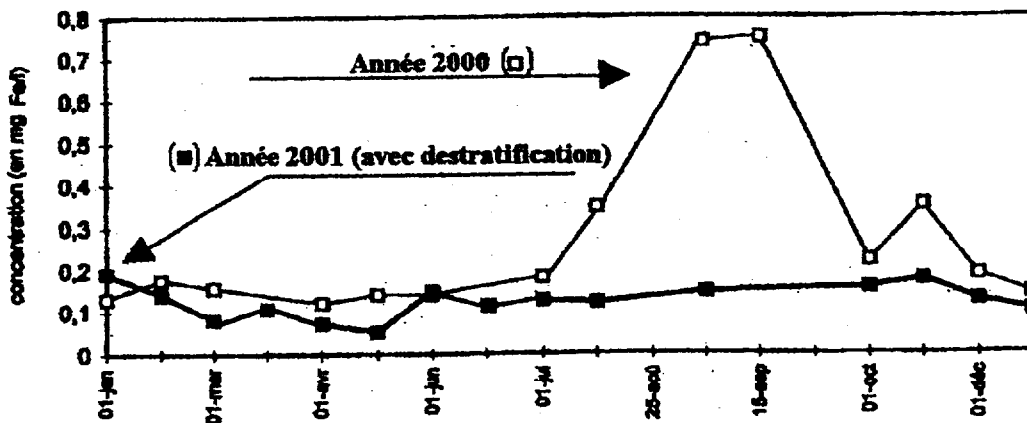
Après avoir défini le rôle du disque de Secchi, interpréter le graphique.

4.4. Récapituler les avantages apportés par la destratification sur la qualité de l'eau de captage, et sur le fonctionnement de l'usine de production d'eau potable.

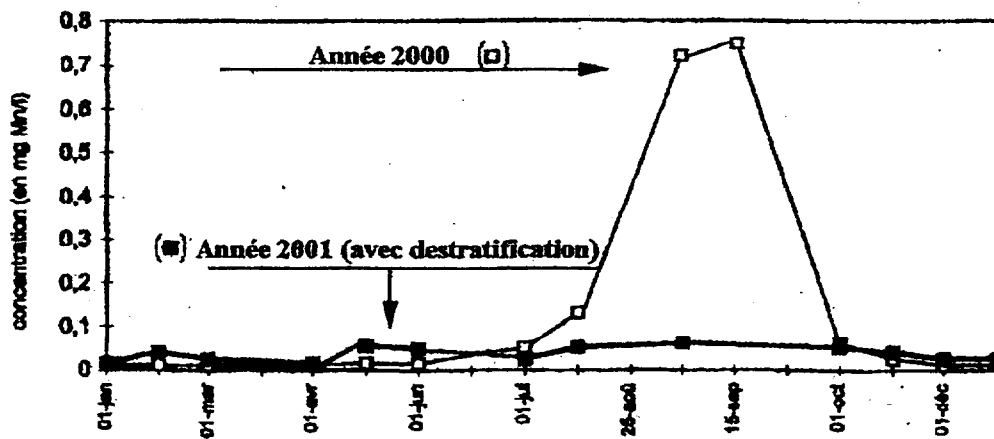
BTS METIERS DE L'EAU	Session 2004
Biochimie, biologie, microbiologie des eaux – U. 4	MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 5/8



Annexe 1: Variation de la température et de la concentration en dioxygène en fonction de la profondeur de la retenue en été (expérience réalisée pendant la journée)

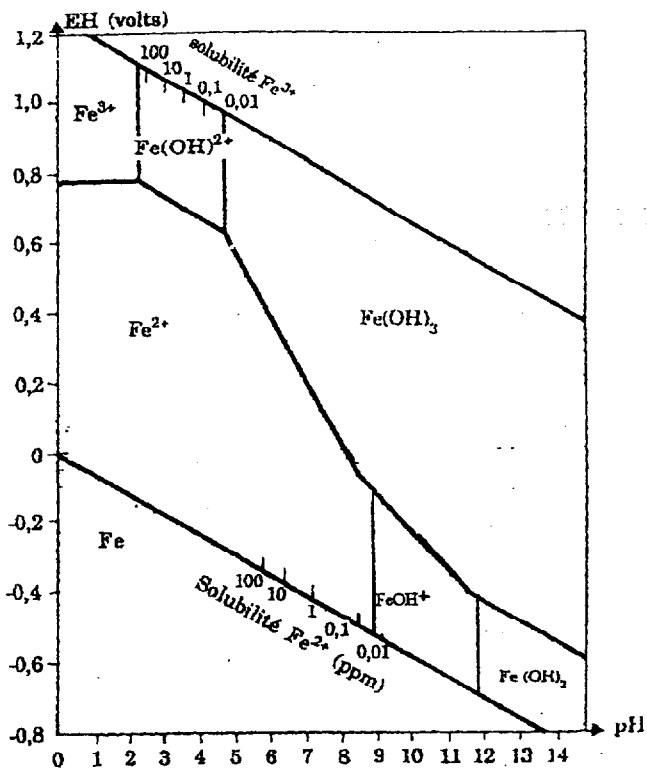


Annexe 2: Evolution de la concentration en fer de l'eau brute avant et après destratification

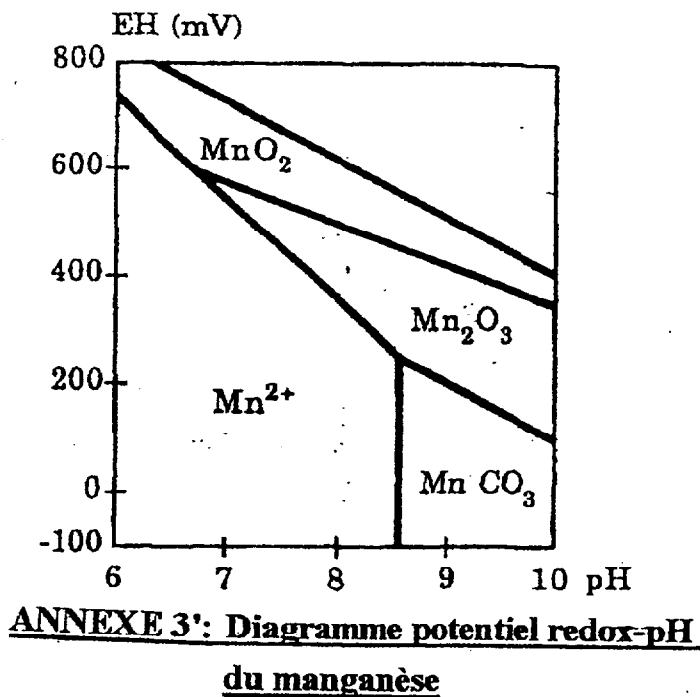


Annexe 2': Evolution de la concentration en manganèse de l'eau brute captée avant et après destratification

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2004
Biochimie, biologie, microbiologie des eaux - U. 4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 6/8



ANNEXE 3: Diagramme potentiel redox-pH du fer

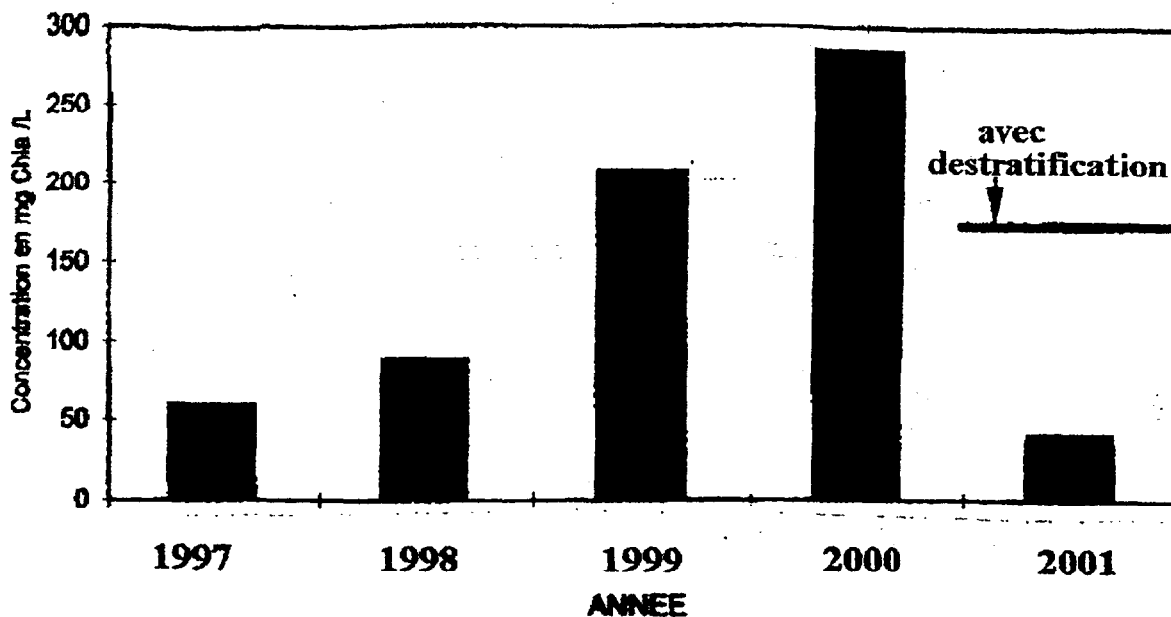


ANNEXE 3': Diagramme potentiel redox-pH du manganèse

ANNEXE 4 : Gélose T.S.C. (tryptone-sulfite-D-cyclosérine)

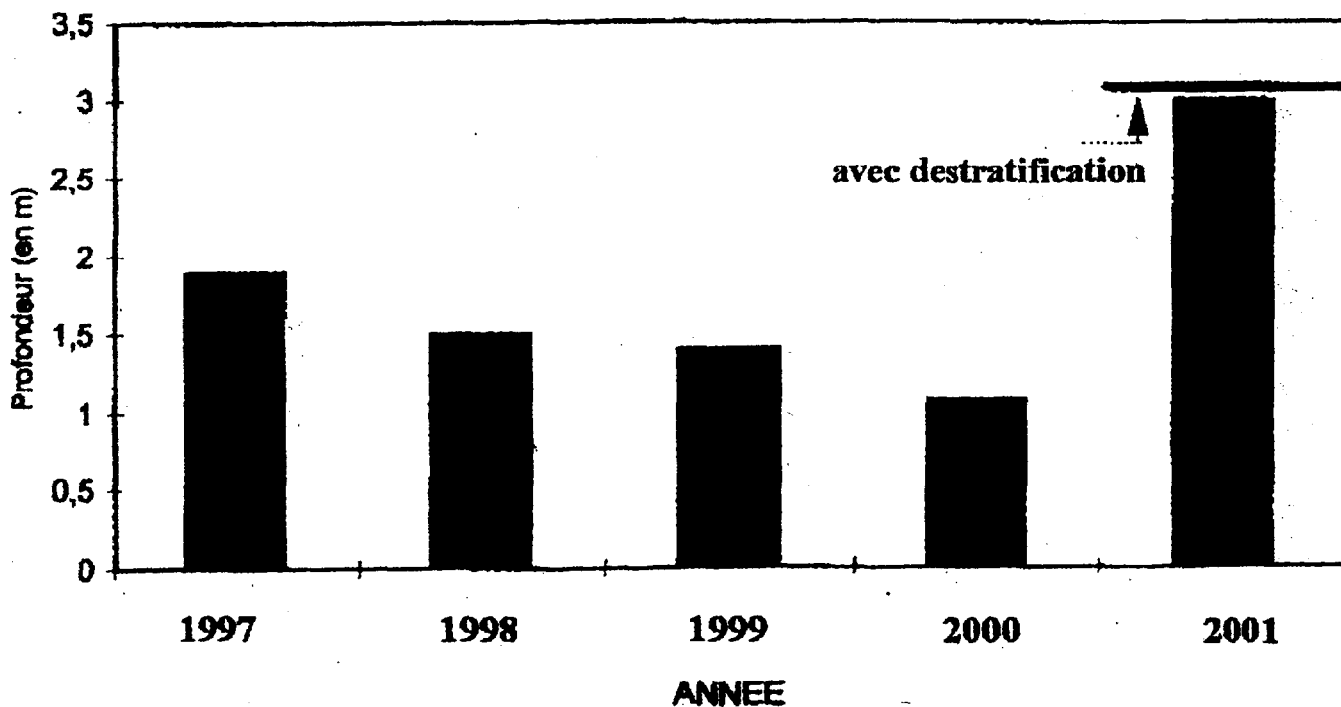
Tryptone	10g
Extrait de levure	5g
Métabisulfite de sodium	1g
Citrate de fer (III) ammoniacal	1g
Gélose	10g
Eau	1 litre
D-cyclosérine ajoutée dans le milieu en surfusion	

BTS METIERS DE L'EAU	Session 2004
Biochimie, biologie, microbiologie des eaux - U. 4	MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 7/8



Annexe 5: Evolution de la concentration en chlorophylle de l'eau brute captée avant et après destratification

En 2000, la population des cyanobactéries représente 75% de la population de phytoplancton. En 2001, cette population passe à moins de 5%.



Annexe 6: Evolution de la profondeur moyenne de disparition du disque de Secchi avant et après destratification

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2004
Biochimie, biologie, microbiologie des eaux - U. 4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 8/8