
BASSIN VERSANT DU LAC DU BOURGET

Suivi en semi continu
de la Leysse et du Sierroz



Rapport d'installation Premiers résultats d'exploitation

Cisalb

Comité Intersyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget

M A R S 2 0 0 4



S O M M A I R E

Bassin versant du lac du Bourget	0
1 Contexte du suivi	4
2 Présentation et fonctionnement des installations.....	5
2.1 Matériel de mesure et de prélèvement.....	5
2.1.1 <i>Préleveur automatique d'échantillons réfrigéré (24 flacons)</i>	<i>5</i>
2.1.2 <i>Sondes d'enregistrement en continu.....</i>	<i>5</i>
2.1.3 <i>Station d'acquisition.....</i>	<i>5</i>
2.1.4 <i>Liaison modem à poste central de contrôle situé au CISALB.....</i>	<i>5</i>
2.1.5 <i>Superviseur.....</i>	<i>5</i>
2.2 Aménagement des sites	6
2.2.1 <i>Station de la Leysse</i>	<i>6</i>
2.2.2 <i>Station du Sierroz.....</i>	<i>6</i>
3 Protocole et methodologie.....	7
3.1 Modes de fonctionnement du préleveur	7
3.2 Téléchargement des données	7
3.3 Récupération des échantillons.....	7
3.4 Paramètres analysés	8
3.5 Evaluation du flux.....	8
4 Résultats 2003	8
4.1 La Leysse	8
4.1.1 <i>Les concentrations</i>	<i>8</i>
4.1.2 <i>Corrélations entre débits et concentrations</i>	<i>12</i>
4.1.3 <i>Premières estimations de flux</i>	<i>14</i>
4.2 Le Sierroz	16
4.2.1 <i>Les concentrations</i>	<i>16</i>
4.2.2 <i>Corrélations entre débits et concentrations</i>	<i>18</i>
4.2.3 <i>Interprétation des calculs de flux.....</i>	<i>21</i>
5 Comparaison entre la Leysse et le Sierroz	23
5.1 Crue du 1 ^{er} novembre.....	23
5.2 Apports au lac de novembre à décembre 2003.....	23
6 Conclusion.....	24

L I S T E D E S F I G U R E S

Figure 1 : *Concentrations en phosphore dans la Leysse en 2003.*

Figure 2 : *Concentrations en azote dans la Leysse en 2003.*

Figure 3 : *Concentrations en carbone dans la Leysse en 2003.*

Figure 4 : *Concentrations en carbone et MEST dans la Leysse en 2003.*

Figure 5 : *Concentrations en MEST dans la Leysse en 2003.*

Figure 6 : *Concentrations des 8 paramètres analysés et débits mesurés dans la Leysse en 2003.*

Figure 7 : *Concentrations en phosphore dans le Sierroz en 2003.*

Figure 8 : *Concentrations en azote dans le Sierroz en 2003.*

Figure 9 : *Concentrations en carbone dans le Sierroz en 2003.*

Figure 10 : *Concentrations en carbone et MEST dans le Sierroz en 2003.*

Figure 11 : *Concentrations en MEST dans le Sierroz en 2003.*

Figure 12 : *Concentrations des 8 paramètres analysés et débits mesurés dans le Sierroz en 2003.*

L I S T E S D E S T A B L E A U X

Tableau 1 : *Calculs des flux mensuels en Kg de la molécule - Leysse.*

Tableau 2 : *Influence de l'hydrologie sur les flux - Leysse.*

Tableau 3 : *Calculs des flux de la crue du 1^{er} novembre 2004 - Leysse.*

Tableau 4 : *Calculs des flux de nutriments de la Leysse.*

Tableau 5 : *Calculs des flux mensuels en Kg de la molécule - Sierroz.*

Tableau 6 : *Influence de l'hydrologie sur les flux - Sierroz.*

Tableau 7 : *Calculs des flux de la crue du 1^{er} novembre 2004 - Sierroz.*

Tableau 8 : *Calculs des flux de nutriments de le Sierroz.*

Tableau 9 : *Comparaison des flux transportés par la Leysse et le Sierroz lors de la crue du 1^{er} novembre.*

Tableau 10 : *Comparaison des flux transportés par la Leysse et le Sierroz pendant novembre et décembre.*

1 CONTEXTE DU SUIVI

Depuis 1975, d'importants travaux d'assainissement ont été réalisés sur le bassin versant pour enrayer le processus d'eutrophisation du lac du Bourget. Pour évaluer l'incidence de ces travaux d'épuration, les collectivités ont mis en place en 1980 un observatoire de la qualité de l'eau. Il livre un bilan rassurant de l'état du lac :

- en 20 ans la teneur de l'eau en phosphates a été divisée par 6 dans le lac, passant de 120 à 20 µg/l.
- la teneur en nitrates dans le lac a diminuée de 40 %.

La programmation du contrat de bassin versant du lac du Bourget, signé en septembre 2002, comprend des actions de dépollution et de renaturation sur les cours d'eau tributaires du lac. Pour en mesurer les effets, le CISALB a souhaité mettre en place un système de suivi et de surveillance de la qualité des eaux des deux plus importants affluents du lac : la Leysse et le Sierroz.

Ce suivi a un triple objectif :

- 1) Evaluer les apports au lac et ainsi compléter la connaissance du fonctionnement du lac acquise lors de « l'Analyse de l'évolution de la qualité des eaux 1995-96 ».
 - apports annuels en nutriments et polluants
 - importance et rôle des crues dans les quantités apportées
- 2) Disposer d'un suivi à l'étiage et en hautes eaux de la Leysse et du Sierroz.
- 3) Mettre en relation les gains, en terme de qualité d'eau, avec les investissements du contrat.

Le présent rapport vise à rendre compte aux partenaires financiers de l'opération de l'installation des deux systèmes de mesures et de leur exploitation effective.

Un rapport annuel complet sera édité pour présenter es résultats et interprétations de ce suivi. Le premier rapport sera édité en janvier 2005.

Les premiers résultats présentés dans ce dossier ne constituent donc que les prémices d'une réflexion qui s'affinera au fur et à mesure de l'acquisition et de l'interprétation de nouvelles données.

2 PRESENTATION ET FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS

2.1 Matériel de mesure et de prélèvement

2.1.1 Préleveur automatique d'échantillons réfrigéré (24 flacons)

Il s'agit d'un préleveur d'échantillons de type ASP 2000 HENDRESS et HAUSER, répondant aux critères de fonctionnement suivants :

- L'échantillonnage est permanent.
- Le préleveur fonctionne avec plusieurs programmes correspondant chacun à un rythme différent de prélèvement. Le passage d'un programme à l'autre est asservi au niveau d'eau.
- Les paramètres de fonctionnement (heures de prélèvements,...) du préleveur sont enregistrés et consultables portable lors de la récupération des échantillons.

2.1.2 Sondes d'enregistrement en continu

Les sondes de marque HENDRESS et HAUSER placées dans le cours d'eau mesureront en continu les paramètres suivants :

- Hauteur d'eau
- Oxygène dissous
- Température
- Conductivité

2.1.3 Station d'acquisition

La station d'acquisition HYDROEMAC permet l'enregistrement et le stockage des informations mesurées en continu.

2.1.4 Liaison modem à poste central de contrôle situé au CISALB

Les données de hauteur d'eau, d'oxygène dissous, de résistivité et de température sont transférées au CISALB par modem téléphonique.

2.1.5 Superviseur

Deux superviseurs peuvent être utilisés :

- LOGEMAC, logiciel développé par HYDROEMAC. Il permet de récupérer les données enregistrées par la station d'acquisition. Cette même société a mis en place l'asservissement du préleveur au niveau d'eau.

-
- EYES développé par PRAXITEC qui permet en plus de se connecter et de récupérer les données du SICEC (stations limnimétriques et pluviométriques) et de la DIREN (stations limnimétriques).

2.2 Aménagement des sites

Les deux sites choisis pour l'installation des stations présentent des contraintes nécessitant des aménagements spécifiques afin de permettre un fonctionnement optimal des appareils de mesure et des prises d'échantillons.

2.2.1 Station de la Leysse

La station de la Leysse est située sur la digue rive droite, en amont de la passerelle cyclable de Savoie Technolac. Sa mise en place à nécessiter de :

- Réaliser des tranchées pour effectuer les branchements électriques et téléphoniques.
- Terrasser pour la mise en place de la cabane.
- Mettre en place une cabane en bois de 2 m par 2,5 m dont l'aspect à été remodeler pour entrer dans la charte de construction de Savoie Technolac.
- Réaliser des tranchées pour amener les sondes en bordure du cours d'eau tout en les protégeant des dégâts prévisibles au moment des crues.
- Fixer le tube métallique dans lequel sont plongées les sondes, sur l'enrochement existant de la digue.

2.2.2 Station du Sierroz

La station du Sierroz est située dans l'enceinte de la station d'épuration d'Aix-les-Bains en rive gauche du Sierroz. Elle est située en aval du pont SNCF et suffisamment en amont de la confluence avec le lac pour se soustraire aux influences tant du seuil du pont SNCF que du lac. Sa conception a nécessité de :

- Réaliser des tranchées pour réaliser les branchements électriques et téléphoniques.
- Terrasser pour la mise en place de la cabane.
- Mettre en place une cabane en bois classique de 2 m par 2,5 m.
- Réaliser des tranchées pour amener les sondes en bordure du cours d'eau tout en les protégeant des dégâts prévisibles au moment des crues. Ces travaux ont nécessité la réalisation d'un fonçage sous la piste cyclable qui longe le cours d'eau.
- Fixer le tube métallique dans lequel sont plongées les sondes sur un muret de béton stabilisé par un enrochement.

3 PROTOCOLE ET METHODOLOGIE

3.1 Modes de fonctionnement du préleveur

Le préleveur a été programmé pour fonctionner sous 2 modes : l'un dit « normal », l'autre dit de « crue ». Le passage de l'un à l'autre s'effectue par franchissement d'un seuil de hauteur d'eau fixé en fonction de l'hydrologie de la période.

Fonctionnement en mode « normal »

- Un prélèvement toutes les heures.
- Un flacon par 24 heures (24 prélèvements).

Le flacon pouvant contenir un litre, le prélèvement unitaire est donc de 40 ml.

Fonctionnement en mode « crue »

- Un prélèvement tous les quart d'heures.
- Un flacon toutes les 6 heures (*).

* Le volume de prélèvement étant de 40 ml, et le nombre de prélèvements de 24 par flacons, alors 1 flacon = 6 heures.

3.2 Téléchargement des données

Les données des 4 paramètres stockées dans la station d'acquisition sont téléchargée au moins une fois par semaine depuis un ordinateur du CISALB. Connaissant le seuil de niveau d'eau et donc le mode de fonctionnement, on peut positionner les bidons dans le temps.

3.3 Récupération des échantillons

La récupération des bidons s'effectue en moyenne :

- Tous les 15 à 20 jours en mode « normal » (régime hydrologique stable).
- Toutes les semaines en mode « crue ».

En fonction de l'évolution des niveaux d'eau de la période considérée, les bidons sont assemblés pour former un échantillon d'un volume de 2 litres, amené ensuite au laboratoire d'analyse :

- Si pendant la période considérée aucune crue n'est intervenue alors
1 échantillon = env. 5 bidons (5 x 24 h).
- Si une ou plusieurs crues de courte durée sont intervenues alors
1 échantillon = une crue de courte durée.
- Si une ou plusieurs crues de longue durée sont apparues alors
1 échantillon = montée de crue

1 échantillon = descente de crue

3.4 Paramètres analysés

Sur chaque échantillon apporté à Savoie Labo, la concentration des éléments suivants est mesurée :

- MEST (mg/l)
- Orthophosphates (mg/l PO₄)
- Phosphore total (mg/l P)
- Nitrates (mg/l NO₃)
- Ammonium (mg/l NH₄)
- Azote Kjeldahl (mg/l N)
- COD (mg/l C)
- COT (mg/l C)

3.5 Evaluation du flux

Le calcul des flux nécessite de connaître les débits des cours d'eau, la concentration des éléments analysés et la durée correspondante de l'échantillon.

La station de mesure nous donne les deux derniers éléments. Afin de déterminer les débits aux stations, une relation a été établie entre les débits mesurés sur le réseau de la DIREN et les hauteurs d'eau mesurées à nos stations.

4 RESULTATS 2003

4.1 La Leysse

Les données brutes sont présentées sous forme de tableau en *annexes 1 et 2*.

4.1.1 Les concentrations

Préambule :

- Les couleurs correspondent aux classes de qualité du SEQ Eau V1.
- Chaque barre du graphique correspond à une ou plusieurs analyses si les résultats sont les mêmes.
- Sur la période examinée, ce sont 70 analyses qui ont été effectuées sur la Leysse et 21 sur le Sierroz.

- Le phosphore (*ortho P*, *Ptot*)

Deux formes du phosphore ont été dosées sur les échantillons de l'année 2003. La distribution des données de concentration est présentée sur la Figure 1.

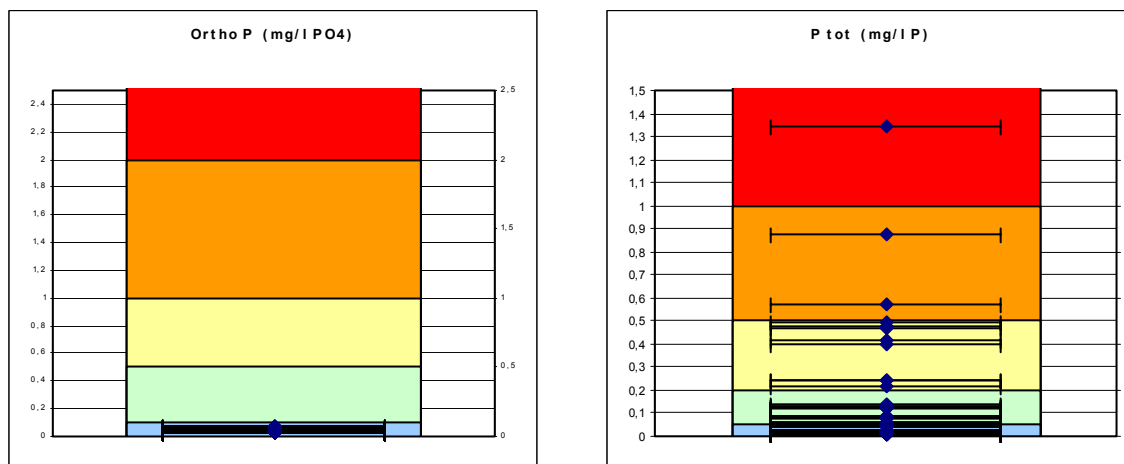


Figure 1 : Concentrations en phosphore dans la Leyse en 2003

Les concentrations déclassantes de P tot (jaune, orange, rouge du SEQ Eau) ont été obtenues lors des crues de la Leyse, essentiellement au cours des mois d'août, octobre et novembre 2003. Tandis que toutes les concentrations d'ortho P sont en classe bleue.

Le phosphore total regroupant toutes les formes organiques de P, cette analyse est sujette à une grande variabilité lors des crues qui apportent une forte concentration de matière organique.

- L'azote (Nitrates, Amonium, Azote Kjeldahl)

Trois formes de l'azote ont été dosées sur les échantillons de l'année 2003. La distribution des données de concentrations est présentée sur la Figure 2.

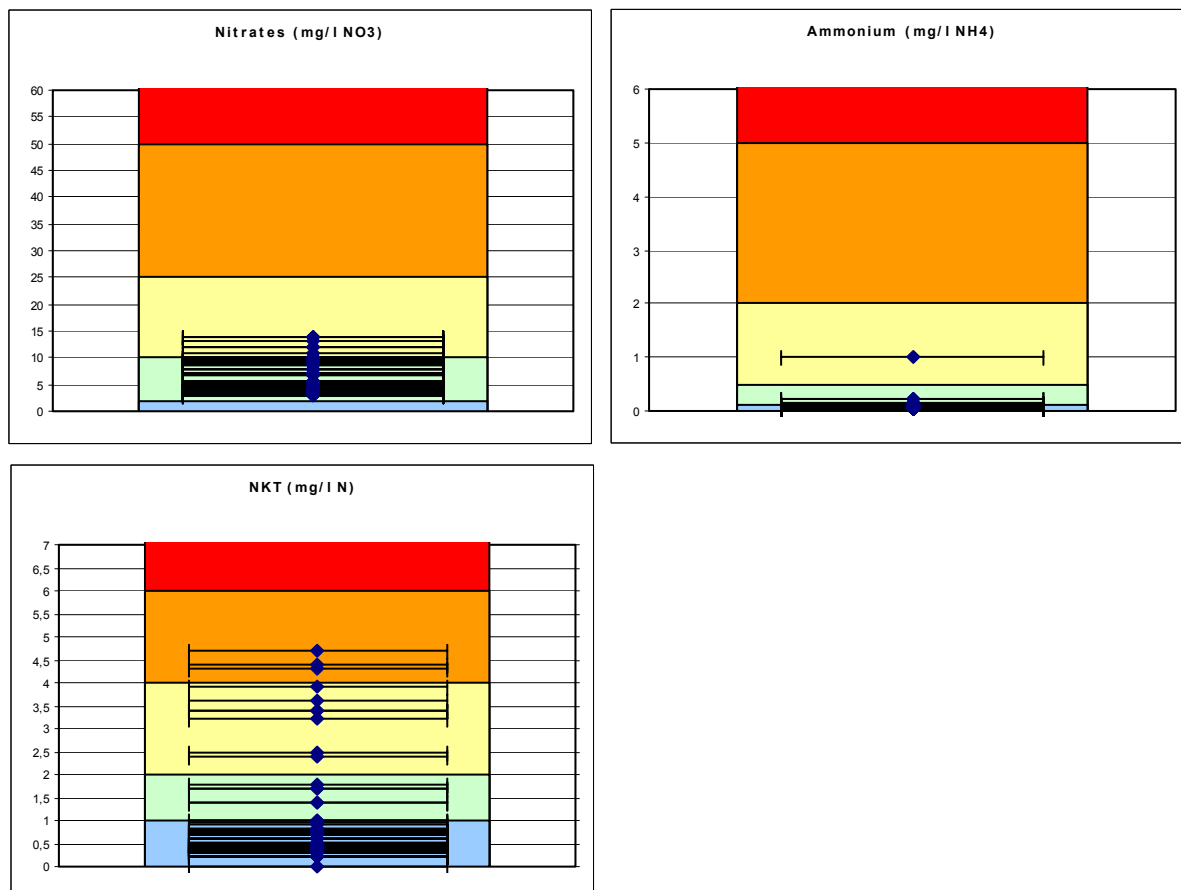


Figure 2 : Concentrations en azote dans la Leyse en 2003

Les concentrations maximales ont été obtenues en épisode de crue, essentiellement en août, octobre et novembre 2003.

On constate que pour les nitrates toutes les analyses sont déclassantes mais le majorité reste proche de l'indice inférieur de la classe verte.

Les concentrations en NKJ et Ammonium sont en majorité en classe bleue du SEQ mais les valeurs en NKJ sont plus variables. La mesure de NKJ représente les formes organiques de N + NH₄, ce qui explique l'occurrence des concentrations déclassantes en période de crue et de forte concentration en matière organique.

- Le carbone (*Carbone organique dissous et carbone organique total*)

Deux paramètres du carbone ont été analysés, le carbone dissous et le carbone total. La différence entre les concentrations correspond approximativement au carbone particulaire. La distribution des données de concentrations est présentée sur la Figure 3.

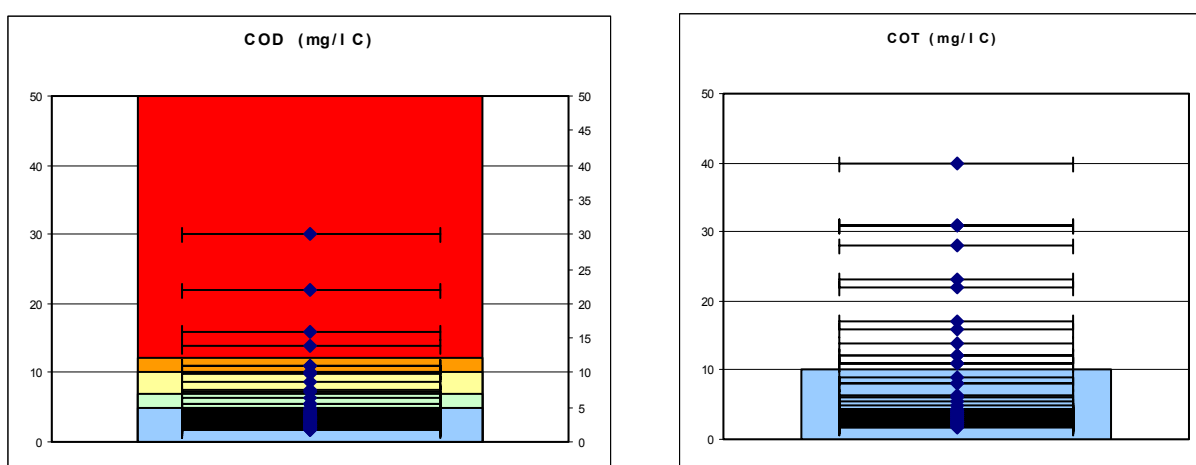


Figure 3 : Concentrations en carbone dans la Leyse en 2003

On remarque que les concentrations en carbone organique total ont une plus forte variabilité. Ce qui s'explique par la forte proportion de carbone particulaire pendant les crues. La Figure 4 présente la corrélation entre le COD, le COT et les MEST dont les concentrations sont corrélées aux épisodes de crue.

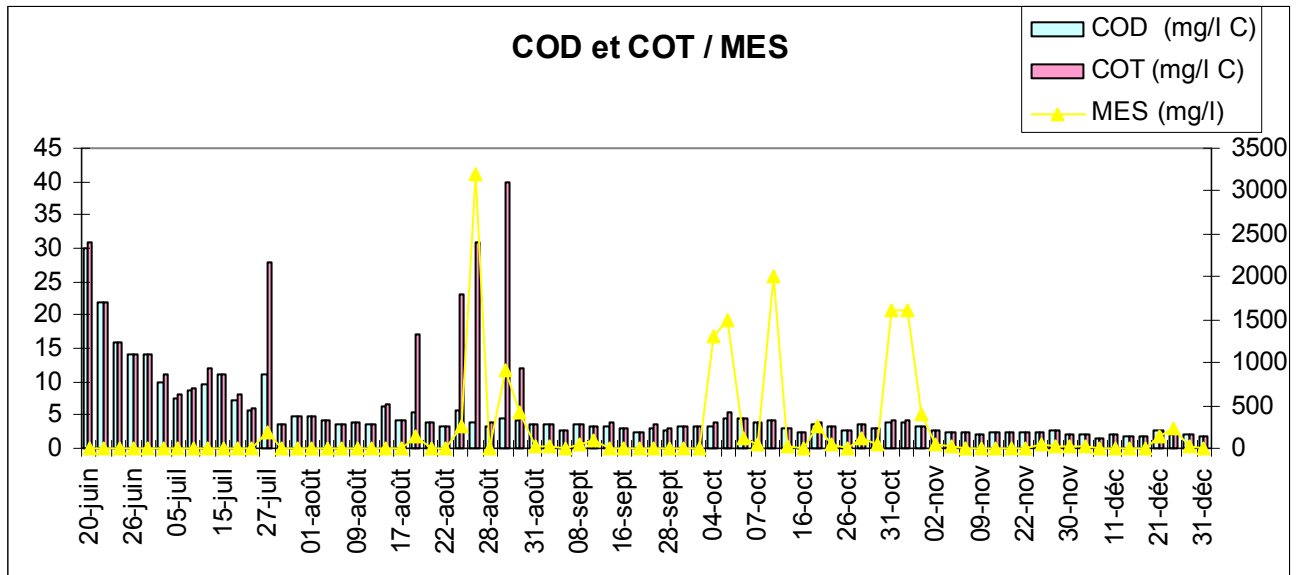


Figure 4 : Concentrations en carbone et MEST dans la Leyse en 2003

Les résultats en COD et COT de juin et début juillet sont difficilement explicables.

Lorsque les MES augmentent, le COT est supérieur au COD. Ceci est perceptible sur les événements pluvieux de juillet et août. Ceux-ci sont survenus après une période de temps sec importante. Le carbone sous forme particulaire était majoritaire. Lors des crues d'octobre et de novembre les MES semblent être majoritairement constituées de particules minérales puisque les MES augmentent alors que le COT reste très proche des mesures de COD.

- Les MEST

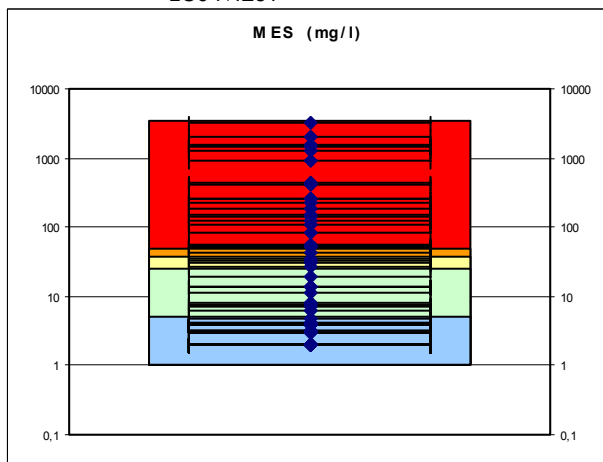


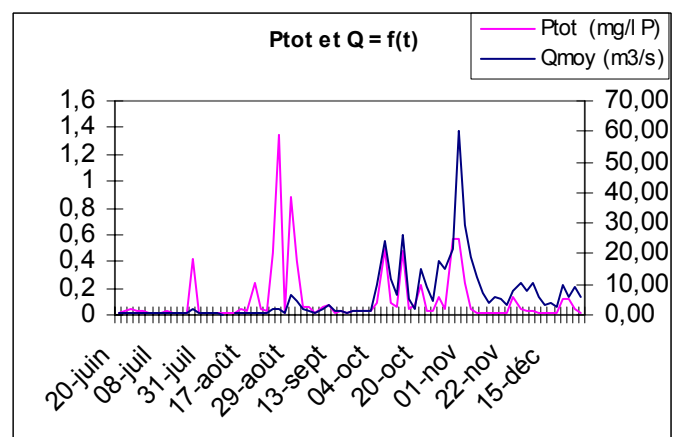
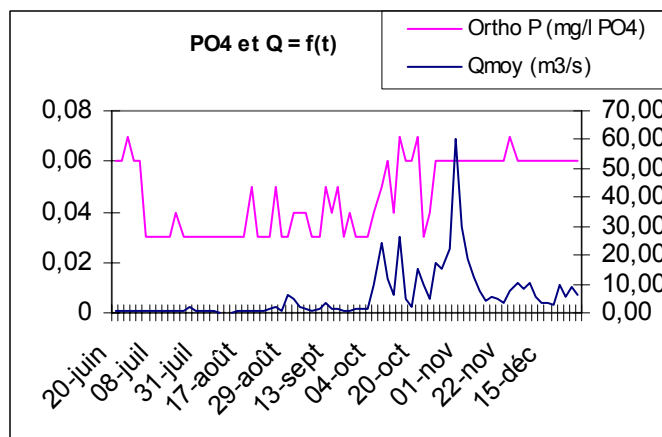
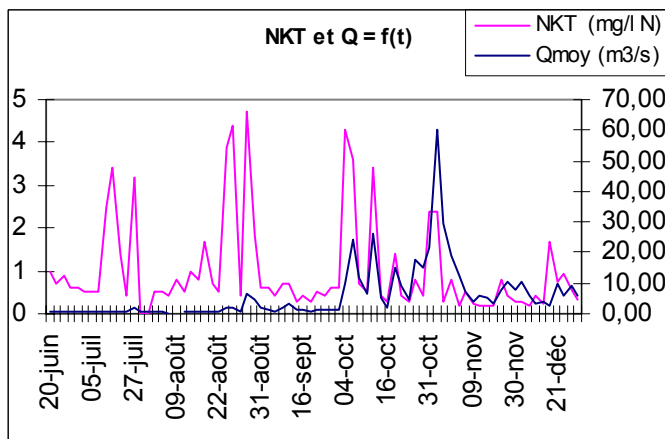
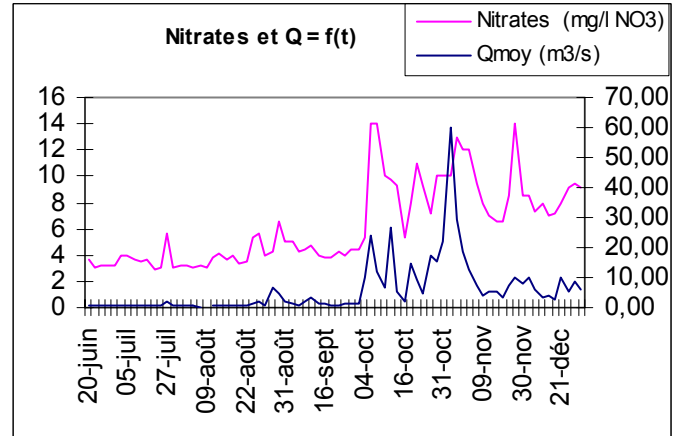
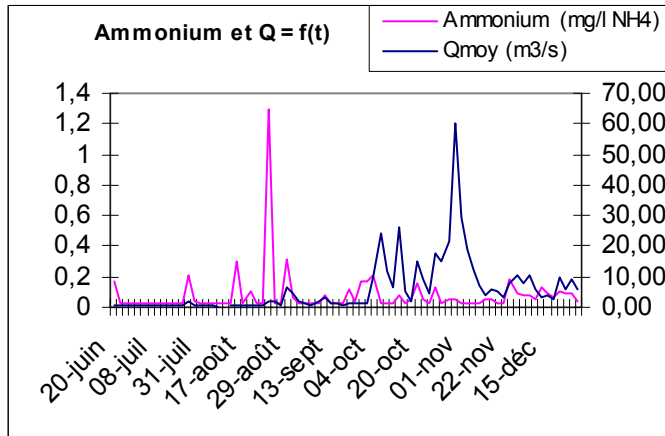
Figure 5 : Concentrations en MEST dans la Leyse en 2003

La figure 5 présente la répartition des concentrations en MEST. La distribution présente de nombreuses valeurs faibles à moyennes et des valeurs très fortes mesurées en période de crues. Les valeurs extrêmes sont mesurées en août lors de crues qui succèdent à une longue période de temps sec et en octobre lors d'une crue biennale ($Q = 112 \text{ m}^3/\text{s}$ max).

4.1.2 Corrélations entre débits et concentrations

Avec les données de l'année 2003, on voit s'esquisser des relations entre les concentrations de certains paramètres et le débit mais le nombre d'analyses ne permet de les établir définitivement. Ces relations seront étudiées dans les rapports de suivi à venir.

La figure 7 présente, pour première information, les variations annuelles des concentrations des 8 paramètres analysés et les débits mesurés.



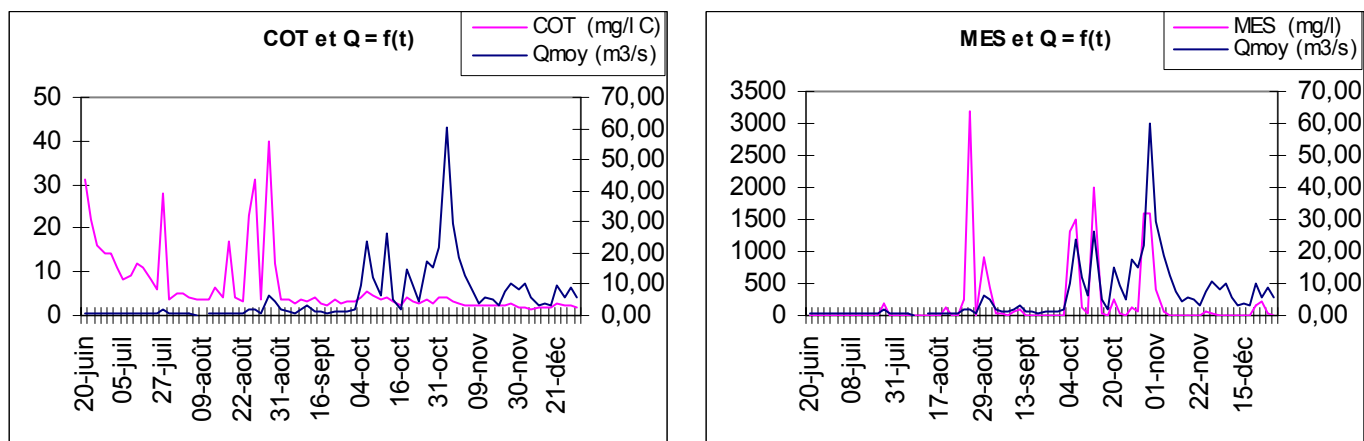


Figure 6 : Concentrations des 8 paramètres analysés et débits mesurés en 2003

Les paramètres dont une composante est particulière (MEST, COT et Ptot) présentent des concentrations élevées lorsque le débit est fort mais également lors d'épisodes pluvieux modérés succédant à une période de temps sec significative.

Lorsque les MEST sont en forte concentration et que l'oxygène fait défaut (3 mg/l la nuit lors de la période estivale), les concentrations en ammonium sont élevées. Si l'eau présente une bonne oxygénation (d'octobre à décembre) les crues ne provoquent pas de forte augmentation de la concentration en ammonium. L'ammonium est alors oxydé en nitrates et nitrites. Ceci est confirmé par les concentrations élevées en nitrates durant la même période.

Les orthophosphates semblent marquer deux paliers distincts en fonction de la saison : un niveau bas (0,035 mg/l PO₄) lors de la période estivale - avec quelques variations liées aux crues, et un niveau haut (0,06 mg/l PO₄) à partir d'octobre. Les variations de débit à partir d'octobre influencent peu les concentrations en orthophosphates.

4.1.3 Premières estimations de flux

Le tableau 1 présente les résultats mensuels du calcul des flux de nutriments transportés par la Leysse.

	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Volume d'eau transité (m³)	1 581 779	2 223 594	3 378 298	18 100 581	18 632 813	15 890 315
Ortho P (Kg PO₄)	50	78	130	973	1 128	953
Ptot (Kg P)	55	685	124	2 821	2 080	908
Nitrates (Kg NO₃)	5 556	10 427	14 285	166 305	176 784	130 402
Ammonium (Kg NH₄)	50	291	156	1 165	873	1 335
COD (Kg C)	12 343	9 256	10 119	61 074	49 752	32 189
COT (Kg C)	14 616	28 393	10 696	63 142	50 306	33 421
MEST (Kg)	19 607	846 445	77 059	7 638 091	4 370 761	1 053 798
NKJ (Kg N)	1 720	3 825	1 614	21 526	11 285	8 915

Tableau 1 : Calculs des flux mensuels en Kg de la molécule – Leysse en 2003.

Les orthophosphates, P tot, et les nitrates suivent la même variation que les volumes d'eau. L'ammonium ainsi que le carbone suivent l'évolution des MES. La composante particulaire du carbone organique est liée aux MES.

Résultats sur la période de juillet à décembre

	Hors crue		Crues		Total
Volume d'eau transité (m³)	41 285 839	69 %	18 521 541	31 %	59 807 380
Ortho P (Kg PO₄)	2 157	65,1 %	1 155	34,9 %	3 312
Ptot (Kg P)	3 127	46,8 %	3 546	53,2 %	6 673
Nitrates (Kg NO₃)	288 832	57,33 %	214 927	42,66 %	503 759
Ammonium (Kg NH₄)	1 929	49,8 %	1 941	50,2 %	3 870
COD (Kg C)	116 952	66,9 %	57 781	33,1 %	174 733
COT (Kg C)	120 182	59,9 %	80 392	40,1 %	200 574
MEST (Kg)	6 626 804	47,3 %	7 378 957	52,7 %	14 005 761
NKJ (Kg N)	26 013	53,2 %	22 872	46,8 %	48 885

Tableau 2 : Influence de l'hydrologie sur les flux - Leysse.

Selon les paramètres et l'intensité des pluies la variation des flux journaliers entre un jour de pluie et un jour sans pluie peut aller de 4 à 240. On ne peut toutefois pas faire de moyenne car nous n'avons que peu de données de temps de pluie.

On constate que les crues représentent 1/3 des volumes mais plus de la moitié des quantités de Ptot, ammonium et MEST qui sont transportées.

La plus importante crue est survenue le 1^{er} novembre. En 30 heures les quantités suivantes (en Kg) ont été apportées au lac :

	1^{er} novembre
Volume d'eau transité (m³)	4 142 691
Ortho P (Kg PO₄)	248
Ptot (Kg P)	1 940
Nitrates (Kg NO₃)	45 260
Ammonium (Kg NH₄)	170
COD (Kg C)	15 676
COT (Kg C)	16 249
MEST (Kg)	5 094 878
NKJ (Kg N)	7 259

Tableau 3 : Calculs des flux de la crue du 1^{er} novembre - Leysse.

De ces résultats on peut en déduire la quantité de phosphore, d'azote et de carbone qui est apportée au lac par la Leysse. Le tableau 3 présente les quantités de nutriments déversées dans le lac par la Leysse.

		Juillet à décembre 2003
P (KG)	P tot	6 673
	Ortho P	1 077
N (Kg)	Nitrates	113 805
	Ammonium	3 118
	NKJ	48 885
C (Kg)	COD	200 575
	COT	174 734

Tableau 4 : Calculs des flux de nutriments - Leysse.

Il faut attendre les résultats de la période de janvier à juin pour établir un bilan plus précis des flux de nutriments annuels et préciser la contribution des crues.

4.2 Le Sierroz

Les données brutes sont présentées sous forme de tableau en annexes 3 et 4.

4.2.1 Les concentrations

- Le phosphore (*ortho P*, *Ptot*)

Deux formes du phosphore ont été dosées sur les échantillons de l'année 2003. La distribution des données de concentration est présentée sur la Figure 7.

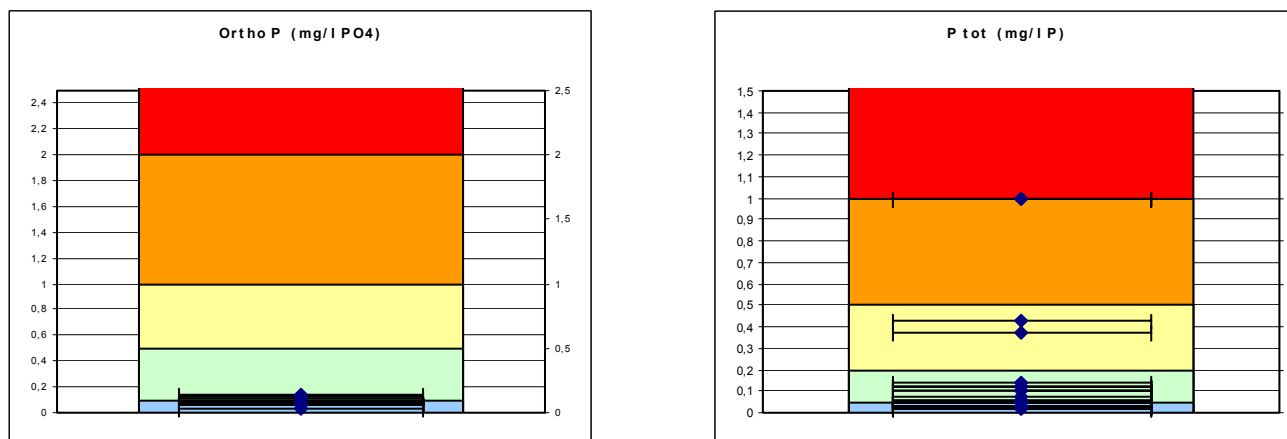


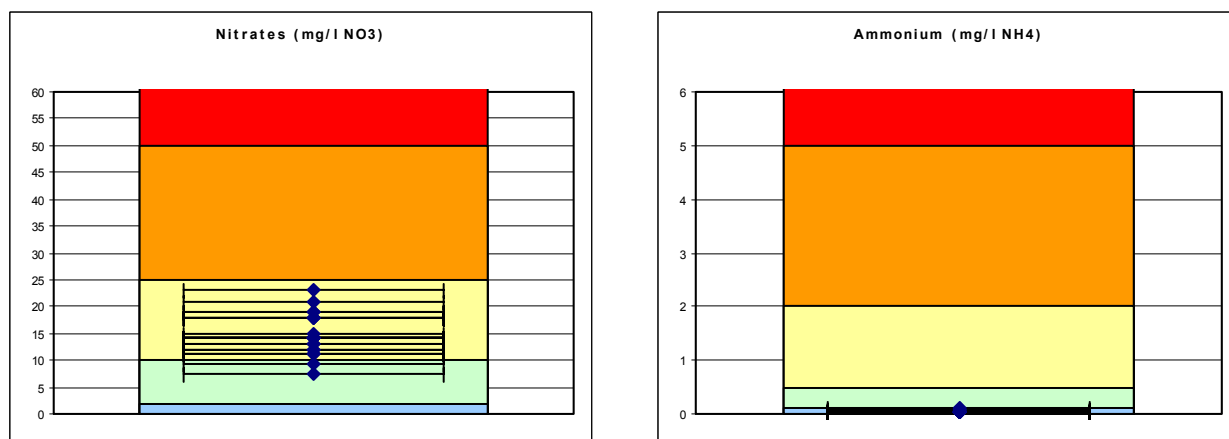
Figure 7 : Concentrations en phosphore dans Le Sierroz en 2003

Les concentrations en orthophosphate sont déclassantes pour 3 analyses mais dans une moindre mesure que Ptot. Seules deux analyses déclassent Ptot en orange, elles ont été mesurées sur les prélèvements du 31 octobre et du 1^{er} novembre lors de la plus importante crue sur le Sierroz. Elle correspond au plus forts débits sur la Leysse également.

La variabilité des concentrations d'orthophosphates est moindre que celle des concentrations en phosphore total.

- L'azote (*Nitrates*, *Amonium*, *Azote Kjeldahl*)

Trois formes de l'azote ont été dosées sur les échantillons de l'année 2003. La distribution des données de concentrations est présentée sur la Figure 8.



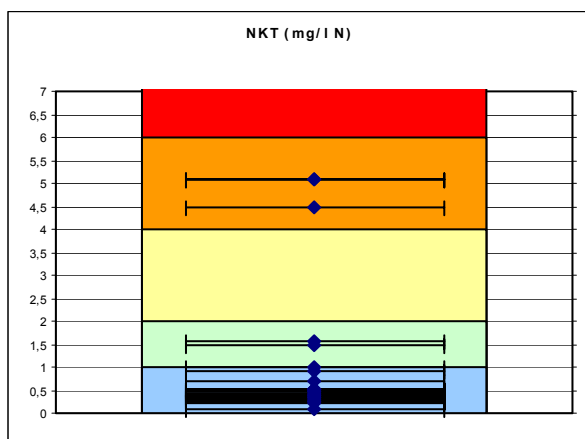


Figure 8 : Concentrations en azote dans le Sierroz en 2003

Les concentrations maximales ont été obtenues lors des crues du Sierroz, essentiellement au cours du mois de novembre 2003.

On constate que pour les nitrates toutes les analyses sont fortement déclassantes : elles sont en classe jaune sauf 2 qui sont en limite supérieure de la classe verte. Les concentrations en ammonium sont très stables (classe bleue), une seule analyse se situe en limite inférieure de la classe verte. Les concentrations mesurées en NKT sont en majorité en classe bleue mais trois analyses sont en classe orange. Ces résultats déclassants correspondent aux prélèvements effectués pendant la crue du 1^{er} novembre.

- Le carbone (*Carbone organique dissous et carbone organique total*)

Deux paramètres du carbone ont été analysés, le carbone dissous et le carbone total. La différence entre les concentrations représente approximativement le carbone particulaire. La distribution des données de concentrations est présentée sur la Figure 9

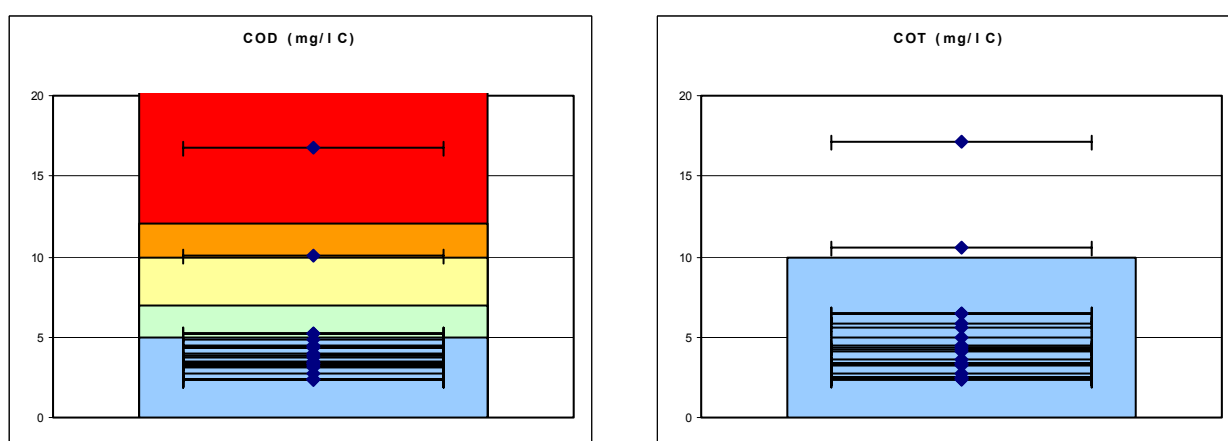


Figure 9 : Concentrations en carbone dans le Sierroz en 2003

Comparativement à la Leyse les résultats du COT sont beaucoup plus stables. Même lors de la crue du 1^{er} novembre on remarque que la différence entre COD et COT est faible. La Figure 10 présente la corrélation entre le COD, le COT et les MEST dont les concentrations sont corrélées aux épisodes de crue.

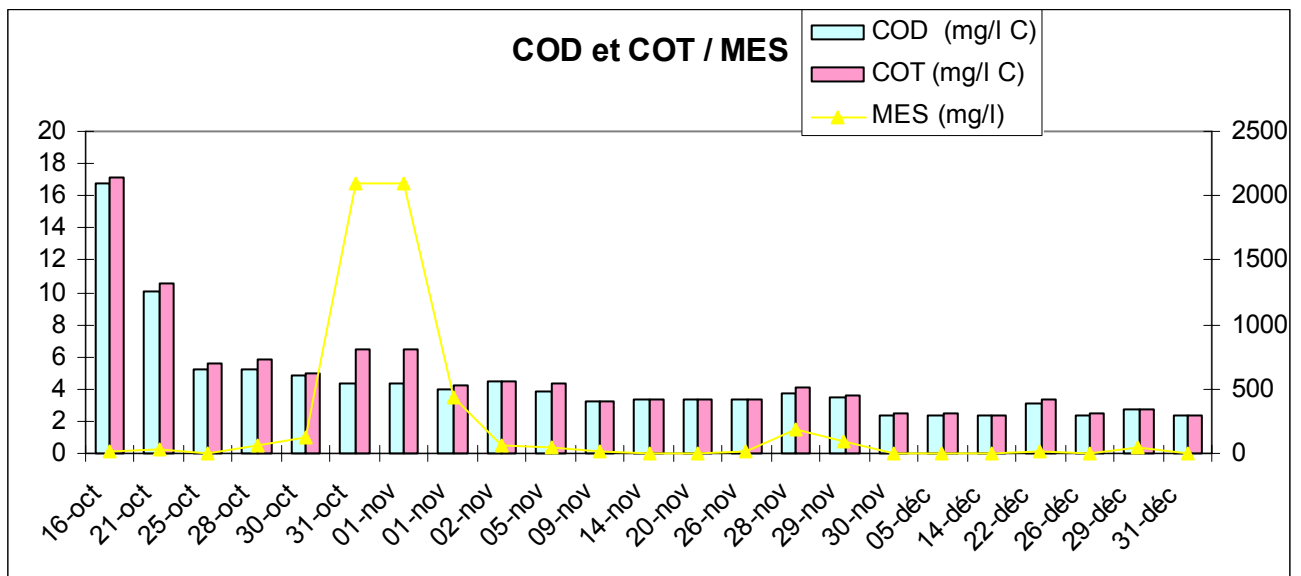


Figure 4 : Concentrations en carbone et MEST dans la Leysse en 2003

Comme pour la Leysse, les résultats correspondants à la mise en service de la station sont incohérents.

Comme pour la Leysse, à la différence des crues estivales, les mesures effectuées sur les prélèvements de la crue du 1^{er} novembre montrent une faible différence entre COT et COD alors que les MES sont élevées.

- Les MEST

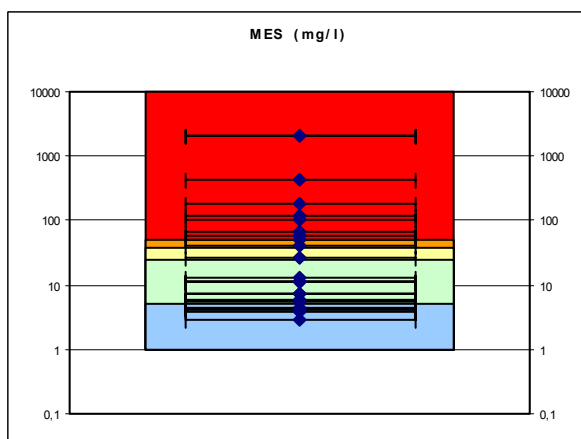


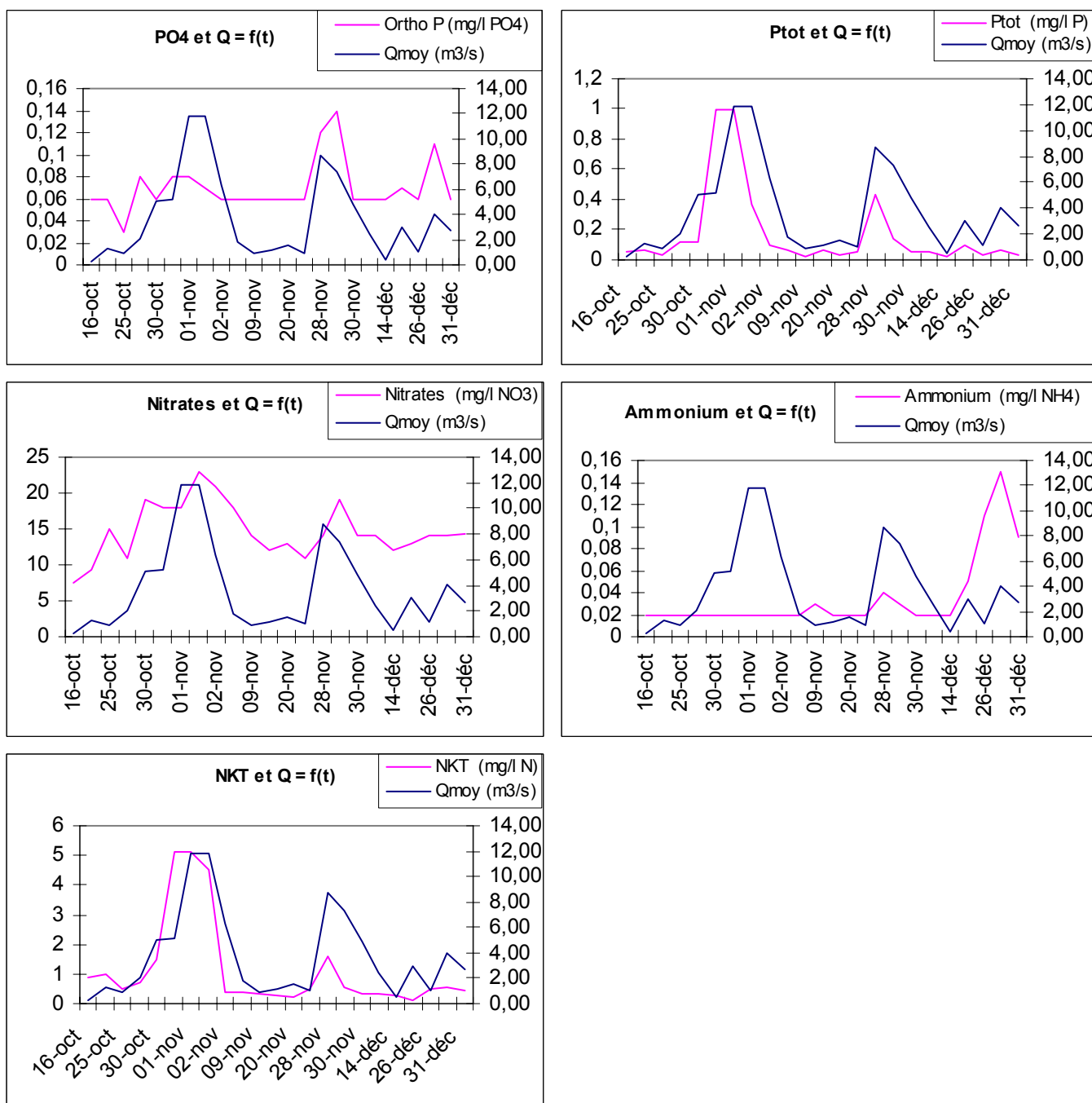
Figure 11 : Concentrations en MEST dans le Sierroz en 2003

La figure 11 présente la répartition des concentrations en MEST. La distribution présente de nombreuses valeurs faibles à moyennes et des valeurs très fortes mesurées en période de crues. Les valeurs de la classe rouge ont été mesurées, pour 5 des 7 analyses, du 27 octobre au 7 novembre.

4.2.2 Corrélations entre débits et concentrations

On peut mettre en parallèle les mesures de concentration et le débit en fonction du temps, mais la durée insuffisante du suivi ne permet pas de faire d'hypothèse. Cette relation sera étudiée lorsque plus de données seront disponibles.

La figure 12 présente les variations annuelles des concentrations des 8 paramètres analysés et les débits mesurés. Le parallèle entre concentration et période de l'année est riche en informations.



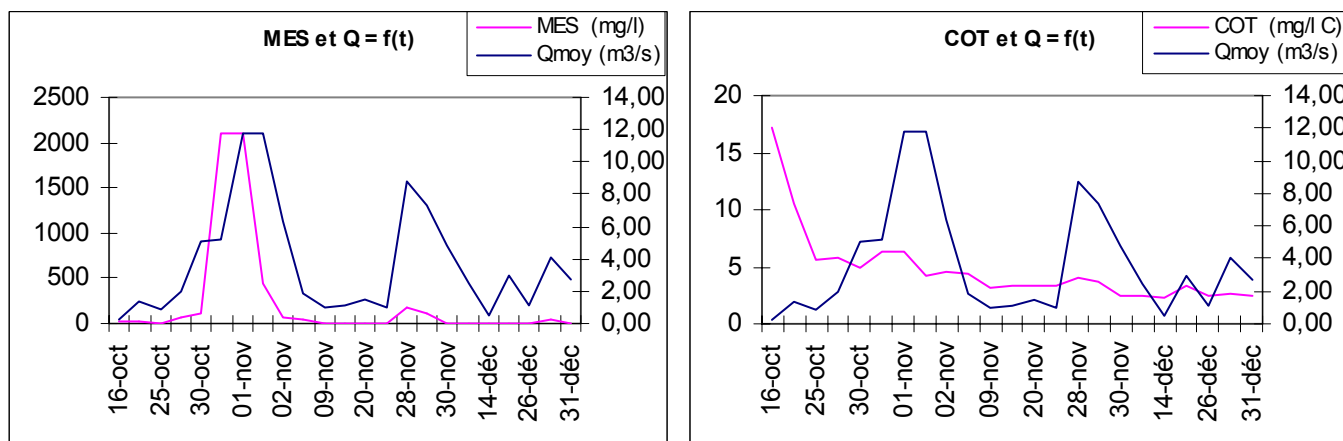


Figure 6 : Concentrations des 8 paramètres analysés et débits mesurés en 2003

Les paramètres dont une composante est particulière (MEST, Ptot) présentent des concentrations élevées lorsque le débit est fort mais également lors d'épisode pluvieux modérés succédant à une période de temps sec significative. Contrairement aux résultats de la Leysse, les concentrations en COT restent stables même lors des épisodes de crues.

Les concentrations en ammonium sont fortes lors des épisodes pluvieux de décembre. Lors de la crue de novembre les concentrations en ammonium sont faibles, l'ammonium est oxydé en nitrate. Les concentrations élevées en nitrates à cette période confirment cette hypothèse.

Fin novembre une crue du Sierroz provoque une forte augmentation des concentrations en orthophosphates.

La mise en service en octobre de la station de mesure ne permet pas de confirmer les deux paliers de concentration constatés sur la Leysse. La moyenne entre temps de pluie et temps sec est très proche.

Les concentrations en NKT augmentent plus fortement lors de la crue de début novembre que lors des autres épisodes pluvieux. La crue de novembre était la plus forte en terme de débit et d'intensité de pluie.

4.2.3 Interprétation des calculs de flux

Le tableau 4 présente les résultats mensuels du calcul des flux de nutriments transportés par le Sierroz.

	Novembre	Décembre
Volume d'eau transité (m³)	6 475 981	4 535 946
Ortho P (Kg PO₄)	495	315
Ptot (Kg P)	1 137	243
Nitrates (Kg NO₃)	107 461	62 212
Ammonium (Kg NH₄)	151	270
COD (Kg C)	23 537	11 557
COT (Kg C)	25 326	11 974
MEST (Kg)	1 397 131	56 976
NKJ (Kg N)	6 469	1 574

Tableau 5 : Calculs des flux mensuels en Kg de la molécule – Sierroz 2003.
Résultats sur la période de juillet à décembre

	Hors crue		Crues		Total
Volume d'eau transité (m³)	9 506 695	86 %	1 505 232	14 %	11 011 927
Ortho P (Kg PO₄)	672	83 %	138	13 %	810
Ptot (Kg P)	752	54 %	628	46 %	1 380
Nitrates (Kg NO₃)	143 479	84 %	26 193	16 %	169 672
Ammonium (Kg NH₄)	299	71 %	121	29 %	420
COD (Kg C)	29 843	85 %	5 251	15 %	35 094
COT (Kg C)	31 021	83 %	6 279	17 %	37 300
MEST (Kg)	311 597	21 %	1 142 509	79 %	1 454 106
NKJ (Kg N)	3 760	46 %	4 283	54 %	8 043

Tableau 6 Influence de l'hydrologie sur les flux - Sierroz.

Selon les paramètres et l'intensité des pluies la variation des flux journaliers entre un jour de pluie et un jour sans pluie peut aller de 4 à 25. On ne peut toutefois pas faire de moyenne car nous n'avons que peu de données de temps de pluie.

On constate que les crues représentent 14 % des volumes mais plus de la moitié des quantités de Ptot et NKT qui sont transportées. 80 % des MES sont apportés par les épisodes pluvieux. Les apports en nitrates sont très liés au volume, 14% du volume apporte 16 % des nitrates. Ce qui confirme la tendance de la figure 6.

La plus importante crue est survenue le 1^{er} novembre en 30 heures se sont (en Kg) :

	1^{er} novembre
Volume d'eau transité (m³)	830 475
Ortho P (Kg PO₄)	64
Ptot (Kg P)	610
Nitrates (Kg NO₃)	16 701
Ammonium (Kg NH₄)	16
COD (Kg C)	3 466
COT (Kg C)	4 5441
MEST (Kg)	1 162 234
NKJ (Kg N)	4 025

Tableau 7 : Calculs des flux de la crue du 1^{er} novembre - Sierroz.

qui ont transité dans le Sierroz.

De ces résultats on peut en déduire la quantité de phosphore, d'azote et de carbone qui est apportée au lac par le Sierroz. Le tableau 6 présente les quantités de nutriments déversées dans le lac par le Sierroz.

		Novembre à décembre 2003
P (KG)	P tot	1 380
	Ortho P	273
N (Kg)	Nitrates	38 329
	Ammonium	359
	NKJ	8 043
C (Kg)	COD	35 094
	COT	37 300

Tableau 8 : Calculs des flux de nutriments du Sierroz.

5 COMPARAISON ENTRE LA LEYSSE ET LE SIERROZ

5.1 Crue du 1^{er} novembre

	Leyse		Sierroz	
Volume d'eau transité (m³)	4 142 691	1	830 475	1
Ortho P (Kg PO₄)	248	0,00006	64	0,00007
Ptot (Kg P)	1 940	0,00046	610	0,00073
Nitrates (Kg NO₃)	45 260	0,01	16 701	0,02
Ammonium (Kg NH₄)	170	0,00004	16	0,00002
COD (Kg C)	15 676	0,0037	3 466	0,004
COT (Kg C)	16 249	0,004	4 541	0,005
MEST (Kg)	5 094 878	1,23	1 162 234	1,39
NKJ (Kg N)	7 259	0,0017	4 025	0,0048

Tableau 9 : Comparaison des flux transportés lors de la crue du 1^{er} novembre.

La crue de la Leyse représente un volume 5 fois supérieur à celui du Sierroz. Selon les paramètres étudiés la Leyse apporte au lac entre 2 fois (NKT) et 10 fois (NH₄) plus de nutriments que le Sierroz.

Ramené à 1 m³ d'eau lors de cet épisode de crue les concentrations en ammonium étaient 2 fois plus faibles dans le Sierroz que dans la Leyse. Pour les MES, NKT et les nitrates les concentrations sont supérieures dans le Sierroz. Les concentrations en nitrates sont même deux fois plus élevées pour le Sierroz.

5.2 Apports au lac de novembre à décembre 2003

		Leyse		Sierroz		Total
P (KG)	P tot	2 989	68 %	1 380	32 %	4 369
	Ortho P	690	71 %	273	29 %	963
N (Kg)	Nitrates	69 407	64 %	38 329	36 %	107 736
	Ammonium	1 770	83 %	359	17 %	2 129
	NKJ	20 200	71 %	8 043	29 %	28 243
C (Kg)	COD	81 941	70 %	35 094	30 %	117 035
	COT	83 727	69 %	37 300	31 %	121 027

Tableau 10 : Comparaison des flux transportés pendant novembre et décembre.

La part de la Leyse dans les apports au lac varie de 68 à 71 % selon les paramètres.

On remarque une similitude avec l'étude lourde du lac de 1995 – 96 sur les paramètres nitrates et COD. A l'inverse des divergences apparaissent pour Ptot et les orthophosphates.

6 CONCLUSION

L'année 2003 a été marquée par des conditions climatiques particulières avec des excédents de températures, d'insolation et des déficits de pluviométrie importants. Ces conditions particulières ont été visibles sur la Leysse :

- Niveau d'eau très bas.
- Développement algal important.
- Température élevée de l'eau (24°C en moyenne diurne, 18°C en moyenne nocturne).
- Taux d'oxygène élevé la journée (12 mg/l à 13h), lié à la photosynthèse des algues.
- Taux d'oxygène très bas la nuit (3,4 mg/l à 3h), lié à la respiration des algues.

La conductivité évolue inversement au niveau d'eau, lors d'une crue la conductivité chute.

Le suivi a débuté en juin sur la Leysse et en octobre sur le Sierroz, cela représente une faible quantité de données pour tirer des conclusions générales sur les cours d'eau.

Les paramètres de la Leysse sont en majorité en classe bleue ou verte. Elle est donc classée en bonne aptitude à la biologie.

Le paramètre nitrates est limitant pour le Sierroz vis-à-vis de l'aptitude à la biologie.

La Leysse représente 2/3 des apports au lac et 3/4 des volumes d'eau sur les mois de novembre et décembre. Durant la période du suivi, peu d'épisodes pluvieux se sont produits, on ne peut donc pas tirer de conclusion quant à la répartition des apports entre temps sec et temps de pluie.