

Tableau 3.3: pH et titre alcalimétrique complet (TAC) exprimé en meq. l⁻¹ mesurés entre Avril 1993 et Mai 1994 au lac d'Aydat.

Profondeur	1 m		5 m		10 m	
Date	pH	TAC	pH	TAC	pH	TAC
15/04/93	7,4	0,76	7,4	0,8	7,3	0,80
12/05/93	8,2	0,88	7,8	0,94	7,5	0,86
15/06/93	7,6	0,92	7,7	0,94	7,4	0,96
13/07/93	7,8	0,96	7,5	0,94	7,6	1,04
17/08/93	7,2	0,92	6,8	0,96	6,6	1,16
15/09/93	7,6	0,84	7,4	1,00	7,5	1,08
12/10/93	7,7	0,96	7,8	1,00	7,7	0,96
16/11/93	7,5	0,96	7,6	0,96	7,5	0,96
15/12/93	7,7	1,00	7,8	0,92	7,7	0,92
18/01/94	7,6	0,80	6,6	0,76	7,0	0,76
17/02/94	7,7	0,80	6,5	0,80	6,7	0,76
10/03/94	7,7	0,76	6,7	0,76	7,0	0,78
14/04/94	7,8	0,80	7,3	0,80	7,0	0,80
11/05/94	8,3	0,72	7,2	0,76	7,3	0,80
moyenne	7,7	0,86	7,3	0,88	7,3	0,90
écart-type	0,3	0,09	0,5	0,10	0,4	0,13
maximum	8,3	1,00	7,8	1,00	7,7	1,16
minimum	7,2	0,72	6,5	0,76	6,6	0,76

3. 2. 1. 4 - Concentrations en nitrates

Si l'amplitude de variation des concentrations en nitrates est importante (minimum: 1,8 $\mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 5m en Mai 1993 et maximum: 84,2 $\mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 1m en Avril 1993), l'évolution saisonnière de ces concentrations est comparable aux trois profondeurs étudiées (Fig. 3. 4-a). En effet, pendant la période de stratification thermique, une diminution des teneurs en nitrates est observée celles-ci passant de valeurs proches de 40,0 $\mu\text{mol N. l}^{-1}$ en Mai 1993 à des valeurs de l'ordre de 5,0 $\mu\text{mol N. l}^{-1}$ en Septembre 1993.

Le brassage automnal entraîne une augmentation des concentrations en nitrates qui atteignent $54,3 \pm 2,6 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ (valeur moyenne aux trois profondeurs étudiées) en Janvier 1994. Ces concentrations demeurent stables par la suite jusqu'à l'établissement de la nouvelle période de stratification en Mai 1994. De plus, les concentrations moyennes aux trois profondeurs d'étude sont tout à fait comparables aussi bien pendant les périodes de stratification thermique où elles sont de $20,5 \pm 16,8 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 1m, de $22,1 \pm 12,5 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 5m et de $24,5 \pm 13,9$ à 10m que pendant les périodes d'homothermie de la colonne d'eau où elles sont de $47,4 \pm 19,9 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 1m; $46,3 \pm 16,9 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 5m et $47,2 \pm 18,1 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 10m.

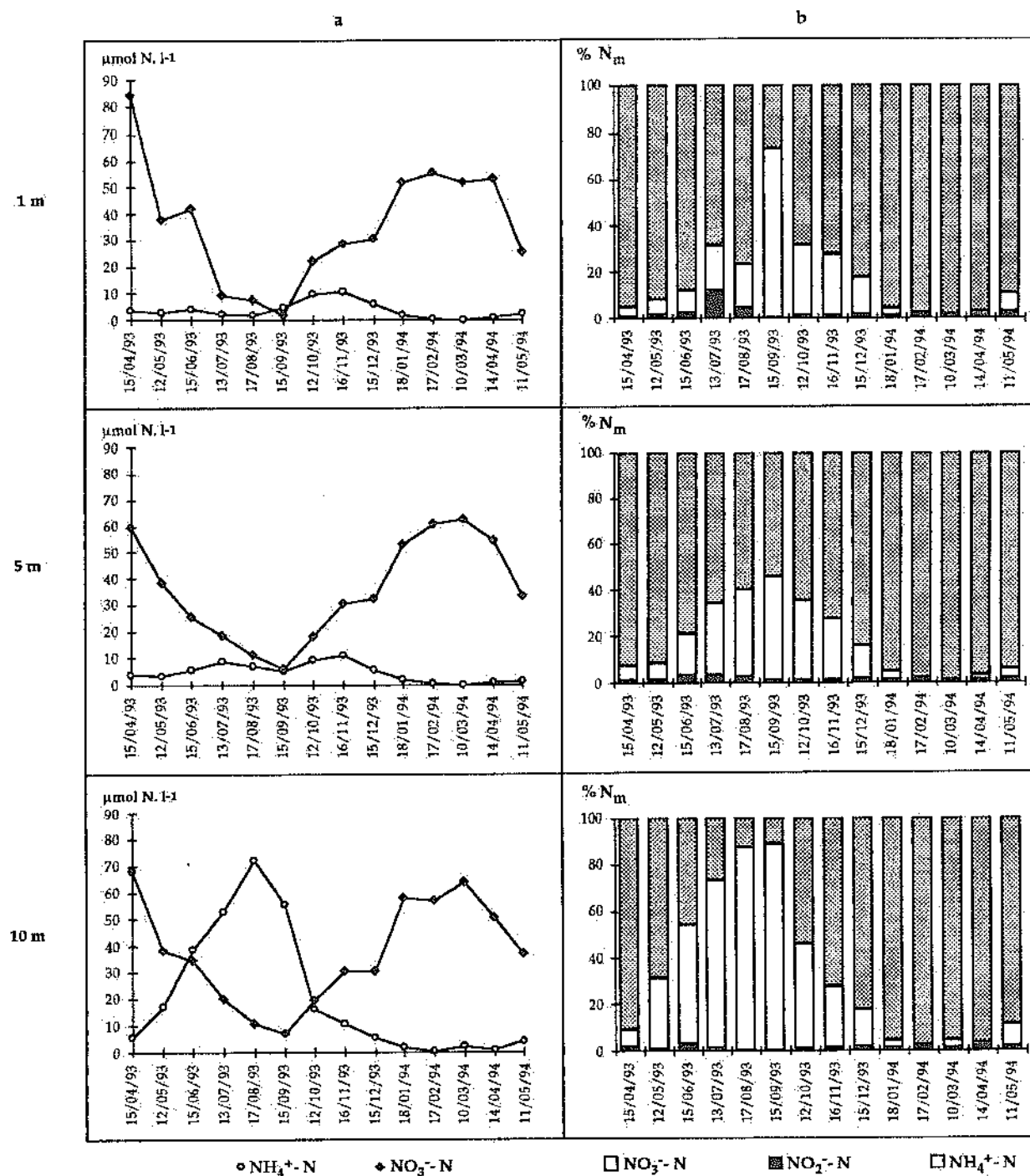


Figure 3. 4: Lac d'Aydat: Distribution spatiotemporelle des :

a: Concentrations ($\mu\text{mol N.l}^{-1}$) en ammonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) et nitrates ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)

b: Proportions (%) de l'azote minéral représentées par les nitrates, les nitrites et l'ammonium.

3. 2. 1. 5 - Concentrations en nitrites

Les concentrations en nitrites restent très faibles tout au long de l'étude (moyenne annuelle et écart-type: $0,67 \pm 0,39 \mu\text{mol N. l}^{-1}$). Elles n'excèdent $1,00 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ qu'en de rares occasions atteignant exceptionnellement $2,15 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 10m en Juin 1993. La valeur minimale ($0,00 \mu\text{mol N. l}^{-1}$) est mesurée en Septembre 1993 à 1m.

Les valeurs moyennes des concentrations en nitrites mesurées aux trois profondeurs d'étude sont comparables (Tab. 3. 4).

Toutefois, contrairement à ce qui est observé pour les concentrations en nitrates, les différentes périodes de régime thermique de la colonne d'eau ne sont pas caractérisées par des valeurs moyennes de concentrations en nitrites différentes. En effet, celles-ci sont de $0,76 \pm 0,53 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 1m, $0,63 \pm 0,34 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 5m et $0,73 \pm 0,75 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 10m pendant les périodes de stratification thermique et de $0,62 \pm 0,16$ à 1m, $0,64 \pm 0,19$ à 5m et $0,69 \pm 0,28$ à 10m pendant les périodes d'homothermie de la colonne d'eau.

3. 2. 1. 6 - Concentrations en ammonium

Dans l'épilimnion (1m), les concentrations en ammonium évoluent de l'état de traces ($0,1 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ en Mars 1994) à $10,5 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ Novembre 1993. Elles sont inférieures à $5 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ jusqu'en Septembre 1993 et augmentent de façon très sensible lors du brassage automnal. Elles diminuent ensuite dès le mois de Décembre 1993 et demeurent très faibles jusqu'à la fin de la période d'étude. La moyenne annuelle à cette profondeur est de $3,7 \pm 3,2 \mu\text{mol N. l}^{-1}$.

L'évolution saisonnière des concentrations en ammonium au niveau métalimnique est globalement comparable à celle observée dans l'épilimnion (Fig. 3. 4-a). Toutefois, des concentrations de l'ordre de $10 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ sont mesurées en Juillet et Août à 5m simultanément à une diminution des teneurs en oxygène dissous.

L'hypolimnion, quant à lui, est caractérisé par une forte augmentation des teneurs en ammonium durant l'été (concentration maximale: $72,1 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ en Août 1993). Ces teneurs élevées en ammonium des eaux profondes pendant la période estivale sont à relier à l'existence d'une intense activité bactérienne en conditions anoxiques aboutissant à une accumulation d'azote sous forme réduite. Les concentrations en ammonium diminuent par la suite pour être comparables, dès le mois d'octobre 1993, à celles mesurées dans les couches d'eau superficielles.

Tableau 3.4: Concentrations en nitrite exprimées en $\mu\text{mol N} \cdot \text{l}^{-1}$ mesurées au lac d'Aydat entre Avril 1993 et Mai 1994.

$\text{NO}_2^- (\mu\text{mol N} \cdot \text{l}^{-1})$			
Date	1 m	5 m	10 m
15/04/93	0,61	0,88	1,20
12/05/93	0,69	0,44	0,47
15/06/93	1,16	1,07	2,15
13/07/93	1,51	0,94	0,85
17/08/93	0,43	0,55	0,20
15/09/93	0,00	0,15	0,07
12/10/93	0,36	0,33	0,23
16/11/93	0,46	0,46	0,47
15/12/93	0,64	0,67	0,65
18/01/94	0,60	0,56	0,75
17/02/94	0,66	0,65	0,65
10/03/94	0,85	0,79	0,76
14/04/94	0,78	0,80	0,80
11/05/94	0,75	0,66	0,62
moyenne	0,68	0,64	0,70
écart-type	0,36	0,25	0,51
maximum	1,51	1,07	2,15
minimum	0,00	0,15	0,67

3. 2. 1. 7 - Proportion relative des différentes formes d'azote minéral (N_m)

Les résultats sont présentés (Fig. 3. 4-b) sous forme de pourcentages de l'azote minéral (somme des concentrations des trois formes ioniques de l'azote citées ci-dessus) représenté par les nitrates, les nitrites et l'ammonium.

Au cours de la période de prélèvements, et pour les trois profondeurs d'étude, les nitrates représentent 77,08 \pm 23,72 % de l'azote minéral, les nitrites 1,75 \pm 1,76 % et l'ammonium 21,18 \pm 23,89 %.

Si la proportion de nitrites reste sensiblement constante au cours de la période d'étude (1,75 \pm 1,81 % en moyenne pour les trois profondeurs d'étude), à l'exception d'un pic en juillet 1993 à 1m (11,46 % de N_m), les proportions relatives de nitrates et d'ammonium présentent des évolutions spatiale et temporelle très nettes.

Pendant, les périodes de stratification thermique, l'ammonium représente 25,41 \pm 27,19 % de l'azote minéral à 1m et 27,52 \pm 14,86 % de celui-ci à 5m alors que les nitrates représentent 70,62 \pm 26,00 % de N_m et 70,09 \pm 15,04 % de celui-ci aux mêmes profondeurs. A 10m, les proportions relatives de ces deux formes ioniques s'inversent (33,10 \pm 24,31 % de NO_3^- et 65,86 \pm 24,86 % de NH_4^+) en raison de la forte

augmentation des concentrations en ammonium survenant à cette profondeur en période d'anoxie.

Entre Octobre et Décembre 1993, alors que la colonne d'eau est homotherme, les nitrates et l'ammonium représentent respectivement $74,06 \pm 6,92\%$ et $24,06 \pm 7,26\%$ de l'azote minéral à 1m, $73,71 \pm 9,84\%$ et $24,95 \pm 10,14\%$ de N_m à 5m et $69,88 \pm 14,39\%$ et $28,95 \pm 14,94\%$ de N_m à 10m.

La seconde partie de la période d'homothermie (Janvier à Avril 1994) est caractérisée par une nette augmentation de la proportion relative des nitrates qui atteint $97,14 \pm 1,06\%$ de l'azote minéral à 1m, $97,16 \pm 1,46\%$ de N_m à 5m et $96,43 \pm 1,05\%$ de celui-ci à 10m.

3. 2. 1. 8 - Concentrations en azote total dissous (N-total)

Des valeurs élevées sont mesurées en Avril 1993 aux trois profondeurs étudiées ($134,6 \pm 19,9 \mu\text{mol N. l}^{-1}$).

Pendant la période de stratification thermique, les concentrations en N-total dans l'épilimnion et le métalimnion diminuent fortement (Fig. 3. 5) évoluant de $61,5 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à $42,8 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 1m et de $67,1 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à $35,7 \mu\text{mol N. l}^{-1}$ à 5m entre Avril et Septembre 1993. A la suite du brassage automnal, ces teneurs augmentent jusqu'en Janvier 1994 et demeurent stables ($70,0 \pm 6,6 \mu\text{mol N. l}^{-1}$) jusqu'à la fin de la période d'étude.

Les concentrations en azote total de l'hypolimnion oscillent toute l'année autour de $80,0 \mu\text{mol N. l}^{-1}$, la valeur moyenne et l'écart-type étant de $77,6 \pm 4,5 \mu\text{mol N. l}^{-1}$.

3. 2. 2 - Lac Pavin

3. 2. 2. 1 - Concentrations en oxygène dissous

Dans ce lac, les eaux du mixolimnion sont toujours relativement bien oxygénées la valeur minimale de concentration en cet élément, $5,9 \text{ mg. l}^{-1}$, ayant été mesurée à 40m en Mars 1994.

En Avril 1993, la distribution verticale des concentrations en oxygène dissous est pratiquement uniforme de 0 à 40m (Fig. 3. 6).

Une stratification très nette des teneurs en cet élément apparaît par la suite et persiste jusqu'au mois d'Octobre 1993. Pendant toute cette période estivale, des valeurs très élevées, dépassant même 20 mg. l^{-1} le 29 Juillet 1993, sont observées entre 6 et 15m.

Figure 3. 5: Lac d'Aydat. Distribution spatio-temporelle des concentrations en azote total dissous (N-total) exprimées en $\mu\text{mol N} \cdot \text{l}^{-1}$.

