

# Suivi de l'environnement neuchâtelois en 2003

Autor(en): **Butty, Isabelle / Jeanrenaud, Denis / Pokoroni-Aebi, Berta**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **127 (2004)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89622>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## SUIVI DE L'ENVIRONNEMENT NEUCHÂTELOIS EN 2003

ISABELLE BUTTY, DENIS JEANRENAUD, BERTA POKORNI-AEBI & EDGAR STUTZ

Service de la protection de l'environnement, Rue du Tombet 24, CH-2034 Peseux (Suisse)

### 1. INTRODUCTION (BERTA POKORNI-AEBI)

En quoi la situation météorologique exceptionnelle de l'année passée a-t-elle influencé notre environnement? La longue période sans précipitation et avec des températures élevées a laissé des traces. Pourtant, le phénomène des cours d'eau à sec est bien connu dans nos régions karstiques. Mais cette fois-ci, même les rivières importantes ont souffert d'un manque d'eau.

Heureusement pour l'approvisionnement en eau potable, les réservoirs souterrains étaient bien remplis après un printemps pluvieux. Grâce également à l'interconnexion des réseaux et avec l'eau du lac de Neuchâtel en réserve, l'approvisionnement en eau potable n'a en aucun moment posé de problème. La situation des sources et nappes ne s'est finalement normalisée qu'au débit de l'hiver, après des pluies abondantes.

Le sol et les cultures ont également énormément souffert du manque d'eau. Seuls les sols profonds ont réussi à étancher la soif de la végétation.

La longue période de beau temps, les températures élevées et les teneurs importantes en ozone de l'air ont donné un nouvel élan aux discussions sur les changements climatiques.

### 2. L'AIR (DENIS JEANRENAUD)

Les moyens de mesure des immissions exploités depuis plus de 10 ans par le Service de la protection de l'environnement permettent de suivre l'évolution de la qualité de l'air dans les villes de Neuchâtel et de la Chaux-de-Fonds, ainsi que dans la région de l'Entre-deux-Lacs: au Landeron, station propriété de la raffinerie de Cressier rénovée fin 2002. Le réseau suisse de surveillance de la qualité de l'air (Nabel) permet de suivre l'évolution de la qualité de l'air sur la crête de Chaumont et plus particulièrement, les polluants photochimiques.

#### *2.1. Les oxydes d'azote (fig. 1)*

Les oxydes d'azote sont principalement émis par le processus de combustion à hautes températures des moteurs à essence et diesel.

Le dioxyde d'azote participe à plusieurs mécanismes engendrant diverses pollutions. Le trafic routier est à l'origine de 60 à 70% des émissions de dioxyde d'azote dans l'air. C'est un gaz irritant qui pénètre très profondément dans les voies respiratoires et qui peut être particulièrement dangereux tant pour les asthmatiques (déclenchant des crises d'asthme) que pour les enfants (accroissant la sensibilité des bronches aux infections).

Il participe au mécanisme de pollution qui mène à la formation des pluies acides et à la formation de l'ozone troposphérique.

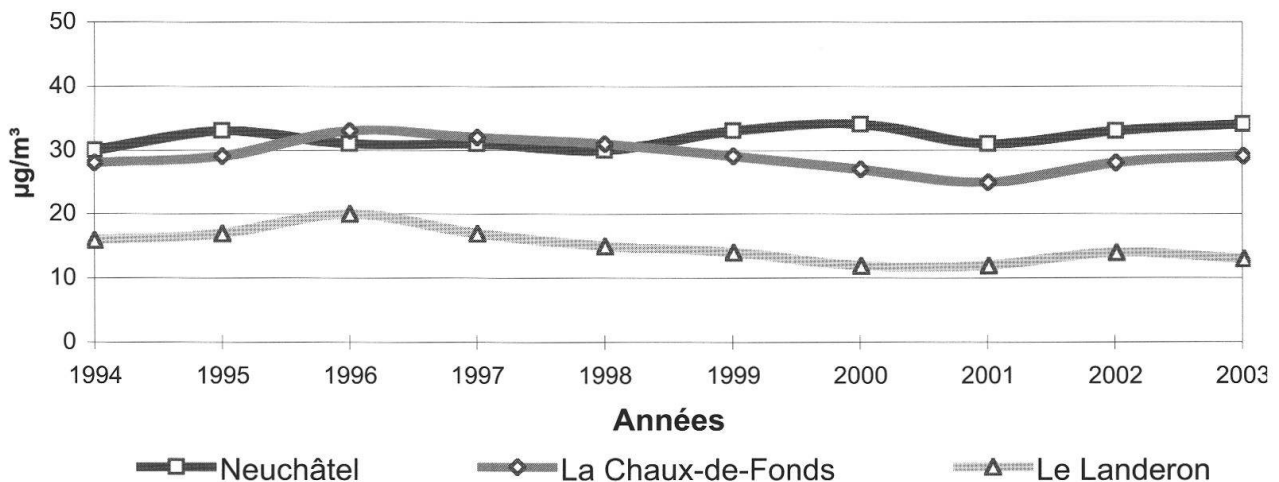


Figure 1: Evolution du dioxyde d'azote de 1994 à 2003.

Pour comprendre l'évolution en ville de Neuchâtel, il faut rappeler que la station de mesure a été déplacée au début de juillet 1999 du Jardin Anglais à l'avenue de la Gare, ce qui explique l'augmentation de la concentration annuelle dès 1999. A l'avenue de la Gare, le trafic est en effet plus important que le long du Jardin Anglais et la station plus proche de la route.

Suite à la mise en application au niveau européen de normes de plus en plus sévères pour les véhicules routiers, ainsi qu'au développement de nouvelles technologies, il était raisonnable de penser que la diminution des immissions de dioxyde d'azote de 1996 à 2001 pourrait se poursuivre, même avec une variation plus faible. Or, on constate que depuis 2002, la tendance est plus à une augmentation qu'à une diminution ou à une stabilisation. Ce phénomène n'est pas seulement local, mais se retrouve dans toutes les stations de plaine du réseau Nabel. Son explication n'est pas encore bien claire, mais elle pourrait avoir comme causes:

- l'augmentation du trafic avec des moteurs diesel qui émettent trois fois plus d'oxydes d'azote que les voitures à essence, ce qui a pour conséquence, du point de vue des émissions, que l'augmentation constante du trafic ne serait pas compensée par l'évolution des technologies;
- un changement du rapport d'oxydation du dioxyde d'azote par rapport au monoxyde d'azote en fonction de la quantité d'ozone. Ce processus est en cours de recherche;
- d'autres hypothèses en cours d'évaluation.

L'augmentation des valeurs moyennes annuelles dans les villes a également provoqué un dépassement de la valeur limite journalière de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à Neuchâtel (1 jour) et à la Chaux-de-Fonds (2 jours), ce qui n'était pas le cas en 2002.

## 2.2. L'ozone (figs. 2 à 4)

L'année 2003 a été marquée par des conditions météorologiques exceptionnelles en intensité et en durée notamment en ce qui concerne les températures. Ceci a eu pour conséquence de favoriser une production photochimique particulièrement élevée.

L'ozone ( $O_3$ ) est la forme triatomique de l'oxygène moléculaire ( $O_2$ ). C'est un gaz toxique bleuâtre et instable, avec une odeur piquante, présent naturellement dans l'atmosphère, en particulier dans la stratosphère: de 19 à 30 kilomètres au-dessus de la surface de la Terre où il forme la couche d'ozone. A ces altitudes, l'ozone filtre les rayons ultraviolets (UV) entrant dans l'atmosphère. Cependant, près du niveau du sol, il peut altérer la fonction des poumons et causer des irritations de l'appareil respiratoire. Les asthmatiques sont connus pour présenter plus facilement ces symptômes. Des dommages irréversibles aux tissus de la région respiratoire et des poumons peuvent se produire si l'ozone est présent en quantité suffisamment élevée.

L'ozone au niveau du sol se forme par des réactions chimiques complexes dans l'atmosphère entre les oxydes d'azotes ( $NO_x$ ) et les composés organiques volatils (COV) sous l'action du rayonnement solaire. C'est pourquoi il s'agit d'un polluant secondaire.

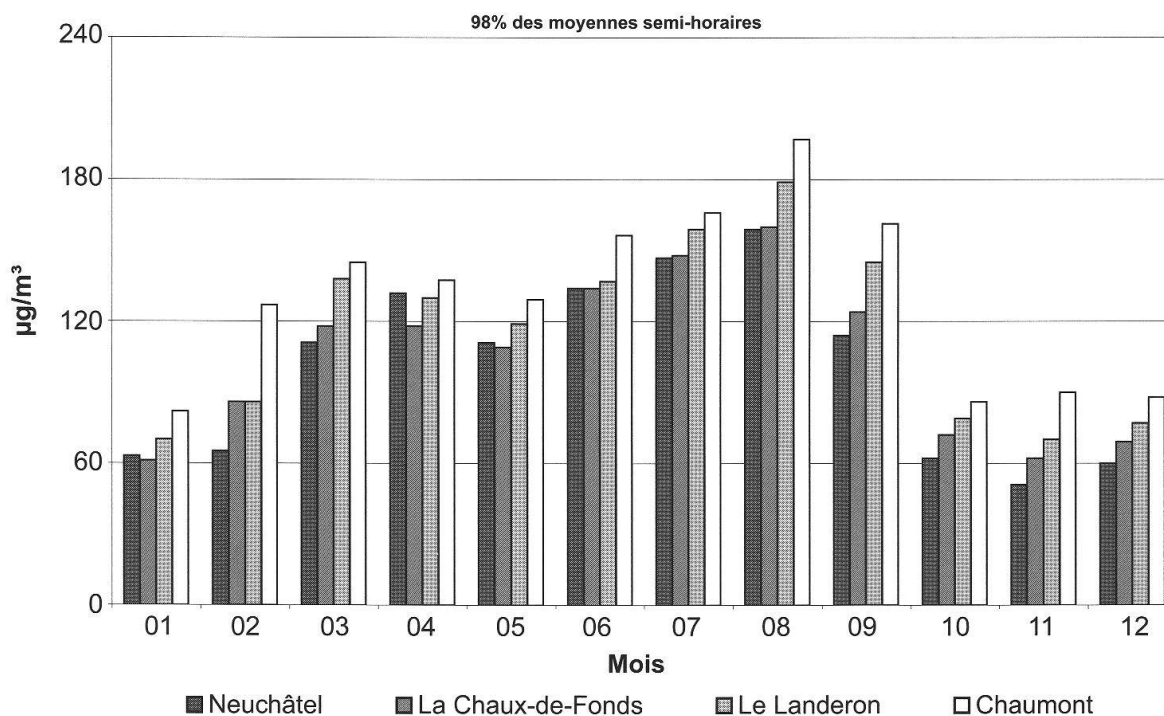
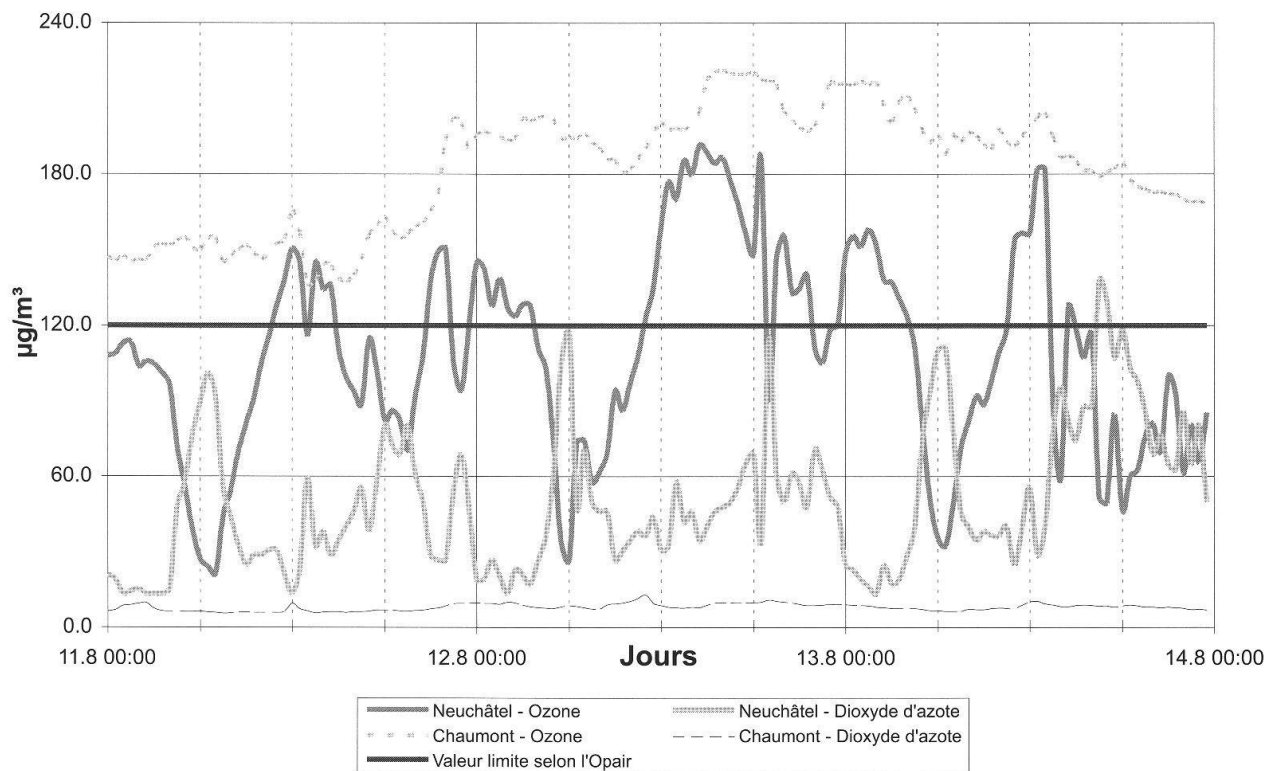


Figure 2: Evolution des concentrations d'ozone en 2003.

L'année 2003 fut marquée par un dépassement de 25% de la norme annuelle de l'in-solation, ce qui a favorisé la production de l'ozone et ceci dès le mois de mars avec une accalmie en mai. Étant donné que les concentrations en ozone sont particulièrement dépendantes de l'ensoleillement, les épisodes sont toujours susceptibles de se développer après des périodes très chaudes. Avec très peu de vent ou la création de couche d'inversion thermique, les réactions des polluants précurseurs qui stagnent dans l'atmosphère conduisent à la production d'ozone qui forme alors une sorte de gigantesque nuage, ce qui fut le cas pendant les mois de juin à août 2003.



**Figure 3:** Evolution de l'ozone et du dioxyde d'azote à Neuchâtel et à Chaumont entre le 11 et le 13 août 2003.

Une fois formé, l'ozone se recompose chimiquement avec le monoxyde d'azote (NO), surtout présent dans les zones urbaines à cause des émissions du trafic.

Par un phénomène de transport des polluants, l'ozone des agglomérations se déplace en campagne où il est beaucoup moins vite détruit, ce qui entraîne des concentrations plus élevées.

En ville de Neuchâtel, le cycle journalier de l'ozone est lié aux émissions de monoxyde d'azote (NO) générées par le trafic proche de la station qui consomme de l'ozone et crée du dioxyde d'azote.

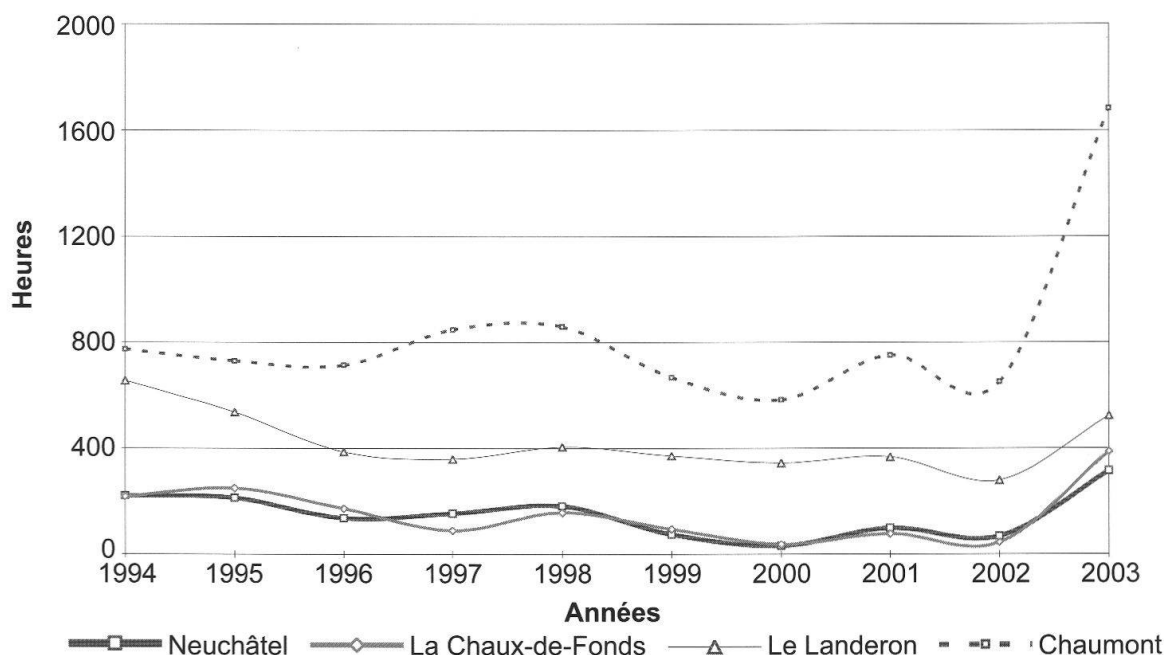
A Chaumont, ce phénomène n'existe pas puisque les émissions de NO sont faibles. L'ozone provient d'une génération naturelle et de l'ozone formé dans l'agglomération neuchâteloise, l'Entre-deux-Lacs et sur le Plateau. C'est par le déplacement des masses d'air que l'ozone monte à Chaumont.

On constate donc à Chaumont une variation des concentrations d'ozone relativement faibles.

Au vu de la durée de vie des différents polluants, la pollution photochimique ne peut être considérée qu'à grande échelle temporelle (plusieurs jours) et spatiale (plusieurs milliers de kilomètres).

De 1994 à 2002, le nombre d'heures de dépassement de la valeur limite de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  était en légère diminution pour les villes et la région de l'Entre-deux-Lacs, mais en 2003, on constate une grande augmentation de ces dépassements dans le canton de Neuchâtel et en Suisse en général.

Les augmentations les plus importantes ont été enregistrées à des altitudes de l'ordre de 1200 à 1500 m/mer ou au sud des Alpes.



**Figure 4:** Evolution 1994 à 2003 du nombre de dépassements de la moyenne horaire de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

A Chaumont, la moyenne horaire maximum mesurée est de  $215 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Selon la présidente de la Commission fédérale de l'hygiène de l'air, Ursula Ackermann, «les personnes les plus touchées par les concentrations élevées d'ozone sont les gens qui sont beaucoup à l'extérieur et qui respirent à pleins poumons, tels que les sportifs, les enfants qui jouent, les ouvriers qui font des travaux pénibles. Les symptômes les plus néfastes sont des perturbations pulmonaires qui ont pour conséquences que les gens sont plus vite fatigués».

Il est donc indispensable de prendre des mesures à long terme permettant de diminuer les précurseurs de l'ozone que sont les oxydes d'azote et les composés organiques volatils. Puisque la problématique de l'ozone dépasse nos frontières, une coordination nationale et transfrontalière doit être mise en place.

### 3. LES EAUX DE SURFACE (BERTA POKORNI-AEBI)

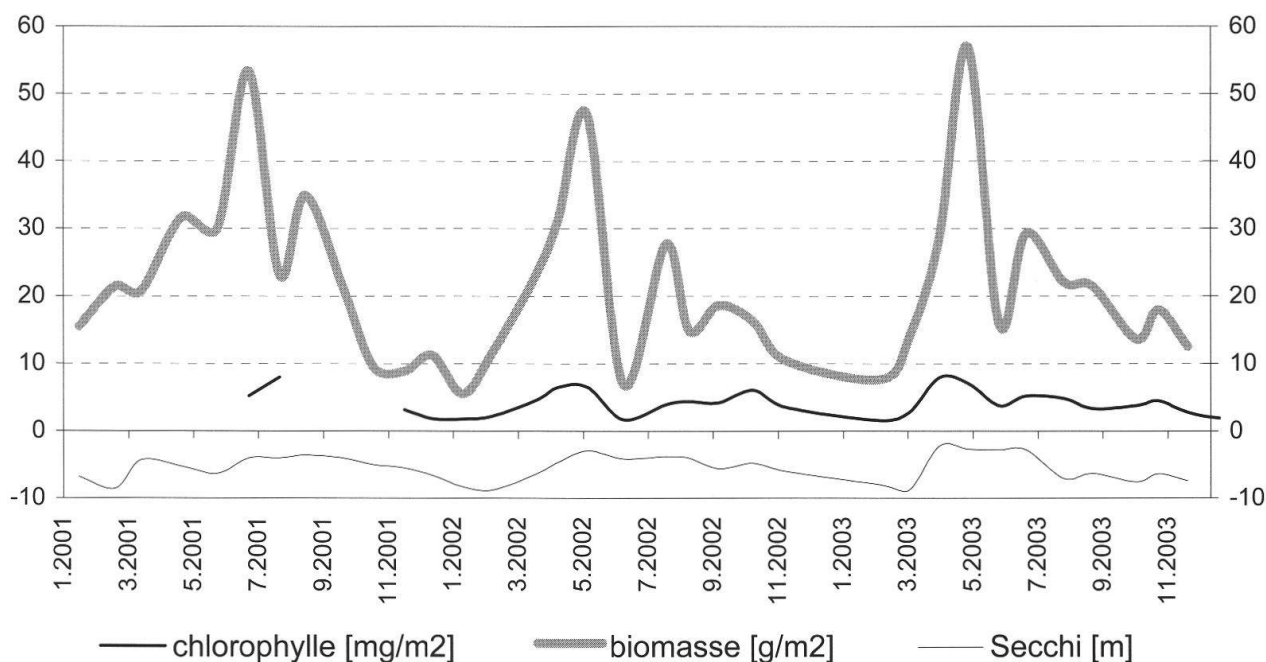
#### 3.1. Lac de Neuchâtel

A cause de la grande inertie avec laquelle l'immense masse d'eau réagit aux changements, les phénomènes météorologiques n'ont quasiment pas eu d'effet sur la qualité du lac de Neuchâtel. Les variations minimales des teneurs en matières fertilisantes sont dans la fourchette des variations habituelles. En revanche, pendant plusieurs semaines, les températures ont dépassé  $20^\circ\text{C}$  pour le plus grand plaisir des baigneurs. Les poissons eux-aussi ont profité des températures inhabituellement élevées, leur croissance ayant été accélérée. Même constat pour les macrophytes, cette végétation qui pullule sur le Littoral.

##### 3.1.1. Biomasse

En principe, la production algale est stimulée par des températures élevées et l'évolution de la biomasse des trois dernières années montre un pic à mi-mai dû au développement des Chrysophyceae. Mais globalement, la quantité d'algues produites est restée inchangée.

L'évolution de la biomasse est très bien corrélée avec les concentrations en chlorophylle a et la transparence de l'eau mesurée à l'aide du disque de Secchi (fig. 5).



**Figure 5:** Evolution de la biomasse, de la transparence et des teneurs en chlorophylle a de 2000 à 2003.

### 3.1.2. Micropolluants

#### Atrazine

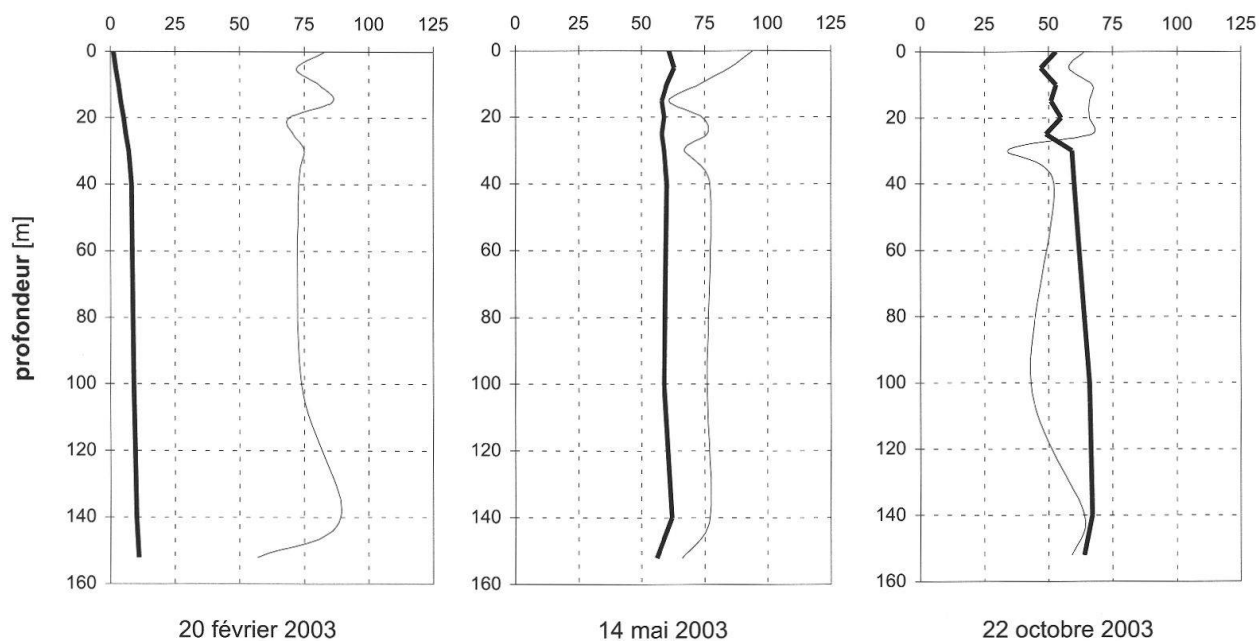
L'atrazine et ses métabolites sont régulièrement décelés dans les eaux du lac. Les trois profils mesurés en 2003 montrent une image semblable à celle de l'année précédente (fig. 6). Les teneurs en substances actives oscillent autour de 50 ng/l, avec des concentrations moins élevées en février. Le métabolite, l'atrazine-deséthyl, diminue également.

Outre l'atrazine, des traces (~10 ng/l) de terbuthyatrazine ont pu être mis en évidence en février.

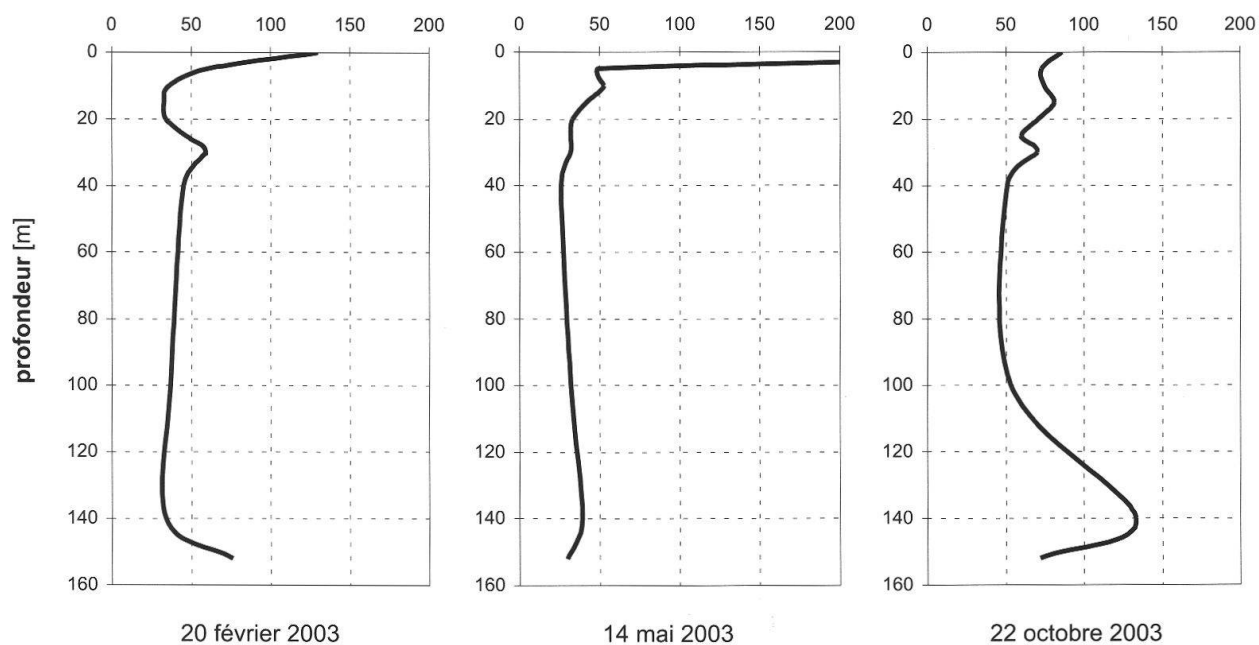
#### Caféine

Substance persistante dans l'eau, la caféine est un indicateur de la présence d'eau usée dans le lac. D'habitude plus concentrée en surface, elle présente pourtant des pics en profondeur en 2003 (fig. 7).

Les résultats chiffrés des analyses effectuées peuvent être téléchargés, de même que ceux des lacs de Morat et de Bienne, du site [hppt://www.les3lacs.ch](http://www.les3lacs.ch)



**Figure 6:** Profils saisonniers des teneurs en atrazine (courbe en gras) et de son métabolite, l'atrazine-deséthyl (trait fin), en ng/l.

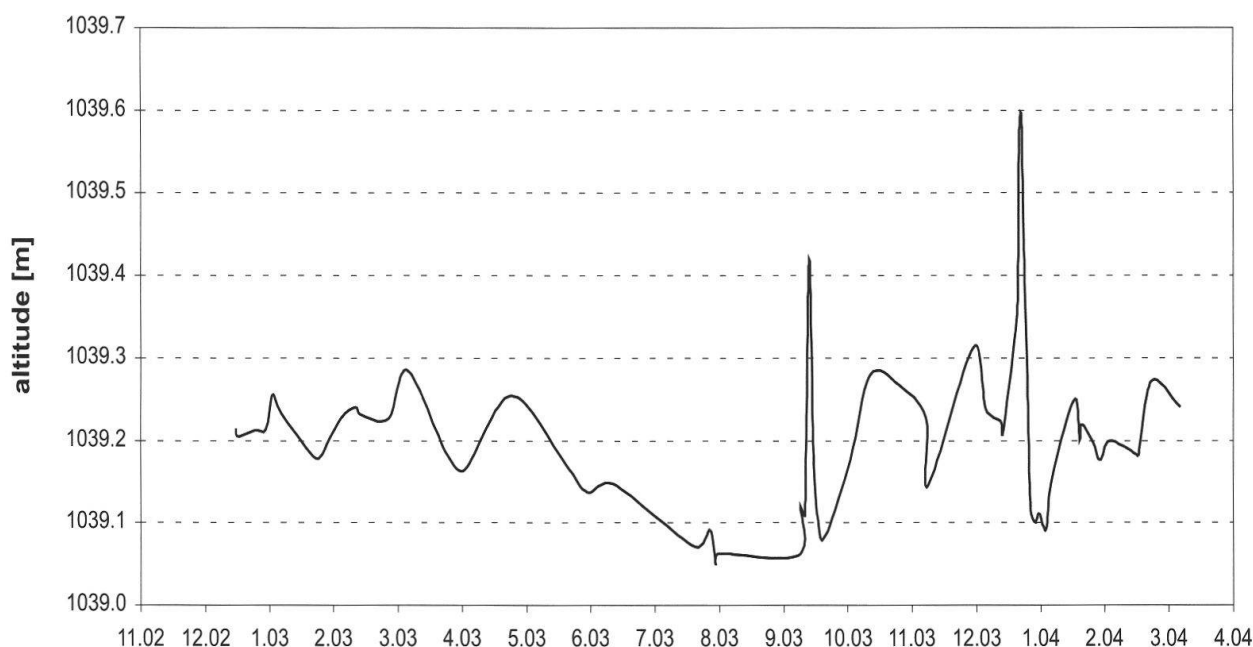


**Figure 7:** Profils saisonniers des teneurs en caféine en ng/l.



### 3.2. Lac des Taillères

Dans les régions où l'infiltration des eaux de pluie prédomine, il est rare de trouver un lac. Le lac des Taillères repose sur l'imperméable du synclinal de la Brévine. Son bassin versant est formé d'alluvions et de tourbe. Depuis fin novembre 1995, son niveau est régulé par une vanne qui actionne une prise d'eau à 6 m de profondeur. Le but de cette manœuvre est d'éviter que les pâturages ne soient inondés et de maintenir le niveau du lac en dessous de 1039.5 m, cote de déversement. La perte est en liaison directe avec la source de l'Areuse. La gestion du niveau est confiée au Service des ponts et chaussées. Le graphique des niveaux du lac est basé sur les enregistrements de ce Service (comm. pers. P.-A. REYMOND) (fig. 8).



**Figure 8:** Niveaux du lac des Taillères.

La population riveraine et les touristes ont été alertés en automne passé par la coloration spectaculaire d'une masse gluante qui flottait sur l'eau du lac des Taillères. En fait, il s'agissait d'une fleur d'eau provoquée par le développement massif de la cyanobactérie *Anabaena planctonica* Brunnth (STRAUB *et al.* 2004).

Contrairement à la plupart des lacs suisses, la production de biomasse dans le lac des Taillères est limitée par l'azote. Depuis le début de la période d'observation en 1979, le phosphore est toujours présent en quantité suffisante (fig. 9). Les apports allochtones de cet élément proviennent de l'agriculture et des habitations, mais les tourbières fortement acides fournissent également du phosphore. Dans des conditions anaérobiques, les sédiments relarguent du phosphore fixé aux particules. Un cycle interne de phosphore est ainsi créé,

alimenté par une source autochtone. Le soutirage d'eaux riches en phosphore à 6 m de profondeur a apporté une certaine amélioration au bilan du phosphore.

En revanche, comme l'illustre la figure 9, l'azote tend presque à disparaître à certains moments de l'année. Les cyanobactéries possédant des hétérocystes arrivent à se développer dans cette petite niche écologique. Cet organe leur permet en effet d'utiliser l'azote atmosphérique pour couvrir leurs besoins nutritionnels. Ce procédé fonctionne mieux en condition anoxique, ce qui est le cas dans le lac des Taillères où l'oxygène diminue rapidement en fonction de la profondeur.

Parmi les Cyanobacteriaceae, certaines espèces produisent des toxines à l'origine de problèmes pour l'approvisionnement en eau potable ou pour l'abreuvement du bétail. La preuve qu'*Anabaena planctonica* n'en produit pas doit encore être fournie.

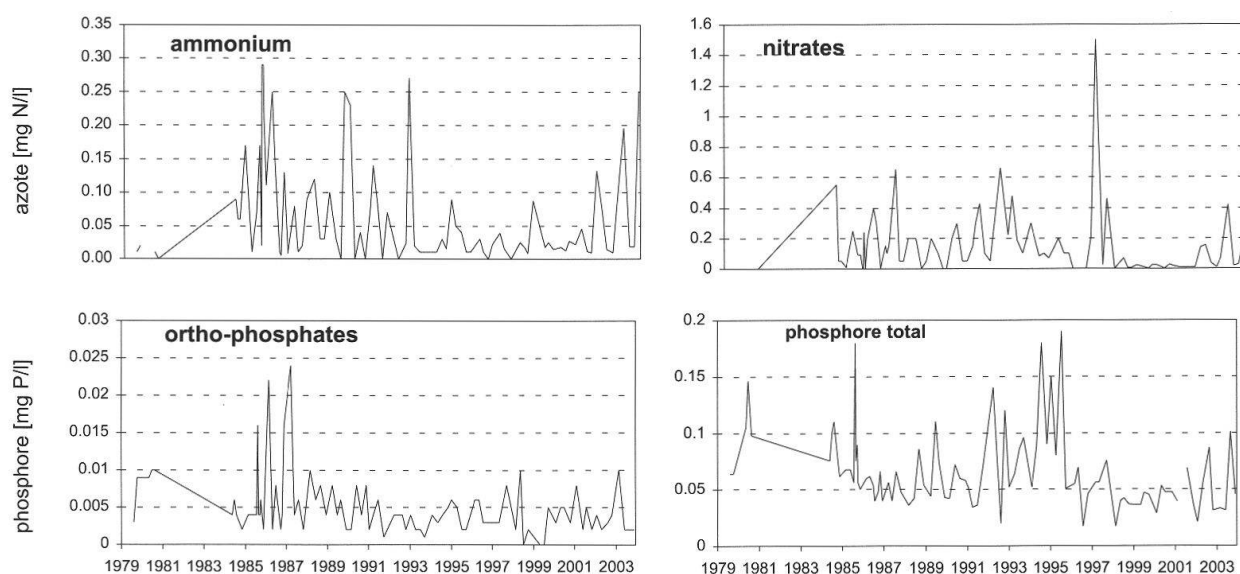


Figure 9: Evolution des éléments fertilisants.

### 3.3. Le Seyon

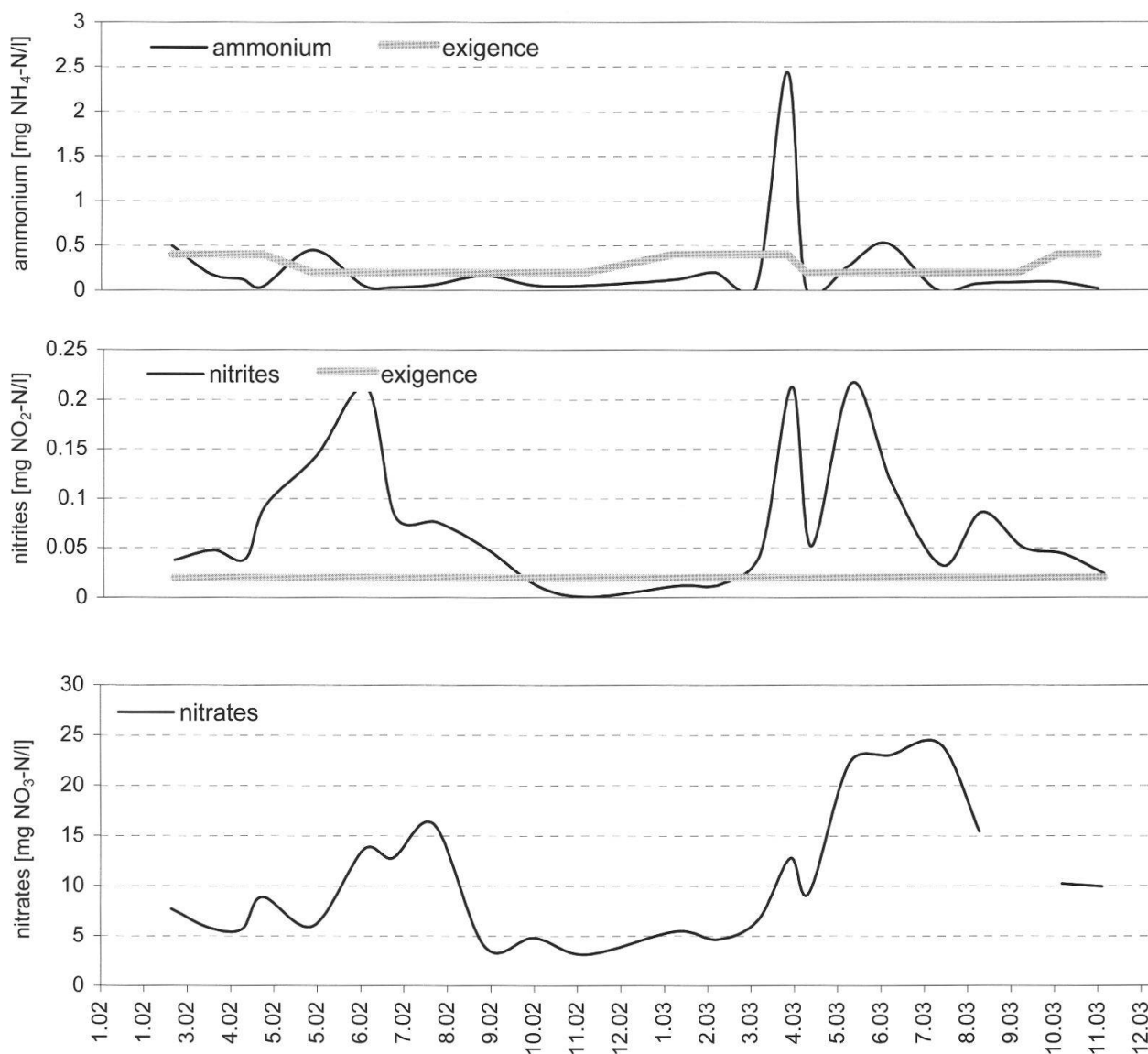
Comme en 2002, le bassin versant du Seyon a fait l'objet d'un contrôle approfondi. La sécheresse a plus particulièrement touché le Seyon et ses affluents. Tout l'écosystème aquatique a été affecté par ces conditions extrêmes. C'est ainsi que le débit journalier minimum du Seyon à Valangin de 30 l/s a été observé à cinq reprises entre juillet et septembre. Ce manque d'eau dans les ruisseaux a conduit sur les tronçons sans ombre à des températures élevées qui ont localement même dépassé les 25 °C, seuil mortel pour les poissons.

Le faible taux de dilution à partir du mois de mai a eu comme corollaire une augmentation des teneurs en éléments fertilisants à l'instar des substances azotées. La figure 10 appelle les commentaires suivants:

- L'ammonium dépasse l'exigence de qualité pendant le premier semestre. Lors de la période de sécheresse, les conditions de l'Ordonnance fédérale sur la protection des eaux (1998) sont remplies.
- Les teneurs en nitrites dépassent de façon régulière l'exigence de qualité de 0.020 mg NO<sub>2</sub>-N/l, ce dépassement étant moins prononcé dans la deuxième moitié de l'année.

- Les teneurs en nitrates sont plus élevées dans le deuxième semestre. Cette évolution et les teneurs élevées en nitrites montrent que la transformation de l'ammonium en nitrates en passant par le nitrite (nitrification) a bien lieu dans le milieu aquatique et qu'elle est accélérée par des températures élevées. Du fait que l'eau du Seyon et de ses affluents n'est pas utilisée pour l'approvisionnement en eau de boisson, il n'y a pas d'exigence légale. Toutefois, l'apport anthropogène est incontestable.

Les résultats analytiques des paramètres importants sont résumés dans le tableau 1.



**Figure 10:** Evolution des composés azotés dans le Seyon à Bayerel.



En même temps que la quantité de produits phytosanitaires utilisés a baissé de 40 % entre 1988 et 2000 (FISCHNETZ, 2004), leur efficacité a augmenté. Les concentrations en atrazine retrouvées dans certains cours d'eau sont alarmantes, notamment dans le bassin versant du Seyon, où la situation ne se présente guère différemment qu'en 2002 (fig. 11). Un constat positif d'abord: les teneurs à la source du Seyon sont en dessous du seuil de détection, aussi bien pour le principe actif que pour le métabolite. La concentration maximale a été détectée dans le Ruz d'Amont avec 16'812 ng/l ce qui présente 1'600 fois l'exigence légale selon l'Ordonnance sur la protection des eaux (1998). De façon générale, les affluents sont plus chargés que le Seyon lui-même.

Outre l'atrazine, les substances actives suivantes ont au moins une fois pu être détectées en 2003 (tab. 2):

substance active	catégorie	utilisation
metamitron	triazine	herbicide
metribuzine	triazine	herbicide
simazine	triazine	herbicide
dimefuron	urée	herbicide
isoproturon	urée	herbicide
chloridazon	pyridazinone	herbicide
ethofumesate	benzofuranyle alcanesulfonate	herbicide
napropamide	aryloxyalcanamide	herbicide

**Tableau 2:** Substances actives détectées

Les herbicides agissent avant tout sur les plantes, avec comme effet une réduction de la production primaire. Dans l'écosystème aquatique, ce sont les algues les organismes les plus sensibles. Un effet doit être attendu pour des concentrations de  $\geq 20 \mu\text{g/l}$ , pour certaines espèces sensibles, le seuil se trouve à  $1 \mu\text{g/l}$ . (FENT, 1998). L'effet sur la faune aquatique est indirecte du fait de la diminution de l'offre en nourriture. Pour les truites, la LC 50 se situe entre 4.5-11.0 mg/l (TOMLIN, 1994).

### 3.4. Autres cours d'eau

La sécheresse a particulièrement affecté les cours d'eau. Diminution des habitats pour la faune, réduction du taux de dilution des polluants et augmentation de la production de biomasse ne sont que les effets majeurs dont les plus spectaculaires sont décrits par STRAUB *et al.* (2004).

Un cas particulier est la Ronde, exutoire de la STEP de La Chaux-de-Fonds. Celle-ci subit depuis trois ans des travaux d'assainissement. La Ronde évolue dans un contexte karstique avec de multiples pertes. Conséquence d'une mauvaise qualité de l'eau, la biodiversité de ce ruisseau est très pauvre. L'assainissement de la STEP de La Chaux-de-Fonds s'est terminé en 2003 et le plein rendement des nouvelles installations est attendu pour 2004. Nous espérons que les efforts consentis par les autorités communales de La Chaux-de-Fonds se répercuteront sur la Ronde et que celle-ci retrouvera une qualité de l'eau permettant à la flore et à la faune aquatique de se développer et se diversifier.

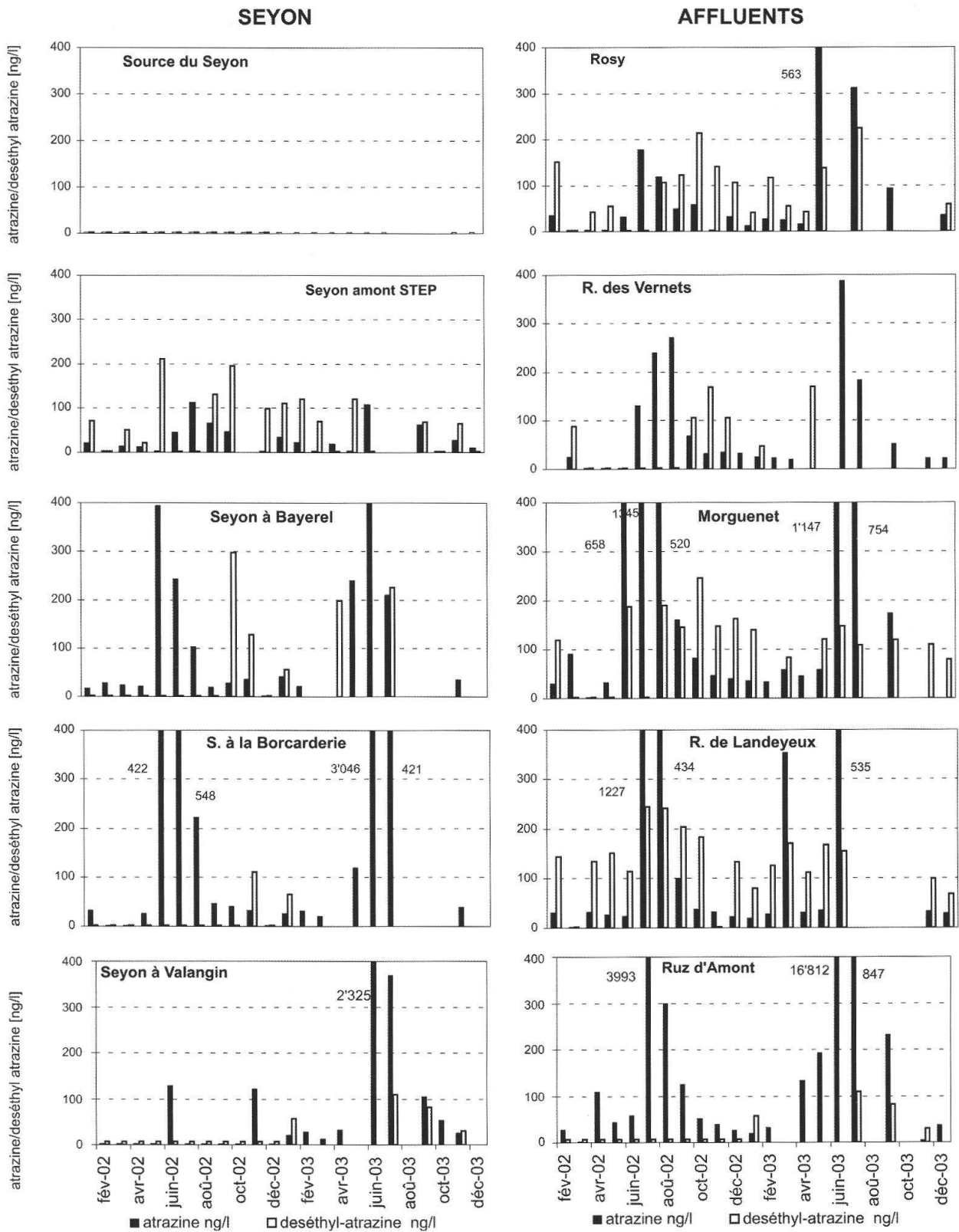


Figure 11: Evolution des teneurs en atrazine et de son métabolite, le deséthyl-atrazine dans le Seyon et ses affluents.

## 4. LES EAUX SOUTERRAINES (ISABELLE BUTTY)

## 4.1 Qualité

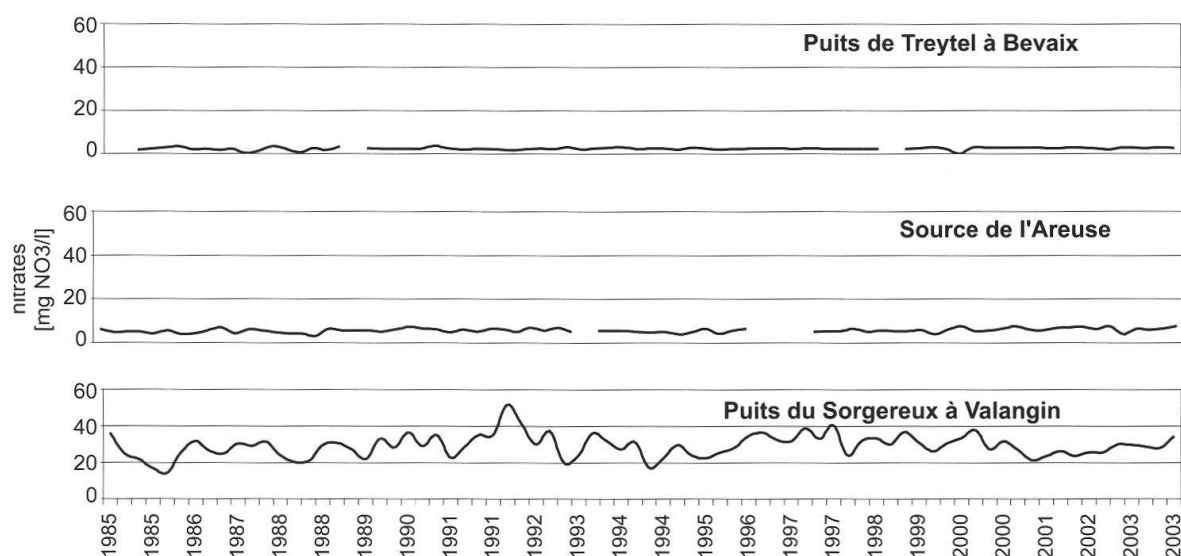
La surveillance de la qualité des eaux souterraines du canton s'est poursuivie durant l'année 2003. Le choix des sites de prélèvement, la fréquence ainsi que les paramètres analysés sont décrits par BUTTY *et al.* (2002).

Le tableau 3 (surveillance de routine des eaux souterraines 2003) donne un aperçu des valeurs enregistrées sur près de la moitié de notre réseau d'observation.

D'une manière générale, les exigences fixées par l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux sont respectées. Contrairement aux résultats 2002, les valeurs du carbone organique dissous sont restées inférieures à 2 mg/l. Ce retour à la normale est sans doute à mettre en relation avec le déficit en précipitations enregistré en 2003. Hormis un dépassement de l'exigence pour l'ammonium en février dans le puits de la Porte des Chaux, ce paramètre s'est maintenu largement en dessous de 0.1 mg/l. La valeur de 25 mg/l de nitrates est dépassée lors des 4 analyses dans le puits du Sorgereux et est accompagné par des teneurs en atrazine-desethyl d'au minimum 49 ng/l ainsi que par la présence d'atrazine, qui lors du prélèvement de novembre a dépassé l'exigence fixée à 100 ng/l.

Dans (BUTTY *et al.*, 2002 et 2003), nous mettions déjà en évidence les teneurs trop élevées en nitrates dans la région de Valangin. L'étude hydrogéologique relative à la délimitation de l'aire d'alimentation concernée est bien avancée et l'étude agronomique qui devra suivre va débiter ce printemps.

Les eaux karstiques telles que celles de la source de l'Areuse à Saint-Sulpice, ou les eaux du Malm captées par le puits de Treytel à Bevaix, comparées aux eaux du puits du Sorgereux à Valangin ne sont que fort peu chargées en nitrates (fig. 12) et les produits phytosanitaires recherchés y sont absents. Cette qualité est à mettre en regard de l'altitude des bassins versants impliquant des pratiques agricoles différentes. Les terres ouvertes sont bien moins fréquentes dans les vallées des Ponts et de la Brévine, au Val-de-Travers ou sur la montagne de Boudry que sur le Littoral ou dans le Val-de-Ruz. La présence de forêt joue également un rôle important en la matière.



**Figure 12:** Evolution des teneurs en nitrates à la source de l'Areuse à Saint-Sulpice, au puits de Treytel à Bevaix et au puits du Sorgereux à Valangin.

Tableau 3

## Surveillance de routine des eaux souterraines

Résumé des résultats obtenus en 2003 sur quelques points choisis

paramètres	dates	Val-de-Ruz			Neuchâtel			Loëlle			Val-de-Travers			District de Boudry		
		Puits de Sorgereux / Valangin	Puits Mormod / SIPRE	Source Puits de Boîtes / Boudevillers	Puits des Fèves / Lignéres	Puits n°3 des Gouilles / Cressier	Sources de la Baume / Le Landeron	Puits de la Porte-des-Chaux / SEVAB	Puits des Goudabas / Les Brenets	Puits communal / Bovresse	Puits du Bois-de-Croix / Travers	Captages communal de Buttes	Source de l'Areuse / Saint-Sulpice	Puits de Treyte / Bevaix	Source des Tannes Bise / Gorgier	Puits intercommunal / Colombier et Boudry
Température °C	24/2/03	9.2	9.9	8.0	4.4	9.6	10.1	8.1	9.0	8.1	5.6	7.4	6.5	11.4	9.9	9.1
	19/5/03	9.2	9.7	8.2	9.8	10.3	10.1	7.9	9.5	8.1	9.9	7.2	8.2	15.1	9.4	10.6
	25/8/03	8.1	10.8	11.5	18.7	11.7	11.0	n.a.	9.6	9.9	10.3	8.2	8.1	19.9	10.0	11.2
	17/11/03	10.9	10.1	10.3	7.2	12.4	10.4	7.8	9.2	10.8	9.5	7.3	7.8	12.6	9.4	11.2
pH	24/2/03	7.37	7.33	7.22	7.48	7.54	7.60	7.37	7.34	7.55	7.67	7.81	7.52	7.52	7.45	7.46
	19/5/03	7.37	7.98	7.81	7.55	7.59	7.32	7.42	7.39	7.61	7.61	7.79	7.70	7.61	7.51	7.51
	25/8/03	7.37	7.46	7.52	7.67	7.61	7.60	7.07	7.47	7.53	7.59	7.95	7.36	7.44	7.64	7.57
	17/11/03	7.37	7.32	7.20	7.54	7.42	7.26	7.36	7.33	7.57	7.72	7.61	7.39	7.52	7.33	7.30
Conductivité S/cm	24/2/03	590	582	636	563	544	550	472	505	456	420	410	434	465	469	560
	19/5/03	553	564	646	567	536	579	439	499	414	451	375	404	462	426	558
	25/8/03	594	563	667	543	512	583	414	548	418	538	460	442	468	450	585
	17/11/03	604	580	646	551	568	529	460	512	418	435	397	409	469	445	559
Ammonium mg NH4/l	24/2/03	0.049	0.033	0.023	0.015	0.014	0.016	0.109	0.018	0.052	0.030	0.047	0.044	0.037	0.021	0.019
	19/5/03	0.050	0.005	0.005	0.013	0.011	0.021	0.019	0.005	0.005	0.004	0.019	0.007	0.012	0.013	0.019
	25/8/03	0.004	0.006	0.005	0.008	0.014	0.008	0.011	0.015	0.013	0.009	0.011	0.016	0.012	0.004	0.002
	17/11/03	0.059	0.047	0.051	0.056	0.027	0.036	0.031	0.036	0.028	0.040	0.042	0.033	0.033	0.039	0.034
Nitrites mg NO2/l	24/2/03	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.018	0.009	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	19/5/03	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	25/8/03	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.015	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005
	17/11/03	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.036	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Nitrates mg NO3/l	24/2/03	29.7	11.6	11.1	8.5	11.0	14.0	7.5	10.1	7.4	8.5	3.8	6.6	2.8	9.9	19.4
	19/5/03	28.8	9.7	13.3	8.6	9.4	16.5	7.0	10.1	6.4	7.8	3.3	5.9	2.6	7.2	20.3
	25/8/03	28.0	11.2	9.2	3.1	9.8	19.5	7.6	10.1	6.2	4.1	3.1	6.6	2.8	9.3	19.1
	17/11/03	34.7	13.0	8.7	5.2	11.3	21.1	7.9	11.0	10.0	8.6	4.6	7.7	2.6	13.4	18.2
Phosphore total mg P/l	24/2/03	0.006	0.001	0.011	0.001	0.004	0.010	0.011	0.061	0.010	0.006	0.035	0.032	0.003	0.004	0.002
	19/5/03	0.006	0.002	0.004	0.011	0.005	0.011	0.012	0.079	0.011	0.008	0.023	0.034	0.004	0.005	0.002
	25/8/03	0.008	0.002	0.001	0.009	0.007	0.009	0.015	0.063	0.010	0.014	0.023	0.040	0.005	0.006	0.004
	17/11/03	0.008	0.002	0.001	0.011	0.004	0.013	0.015	0.072	0.011	0.007	0.012	0.015	0.018	0.023	0.003
Chlorures mg/l	24/2/03	14.1	6.8	13.9	3.1	5.2	9.7	3.1	17.8	5.3	4.9	6.8	5.3	3.7	4.7	12.0
	19/5/03	14.1	5.6	19.3	3.6	4.1	10.4	5.5	16.9	4.5	6.1	6.6	3.8	3.4	2.8	11.7
	25/8/03	15.7	6.4	14.5	5.2	4.8	11.5	5.4	16.2	5.1	6.7	7.0	5.3	4.5	3.9	10.8
	17/11/03	20.5	6.8	15.7	5.7	5.1	8.5	5.5	16.2	4.9	3.8	8.8	3.7	3.8	3.9	10.7
Carbone org. dissous DOC mg/l	24/2/03	0.9	0.4	1.0	0.7	0.8	0.9	1.3	0.6	0.8	0.7	1.2	1.1	0.1	0.5	0.8
	19/5/03	0.7	0.3	0.9	0.1	1.0	1.1	0.3	0.6	0.9	0.8	0.9	1.5	0.5	0.6	0.5
	25/8/03	0.6	0.3	0.7	0.2	0.9	0.9	0.3	0.5	0.3	0.4	0.7	0.6	0.3	0.3	0.4
	17/11/03	0.7	0.4	0.7	0.8	0.8	1.9	0.5	0.8	0.6	0.6	1.8	1.7	0.6	0.9	0.8
Atrazine ng/l	24/2/03	41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 2	n.a.	n.a.	9	n.a.	< 2	< 2	n.a.	n.a.	< 2
	19/5/03	< 2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 2	n.a.	n.a.	< 2	n.a.	< 2	< 2	n.a.	n.a.	15
	25/8/03	74	9	7	< 2	< 2	11	< 2	24	14	11	< 2	< 2	< 2	12	< 2
	17/11/03	142	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 2	n.a.	n.a.	< 2	n.a.	< 2	< 2	n.a.	n.a.	< 2
Atrazine-desethyl ng/l	24/2/03	49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	15	n.a.	n.a.	34	n.a.	< 2	< 2	n.a.	n.a.	30
	19/5/03	65	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	24	n.a.	n.a.	28	n.a.	< 2	< 2	n.a.	n.a.	37
	25/8/03	51	12	45	< 2	7	22	< 2	31	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	20	24
	17/11/03	77	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 2	n.a.	n.a.	14	n.a.	3	< 2	n.a.	n.a.	< 2
Atrazine-desisopropyl ng/l	24/2/03	< 7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 7	n.a.	n.a.	< 7	n.a.	< 7	< 7	n.a.	n.a.	< 7
	19/5/03	< 7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 7	n.a.	n.a.	< 7	n.a.	< 7	< 7	n.a.	n.a.	< 7
	25/8/03	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 8	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7
	17/11/03	< 7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 7	n.a.	n.a.	< 7	n.a.	18	< 7	n.a.	n.a.	< 7
Germes aérobies à 30°C UFC/100ml	24/2/03	15	17	15	11	10	96	270	410	6	9	82	160	7	13	1400
	19/5/03	100	14	12	5	240	42	130	510	64	200	400	450	13	13	720
	25/8/03	12	0	54	0	450	120	26	1100	16	15	100	750	11	96	2500
	17/11/03	5	2	26	0	440	400	230	670	42	520	280	2000	4	51	2000
Escherichia coli UFC/100ml	24/2/03	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	7	2	0	1	0
	19/5/03	0	0	0	0	0	7	21	500	0	0	2	14	0	0	0
	25/8/03	0	0	0	0	0	46	1	42	0	3	5	25	0	1	0
	17/11/03	1	0	0	0	0	10	12	100	0	14	16	80	0	4	0
Entérocoques UFC/100ml	24/2/03	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0
	19/5/03	0	0	0	0	0	9	0	130	1	0	3	15	0	0	0
	25/8/03	0	0	0	0	0	42	0	18	0	0	4	3	0	12	0
	17/11/03	0	0	0	0	0	13	5	27	0	5	9	4	0	1	0

n.a.: non analysé

en gras : valeurs qui dépassent les exigences de OEaux

Extrait de l'annexe 2 de l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux)

Exigences supplémentaires pour les eaux du sous-sol utilisées comme eau potable ou destinées à l'être

paramètres	exigences
DOC	2 mg/l
Ammonium	0.1 mg/l
Nitrates	25 mg/l
Pesticides	100 ng/l



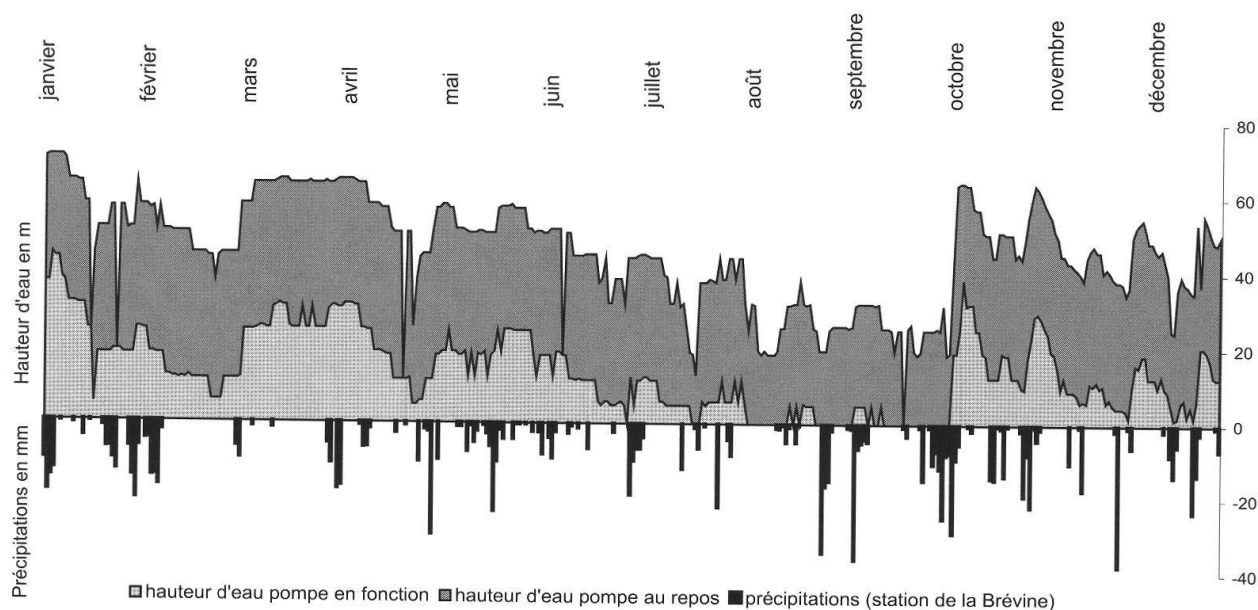
Bien que des produits phytosanitaires soient décelés dans une majorité des eaux analysées, les cas de dépassement de l'exigence légale sont peu fréquents. Les captages qui dépassent cette valeur sont: les puits de Chez-la-Tante (Gorgier) et des Nageux (Cornaux) (voir BUTTY *et al.*, 2003). Il faut noter que dans la majorité des cas observés, ce sont les métabolites atrazine-desethyl et atrazine-desissopropyl qui sont présents en plus grande quantité que l'atrazine, qui en est la molécule mère, mais qui est progressivement remplacée par d'autres substances.

Les analyses effectuées ne montrent pas d'altération de la qualité des eaux souterraines. Ce constat n'appelle cependant pas à relâcher la vigilance, puisque chaque année des milliers de nouvelles substances susceptibles d'arriver un jour dans nos eaux sont produites par l'industrie chimique, dont seule une faible partie est analysée.

#### 4.2. Impact de la sécheresse 2003

L'année écoulée est caractérisée par un déficit notable en précipitations. Selon les données de l'observatoire cantonal de Neuchâtel, la lame d'eau tombée sur le territoire neuchâtelois en 2003 est de 30% inférieure à la moyenne des 5 dernières années. Par exemple, la station de la Brévine a enregistré un total de 1067 mm en 2003 alors que la moyenne des cinq dernières années y compris 2003 est de 1572 mm. Il faut ajouter à ce déficit une insolation supérieure de 25 % (2081 h) à la normale (1646 h selon l'observatoire cantonal). Ce paramètre influence les températures et favorise l'évaporation, au détriment de la recharge des aquifères.

Ne possédant que des données quantitatives lacunaires (pas de réseau d'observation quantitative des eaux souterraines dans le canton), nous avons examiné un point, celui du puits de la Porte des Chaux, exploité par le syndicat intercommunal de la vallée de la Brévine (SEVAB) qui a aimablement mis à notre disposition les enregistrements des niveaux d'eaux de l'année écoulée. La pompe du puits se situe dans une galerie située à 180 m de profondeur dans les calcaires du Malm. Un limnimètre analogique enregistre en continu la hauteur d'eau qui se situe en dessus de la pompe. Les valeurs maximales journalières en pompage et au repos ont été reportées sur la figure 13 ainsi que les précipitations journalières.



**Figure 13:** Puits de la Porte des Chaux, évolution de la hauteur d'eau sur la pompe (en m) et précipitations (en mm) pour l'année 2003.

Les précipitations de janvier et février n'ont pas permis à l'aquifère de se recharger suffisamment pour la période de mai à septembre qui a été fortement déficitaire en pluie. Dès fin juin et ce jusqu'au début du mois d'octobre, les hauteurs d'eau enregistrées se situent aux environs de 40 m au maximum, alors que les pompages occasionnent des rabattements allant jusqu'à dénoyer la pompe. Ce n'est qu'à partir du mois d'octobre que l'aquifère se recharge avec peine puisque les niveaux minimaux restent encore insuffisants, dépassant ponctuellement les 20 m, alors qu'en période ordinaire cette valeur devrait se situer au minimum à 40 m.

La réserve d'eau n'a pas pu se reconstituer malgré les précipitations de l'automne. La quantité d'eau pompée a été supérieure à la recharge de l'aquifère. Cette diminution ne pourra être compensée que si l'année 2004 se révèle riche en précipitations et ce surtout dans les quatre premiers mois de l'année. Il est important de ne soustraire que la partie renouvelable de l'aquifère sans quoi on tarirait cette ressource.

## 5. FEUX DE DÉCHARGES (EDGAR STUTZ)

Même si la législation l'interdit, éliminer des déchets de bois par le feu est tentant. Mais la mauvaise combustion de tout feu ouvert fait que d'inquiétantes substances nocives sont émises, certaines d'entre elles étant cancérigènes.

Il faut avouer que le message d'avertissement passe souvent mal lorsqu'il invoque la pollution émanant de combustibles autres que le bois brut. Bien des personnes pensent qu'il est banal de pratiquer l'incinération de déchets en feu ouvert.

Constatant que de telles pratiques se poursuivent sur quelques places communales malgré des mises en garde, la pollution du sol due aux cendres et poussières de feux sauvages de déchets a fait l'objet d'une campagne d'analyse dans notre canton.

12 échantillons composites de cendres ont été prélevés entre avril 2002 et juin 2003 dans de grands foyers en plein air. Les matériaux brûlés étaient avant tout des déchets de bois provenant de démolition de bâtiments, de collectes communales d'encombrants (meubles, caisses, etc), des déchets agricoles ou de chantiers, de résidus de menuiseries avec de petites quantités d'autres matières combustibles (plastique, papier).

Les échantillons se répartissaient entre 7 places de dépôt communales, 4 dépôts d'entreprise et un chantier de démolition. Une analyse complémentaire a été menée à partir de cendres de bois de foyard prélevées dans une cheminée de salon.

L'origine de la pollution produite par un feu de déchets de bois est double:

- 1) les substances présentes au départ dans les matériaux incinérés ne pouvant être altérées par le feu s'attachent aux particules de suie et aux cendres: par exemple métaux lourds toxiques tels que plomb, zinc, cadmium, cuivre, nickel, etc;
- 2) la mauvaise combustion en plein air (en comparaison à la température plus élevée dans un four industriel) est responsable de concentrations plus élevées en substances organiques tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dioxines, furanes, etc, ces dernières étant même cancérigènes en petites doses.

Pour des raisons pratiques, les analyses ont porté sur les métaux lourds seulement. Comme déjà démontré par d'autres études (ASEB, 1999), le plomb, le zinc et le cuivre ont été trouvés en teneurs supérieures à la normale, en comparaison avec le bois naturel.

Les résultats pour le plomb et le zinc sont présentés dans les figures 14 et 15.

Pour l'essentiel, on retiendra de ces résultats:

a) Pour 11 des 12 échantillons de cendres de feux de déchets, les concentrations de zinc sont 7-200 fois supérieures au bois naturel de coupe. Pour le plomb, les teneurs sont 50-5000 fois supérieures au bois.

b) Dans l'absolu, il faut être conscient que les deux métaux lourds sont présents en grammes et dizaines de grammes par kilogrammes de cendre. Avec de telles teneurs, on peut les comparer à un minerai économiquement exploitable.

Que faudrait-il faire avec ces résidus, s'il s'agissait de les éliminer correctement ?

Il serait d'abord légalement proscrit de les déposer dans l'une des décharges contrôlées pour matériaux inertes (DCMI) du canton, les valeurs légales d'admission étant très largement dépassées. Ces cendres constituent en effet des déchets spéciaux.

Ensuite, n'oublions pas que dans les situations rencontrées, ces cendres restent sur le sol.

En comparaison avec les valeurs légales pour les sols agricoles, la cessation de l'utilisation agricole des sols contenant ces cendres devrait ainsi être ordonnée et le terrain assaini, de telles concentrations présentant en effet un risque sanitaire évident.

Sans même évoquer les polluants transportés par voie aérienne, ces résultats confirment que divers métaux lourds toxiques se concentrent à un niveau inquiétant dans les résidus de tels feux. Ces cendres n'étant jamais évacuées, elles polluent les eaux ou pénètrent dans le sol. Absorbées par les végétaux, elles peuvent entrer dans la chaîne alimentaire.

Dès lors, pratiquer ce mode de «traitement» sur une place de dépôt communale ou d'une entreprise est réellement un comportement des plus irresponsables. Le SCPE se doit de renforcer la sensibilisation à ce problème, tout en poursuivant les auteurs de tels actes.

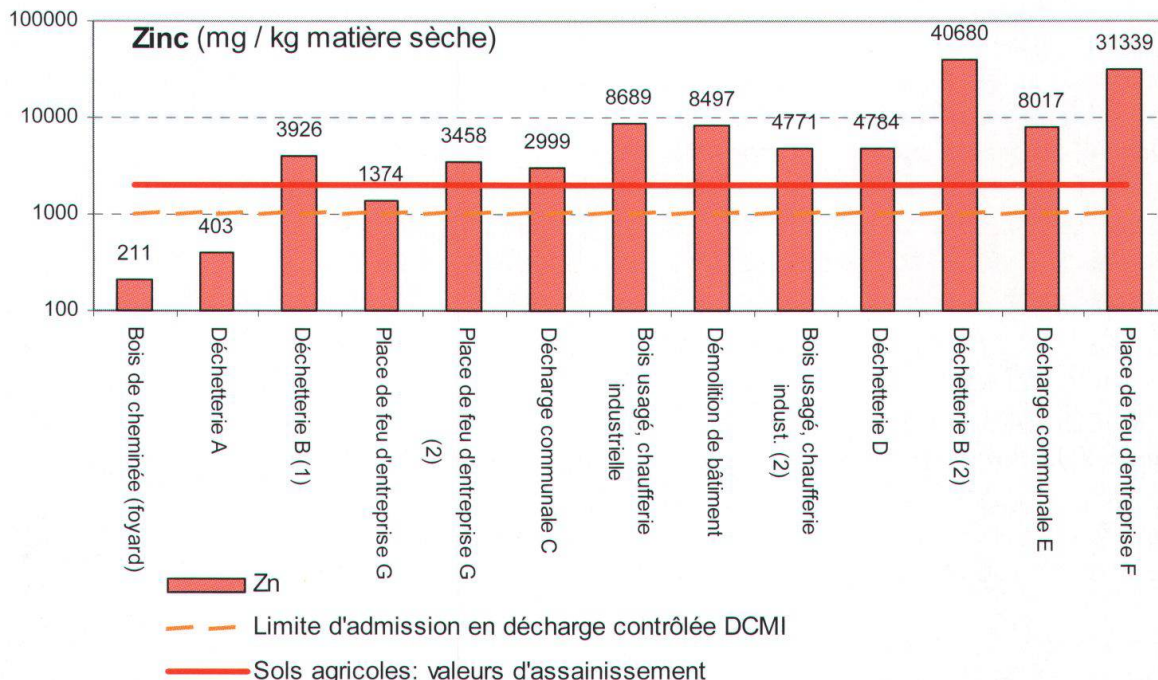
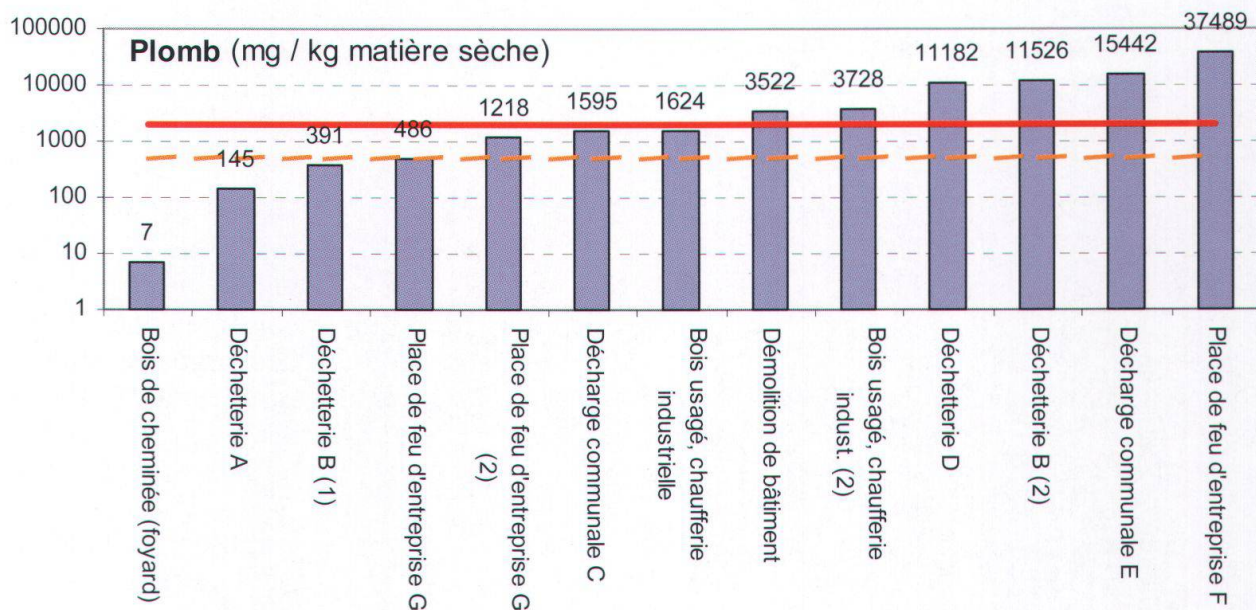


Figure 14: Teneurs (mg/kg MS) du zinc dans 12 feux de déchets de bois et 1 cheminée de salon.



**Figure 15:** Teneurs (mg/kg MS) du **plomb** dans 12 feux de déchets de bois et 1 cheminée de salon (limites : voir figure 14, p. 168).

#### BIBLIOGRAPHIE

- ASEB (Association suisse pour l'énergie du bois), en collaboration avec OFEFP et EMPA 1999. Guide pour les communes: Mesures à prendre contre l'incinération illégale de déchets.
- BUTTY, I.; JEANRENAUD, D. & POKORNI-AEBI, B. 2002. Suivi de l'environnement neuchâtelois en 2001. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 125: 119-133.
- BUTTY, I., JEANRENAUD, D. & POKORNI-AEBI, B. 2003. Suivi de l'environnement neuchâtelois en 2002. *Ibid* 126: 169-184.
- FENT, K. 1998. Ökotoxikologie. Umweltchemie, Toxikologie, Ökologie. *Georg Thieme Verlag, Stuttgart.*
- FISCHNETZ, 2004. Dem Fischrückgang auf der Spur. *Schlussbericht des Projekts Netzwerk Fischrückgang Schweiz. Dübendorf, Bern, EAWAG, BUWAL.* <http://www.fischnetz.ch>
- OFFICE FÉDÉRAL DES EAUX ET DE LA GÉOLOGIE (OFEG). 2004. Annuaire hydrologique de la Suisse 2003. [www.ofeg.admin.ch](http://www.ofeg.admin.ch).
- ORDONNANCE FÉDÉRALE SUR LA PROTECTION DES EAUX (OEaux), du 28 décembre 1998.
- STRAUB, F.; POKORNI, B.; MISEREZ, J.-J. & MONTANDON, P.-E. 2004. Note algologique III. Nuisances algales dans le Jura suisse en 2003. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. nat.* 127: 57-67.
- TOMLIN, C. 1994 (tenth éd.). The Pesticide Manual. Incorporating The Agrochemicals Handbook. *The British Crop Protection Council and The Royal Society of Chemistry.*