Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Band: 125-1 (2002)

Artikel: Suivi de l'environnement neuchâtelois
Autor: Butty, Isabelle / Jeanrenaud, Denis / Pokorni-Aebi, Berta
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89578

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 30.11.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

SUIVI DE L'ENVIRONNEMENT NEUCHÂTELOIS

ISABELLE BUTTY, DENIS JEANRENAUD & BERTA POKORNI-AEBI

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

INTRODUCTION (BERTA POKORNI-AEBI)

Le service de la protection de l'environnement a comme mission importante parmi d'autres de surveiller l'état de l'environnement – l'air, les eaux, le sol – et d'en informer les autorités, la population, les professionnels et toute autre personne intéressée. C'est aussi un moyen de contrôler si les mesures techniques de protection mises en place portent leurs fruits ou si, d'un autre point de vue, les moyens économiques mis à disposition sont correctement utilisés.

Nos résultats de la surveillance des milieux ambiants seront dorénavant régulièrement publiés dans ce Bulletin. Dans la mesure du possible, nous donnerons un aperçu dans les trois domaines cités ci-dessus. Un autre article abordera de façon plus complète un thème d'actualité. Pour cette année, nous présentons les résultats sur vingt années de surveillance limnologique du lac de Neuchâtel.

L'AIR (DENIS JEANRENAUD)

L'air représente un élément indispensable à la vie. Chaque jour, l'homme consomme environ 14 kg d'air, soit 11'000 litres.

La composition chimique normale de l'air est:

78 %	**21 %**	**0.9 %**	**0.1 %**
Azote	Oxygène	Argon	Autres gaz, incluant les gaz polluants

L'air est contaminé par divers polluants gazeux d'origine naturelle ou liés à des activités humaines.

La qualité de l'air résulte d'un équilibre complexe entre les émissions, le transport et la dispersion des polluants.

L'ensemble de la population est soumis aux effets des gaz polluants. Les personnes les plus sensibles sont:

- les enfants
- les personnes âgées
- les personnes soufrant de problèmes respiratoires ou cardiaques
- les femmes enceintes
- les fumeurs
- les travailleurs exposés à des émanations de produits chimiques (industrie, artisanat, ...).

L'ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air (OPair) a défini un certain nombre de substances comme indicateurs de la pollution atmosphérique.

Ces polluants se classent dans deux grandes familles bien distinctes:

- les polluants primaires, émis directement à la sortie d'une installation ou d'un véhicule
- les polluants secondaires, résultants de la transformation ou de la combinaison de polluants primaires entre eux sous l'effet des rayons solaires et/ou de la chaleur. Le plus connu est l'ozone qui participe au smog photochimique estival.

1.1. Principaux polluants

Polluants	**Sources**	**Effets**
Dioxyde de soufre **(SO_2)**	Chauffages domestiques et industriels. Il résulte de l'utilisation de combustible contenant du soufre. La part due aux transports (diesel) est faible et diminue avec la suppression progressive du soufre dans les carburants.	C'est un gaz irritant. Il provoque une altération de la fonction pulmonaire chez les enfants et une exacerbation des symptômes respiratoires aigus chez les adultes (toux, gêne respiratoire...). Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles. Le SO_2 se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène des pluies acides. Il contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.
Dioxyde d'azote **(NO_2)**	Véhicules à moteur, chauffages domestiques et industriels. La combustion, à haute température, libère tout d'abord du monoxyde d'azote (NO), qui dans l'air se transforme rapidement en NO_2. L'introduction du pot catalytique a permis une diminution des émissions des véhicules à essence, mais l'effet est contre-balancé actuellement par une augmentation du trafic.	C'est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez les enfants, il favorise un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections microbiennes. Le NO_2 participe aux phénomènes des pluies acides. Il intervient dans le processus de formation de l'ozone troposphérique, dont il est l'un des précurseurs.
Poussières fines **(PM10)**	Particules de poussières d'un diamètre inférieur à 10 µm (micromètres); mélange de polluants primaires issus principalement des processus de combustion, des procédés industriels, de l'abrasion des revêtements routiers et des pneumatiques et d'aérosols secondaires (nitrate et sulfate d'ammonium). Les particules sont souvent associées à d'autres polluants (SO_2, benzène, HAP...)	Selon leur taille (granulométrie), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les plus grosses particules sont retenues par les voies respiratoires supérieures. Elles sont donc moins nocives pour la santé que les particules plus fines (<10 µm de diamètre) qui pénètrent plus profondément dans l'organisme et irritent alors les voies respiratoires inférieures, altérant la fonction respiratoire dans l'ensemble. Certaines, selon leur nature, ont également des propriétés mutagènes et cancérigènes. Elles s'intègrent dans le cycle de l'eau lors de la formation des nuages, des brouillards et des précipitations. Lorsqu'elles se déposent, elles participent à la dégradation des bâtiments et des monuments. Accumulées sur les feuilles des végétaux, elles peuvent entraver la photosynthèse.

Ozone (O_3)	Polluant secondaire. Il résulte de la transformation chimique dans l'atmosphère de certains polluants dits "primaires" (en particulier les oxydes d'azote -NOx - et les composé organiques volatils – COV -) sous l'effet du rayonnement solaire. Les concentrations les plus fortes d'ozone apparaissent l'été et en périphérie des zones émettrices des polluants primaires.	L'ozone est un gaz agressif capable de pénétrer profondément dans les poumons. Il provoque des irritations du nez et de la gorge, des altérations pulmonaires ainsi que des irritations oculaires. L'ozone a un effet néfaste sur la végétation. Au niveau physiologique, l'ozone dégrade les mécanismes de la photosynthèse et de la respiration. Elle diminue l'assimilation carbonée de la plante, donc la productivité de certaines variétés d'espèces cultivées. L'ozone a également un effet sur certains matériaux comme le caoutchouc.

1.2. L'air neuchâtelois

Depuis le milieu des années 60, le canton de Neuchâtel a mis en place des réseaux de surveillance dans les régions à fortes concentrations industrielles.

Dans les années 80, des systèmes de contrôles en continu ont été installés dans la région de l'Entre-deux-Lacs.

Au début des années 90, suite à la mise en vigueur d'OPair en 1986, le canton de Neuchâtel a installé un réseau de mesure des immissions dans les sites urbains (Neuchâtel et La Chaux-de-Fonds). Il bénéficie également des mesures du site hors agglomération de l'Entre-deux-Lacs (station de surveillance de la Raffinerie de Cressier). Les données de ces stations sont publiées régulièrement sur le site: http://www.ne.ch/environnement/air.

En plus de ces stations fixes, le service de la protection de l'environnement exploite 3 stations mobiles de mesure de la pollution de l'air. Ces dernières permettent de réaliser des campagnes de mesure sur l'ensemble du territoire du canton en fonction d'objectifs particuliers:

- le développement du plan des mesures
- les études liées à des réalisations routières ou industrielles et dans le cadre d'études d'impacts
- le suivi de l'évolution de un ou plusieurs polluants pour des besoins spécifiques.

1.2.1. Description des stations de mesure

Chaque station est équipée de plusieurs appareils de mesure en continu. Chacun est consacré à l'analyse d'un polluant. Les composants de base mesurés sont:

- le dioxyde d'azote
- le dioxyde de soufre
- l'ozone
- les poussières en suspensions pour les stations en sites urbains

Pour les stations mobiles, il vient s'ajouter la mesure du monoxyde de carbone, des composés organiques volatils et de divers paramètres météorologiques.

Les stations sont équipées d'un système autonome d'acquisition et de gestion des analyseurs.

Elles sont reliées directement au service de la protection de l'environnement par ligne modem, ce qui permet un contrôle journalier des données mesurées et du bon fonctionnement des appareils.

Station de la Chaux-de-Fonds

1.2.2. L'évolution de quelques polluants

1.2.2.1. Le dioxyde d'azote (NO_2)

L'OPair tient compte de la charge en dioxyde d'azote à court terme (moyenne journalière) et à long terme (moyenne annuelle).

La moyenne journalière a été dépassée quelques fois en ville de la Chaux-de-Fonds. Ces dépassements sont toujours corrélés avec des grands froids et des conditions de dispersion très mauvaises. En 1992, on relevait 19 jours de dépassement de la moyenne journalière de 80 µg/m³. En 2000, il n'y en avait plus que 2 et en 2001, cette valeur limite n'a pas été dépassée.

La limite annuelle à respecter selon OPair est de 30 µg/m³. Dans les sites urbains, les valeurs mesurées sont proches de cette limite, alors qu'en campagne, elles sont largement inférieures. En Ville de Neuchâtel, l'augmentation de 1999 et 2000 est due au déplacement de la station du Jardin Anglais à l'Avenue de la Gare. En Ville de la Chaux-de-Fonds, la tendance à la baisse est très marquée depuis ces 4 dernières années. Dans les 2 cas, le volume du trafic près de la station de mesure joue un rôle important sur la concentration de ce polluant.

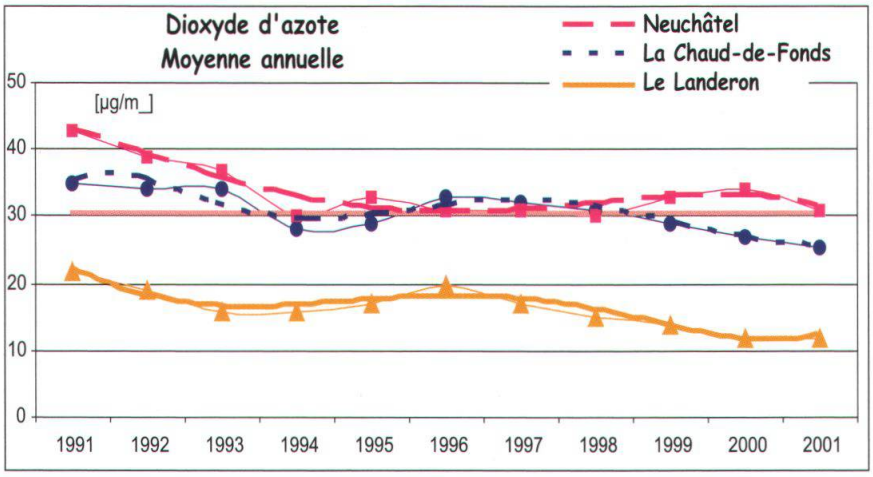


Figure 1: évolution des concentrations de NO_2 entre 1991 et 2001.
Points de mesures et courbes de tendance.

1.2.2.2. L'ozone (O_3)

L'OPair ne fixe pas de moyenne annuelle pour ce polluant, mais des valeurs à court terme qui jouent un rôle plus important dans le domaine de la santé. Il s'agit d'une moyenne horaire qui ne peut être dépassée qu'une fois par année ainsi que l'évaluation des charges d'ozone qui se base sur le 98% des valeurs semi-horaires pour les mois d'été durant lesquels la charge d'ozone est la plus forte. Ce chiffre indique le taux d'ozone dépassé pendant 15 heures en l'espace d'un mois.

La moyenne horaire de 120 $\mu g/m^3$ (limite OPair) est régulièrement dépassée en ville et encore plus en campagne. Le nombre d'heures de dépassements de cette valeur limite a tendance à se stabiliser depuis quelques années. En ce qui concerne le taux d'ozone, la tendance est identique. Les taux en 2001 sont de l'ordre de 160 $\mu g/m^3$ au Landeron et de 130 $\mu g/m^3$ dans les villes alors que la limite OPair est de 100 $\mu g/m^3$. Pour abaisser les concentrations d'ozone, il faut encore diminuer les émissions de ses précurseurs, soit les oxydes d'azote et les composés organiques volatils.

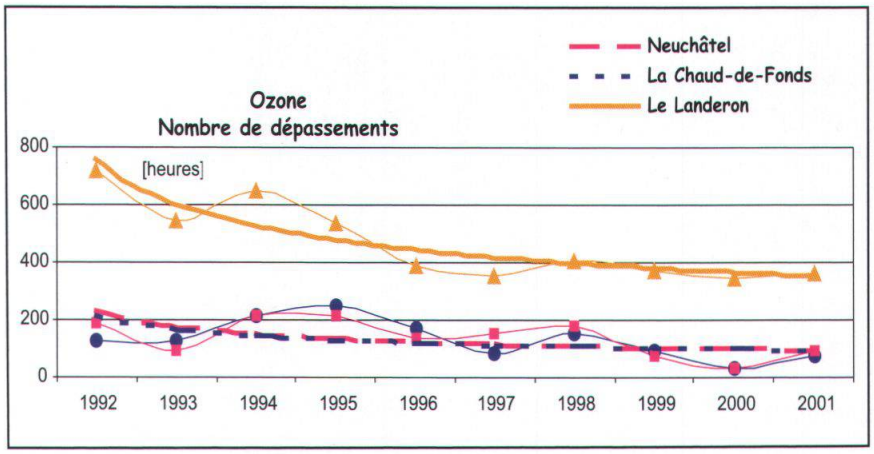


Figure 2: évolution des concentrations d'ozone entre 1992 et 2001.
Points de mesures et courbes de tendance..

1.2.2.3. Le dioxyde de soufre (SO_2)

Les concentrations mesurées pour le dioxyde de soufre (SO_2) sont largement inférieures aux normes de l'OPair. Ceci est dû principalement à la diminution du soufre dans les huiles de chauffage et au bon réglage des brûleurs.

La première année de mesure des poussières en suspension (PM10) a démontré que quelques jours par année, la valeur limite journalière de l'OPair est dépassée. La moyenne annuelle est quant à elle proche de la valeur limite OPair.

Dans quelques régions du canton de Neuchâtel, spécialement en ville et le long des axes routiers principaux, les normes en vigueur ne sont pas respectées. Des actions doivent être mises en place pour diminuer la concentration des polluants. Pour cela, le service de la protection de l'environnement a entrepris la révision du plan des mesures cantonal de 1993. Cette révision permettra de coordonner et de promouvoir ces actions auprès de la population et de l'industrie neuchâteloise.

LES EAUX SOUTERRAINES (ISABELLE BUTTY)

2.1. Généralités

L'eau que nous utilisons pour satisfaire notre soif, pour nous laver, pour nos industries provient essentiellement de notre sous-sol. Moins de 10% de l'eau distribuée dans le canton de Neuchâtel est pompée dans le lac.

L'eau est un bien précieux. Nous oublions parfois que nous faisons partie d'un faible pourcentage de la population mondiale qui dispose d'eau potable presque à discrétion.

Depuis 1984 un réseau de surveillance de la qualité physique, chimique et bactériologique des eaux souterraines a été mis en place.

Les données recueillies nous permettent de documenter l'état de nos ressources en eau et surtout de mettre sur pied des stratégies de protection.

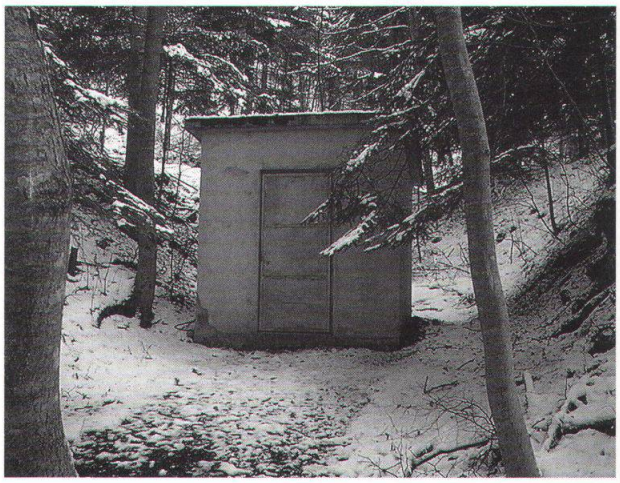
2.2. Les sites de prélèvement

Les critères principaux quant au choix des sites sont ceux qui nous permettent d'obtenir l'image la plus représentative de l'ensemble des eaux souterraines du canton. Le choix est réexaminé d'année en année. Nos critères sont les suivants:

- répartition géographique équitable, représentation des différents types d'aquifères (porosité d'interstice, roche cohérente, mixte)
- représentation des différents modes de captage (captage par drain, forage profond, source), captages dont l'utilisation du sol dans les aires d'alimentation sont diverses (zone urbaine, agricole, forestière, industrielle)
- eaux ne faisant pas déjà l'objet d'analyses du même type (exemple; les villes ont un service technique effectuant cette surveillance: résultats à disposition)
- évaluation d'une ou plusieurs ressources pour une commune
- travaux de délimitation des zones de protection en cours
- sites à problèmes connus où l'on désire suivre l'évolution de certains paramètres (HHV, nitrates, produits phytosanitaires)
- proximité de projet autoroutier
- proximité d'une route (influence du salage, herbicides)

2.3. Ouvrages de captages; deux exemples

Source des Tannes (Tanne Bise) à Gorgier



Captage de la source du Seyon à Villiers

2.4. Fréquence de prélèvement et paramètres analysés

Quatre prélèvements – un par saison - sont effectués chaque année sur l'ensemble des points. L'échantillonnage s'effectue directement sur le site de captage. L'eau doit être brute telle qu'elle sort de l'aquifère (avant tout traitement).

La température de l'eau, de l'air, le niveau d'eau (pour les nappes phréatiques) sont mesurés in situ, les autres paramètres en laboratoire.

Compte tenu de leur stabilité, les paramètres géochimiques tels que: dureté, calcium, magnésium, sodium, potassium et silice, sont mesurés une fois par an.

Les paramètres plus directement liés à l'activité humaine et qui peuvent avoir des fluctuations saisonnières, tels que les composés azotés, le phosphore, les chlorures, le carbone organique dissous ainsi que les paramètres bactériologiques (germes aérobies à 30°C, *Escherichia coli*, *Entérocoques*) sont dénombrés à chaque prélèvement.

Depuis 4 ans, nous recherchons et quantifions régulièrement les teneurs en produits phytosanitaires (tels l'atrazine); actuellement ce sont 35 substances de ce type que nous recherchons systématiquement au minimum une fois par an. Ponctuellement, des analyses d'hydrocarbures et de métaux lourds sont également réalisées.

2.5. Evaluation de la qualité des eaux souterraines du canton

Ci-dessous nous avons choisi de détailler deux paramètres particuliers pour rendre compte de l'état de santé de nos eaux souterraines.

2.5.1. Bactériologie

Contrairement à bien des régions de Suisse, la majorité des eaux souterraines du canton, distribuées comme eau de boisson, nécessite un traitement bactéricide. Ceci est dû au fait que la plupart de nos ressources sont d'origine karstique ou de sub-surface (dans la moraine) et que les temps de transit au travers du sous-sol sont, surtout en période de hautes eaux, souvent trop courts pour permettre à l'eau d'arriver exempte de germes dans nos résurgences.

Ce petit inconvénient peut être réglé de manière relativement simple et peu coûteuse par la mise en place d'un système de désinfection (tel l'utilisation de chlore, de rayons ultra-violets ou d'ozone).

Seules les eaux du puits de Treytel, exploitées par la commune de Bevaix, échappent à cette règle. Cette eau, extraite des calcaires du Valanginien et du Portlandien par le biais d'un forage de 300 m, ne nécessite aucun traitement.

2.5.2. Les nitrates

Cette substance azotée est un bon indicateur de la pression humaine sur la qualité des eaux. En effet, les teneurs naturelles des eaux en nitrates devraient être inférieures à 10 mg/l. Une concentration en dessus de cette valeur indique un apport humain (par le biais d'engrais).

L'exigence fixée par l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux est de 25 mg de nitrate par litre. D'une manière générale, comme le montre l'histogramme (figure 3) ci-dessus, les concentrations moyennes en nitrates dans la plupart des captages, dont les teneurs dépassent 15 mg/l, montrent une tendance à la baisse, exception faite du puits intercommunal de Boudry-Colombier dont l'évolution est à suivre. Les deux points les plus sensibles de notre réseau, où l'on note des valeurs maximales de 27 et 30 mg/l, sont les captages de Valangin.

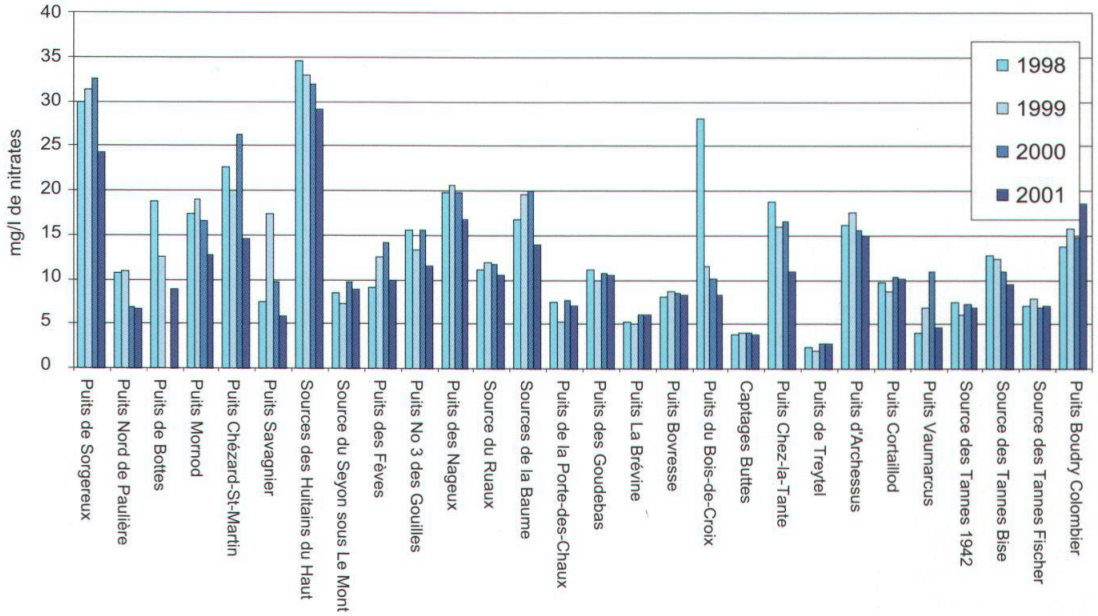


Figure 3: évolution des teneur moyennes en nitrates dans différents captages du canton.

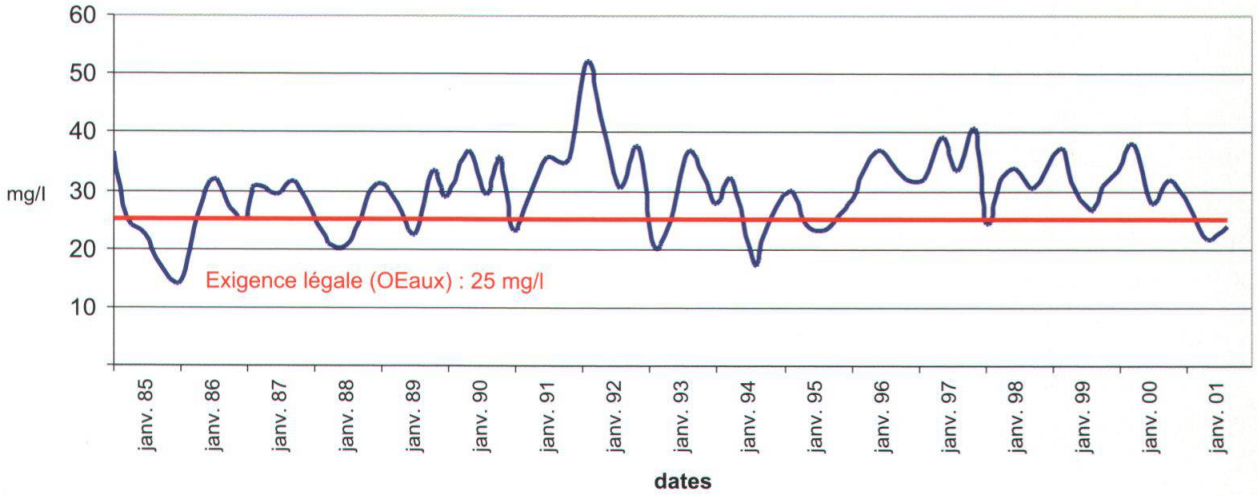


Figure 4: évolution de la teneur en nitrates dans le captage du Sorgereux à Valangin entre 1985 et 2001.

Examinons de plus près l'évolution des teneurs en nitrates d'un des deux points de Valangin: le puits du Sorgereux.

L'année 1991 a été une année record où des valeurs dépassant les 50 mg/l de nitrates ont été enregistrées. Depuis 1985, l'objectif de qualité (exigence légale) de 25 mg/l est régulièrement dépassée. Si l'agriculture joue un rôle important dans l'apport des éléments azotés, il n'en reste pas moins que les conditions pluviométriques influencent fortement les phénomènes de lessivage et de transit plus ou moins rapide des nitrates au travers du sol. Des mesures relatives à l'utilisation du sol doivent être mises en place afin que ces valeurs puissent être abaissées en dessous de l'objectif de qualité. Concrètement, il s'agira de mettre sur

pied une stratégie avec les exploitants agricoles afin que les cultures des terres situées dans l'aire d'alimentation de ce puits ne nécessitent que peu ou pas d'apport en engrais azotés.

2.6. Conclusion

En conclusion, la collecte de données de base par rapport aux eaux souterraines nous permet d'en apprécier l'évolution et d'intervenir avec des mesures d'organisation du territoire afin d'enrayer une éventuelle altération de cette ressource vitale.

LES COURS D'EAU (BERTA POKORNI-AEBI)

3.1. Généralités

Notre région est pauvre en cours d'eau. Le contexte géologique du Jura favorise l'infiltration des eaux de pluie. Beaucoup de ruisseaux ne sont pas pérennes, ils tarissent pendant une longue période de l'année.

Le canton de Neuchâtel appartient à deux grands bassins versants. Le Doubs s'écoulant en direction de la Méditerranée appartient au bassin rhodanien. Le reste du canton fait partie du bassin versant du Rhin qui se jette dans la Mer du Nord.

Pour la présentation des résultats obtenus, nous nous limitons aux grands cours d'eau: Doubs, Areuse, Seyon, Canal de la Thielle.

3.2. Organisation des prélèvements

En 1997 un programme quinquennal de surveillance de la qualité des eaux a été introduit. Le canton est divisé en 5 bassins versants, soit: *le Doubs, l'Areuse, le Seyon, les autres affluents directs du lac de Neuchâtel et les affluents du lac de Bienne.*

Les points suivis pendant une année sont sélectionnés en fonction des problèmes rencontrés. Annuellement, dix campagnes de prélèvement sur 24 h et d'analyses sont organisées. Après une année, c'est le tour d'un autre bassin versant et ainsi de suite. Le tour complet du canton devrait ainsi se faire sur 5 ans.

Un contrôle de routine est néanmoins maintenu pour les principaux cours d'eau (4 prélèvements sur 24 h/année, une fois/saison). Les points de prélèvement se situent en principe près de l'embouchure dans le lac ou du confluent avec un autre cours d'eau. Ce système nous permet de mettre en évidence des problèmes survenus dans tout un bassin versant défini.

3.3. Résultats

3.3.1. Le Doubs

Le Doubs entre en Suisse aux Brenets. Sur territoire neuchâtelois, la frontière passe au milieu de la rivière, ce qui fait du Doubs une rivière internationale placée sous haute surveillance de la Confédération. Le débit est soumis à des fluctuations importantes, soit naturelles, soit artificielles. Son débit moyen mesuré à la Combe des Sarrasins, station de mesure la plus proche, située sur la commune des Bois, est de 26.5 m^3/s (OFEG, 2000). Plusieurs tronçons n'ont qu'un débit minimum, puisque l'eau est utilisée à des fins de production d'électricité.

Le Doubs représente une succession de retenues et de tronçons naturels avec écoulements libres, ce qui se répercute évidemment sur la qualité de son eau. Dans les retenues (lacs des Brenets et de Moron), les concentrations en phosphore fournissent l'élément nutritif indispensable au développement accéléré de phytoplancton Une partie de cette biomasse est entraînée par la rivière. C'est ainsi que dans les tronçons à écoulement libre, les concentrations en carbone organique sont relativement élevées (2-4 mg C/l).

L'oxygénation de la rivière est bonne. La saturation varie entre 80 et 110 % et suit un rythme saisonnier.

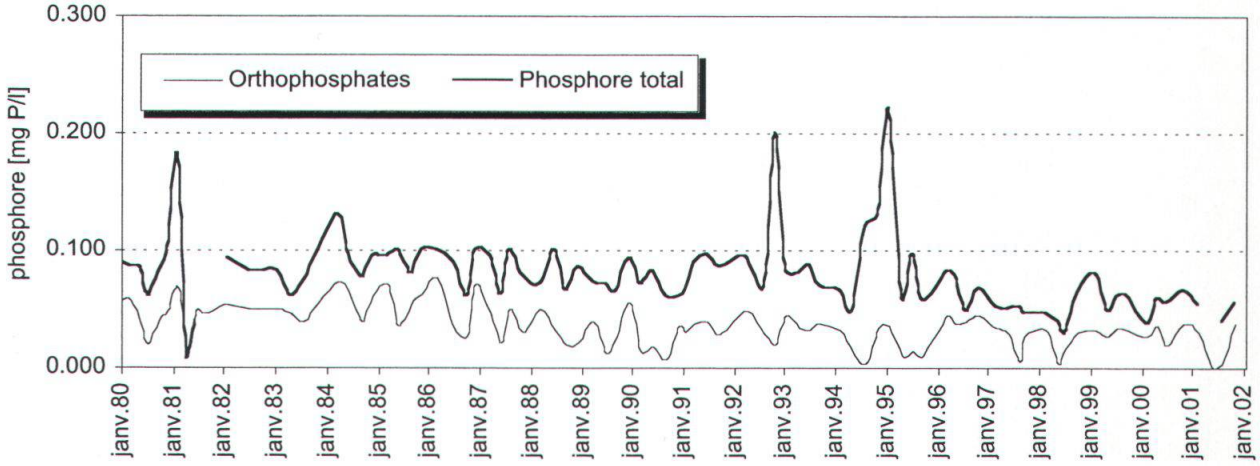


Figure 5: évolution des teneurs en phosphore total et en orthophosphate au Pont de La Rasse.

Dans leur ensemble, les tronçons d'eau courante peuvent être considérés comme pas ou faiblement pollués. En revanche, les concentrations en phosphore sont trop importantes pour les retenues. Une importante charge en phosphore est apportée par la Rançonnière, affluent du Doubs évacuant les eaux du Locle et des Brenets.

3.3.2. L'Areuse

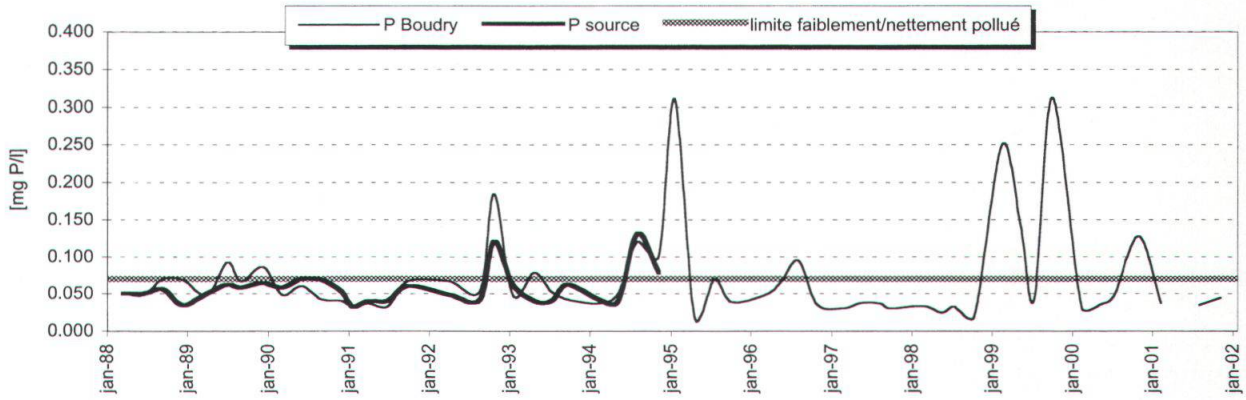


Figure 6: évolution du phosphore total de l'Areuse à la source et à Boudry.

L'imposante source vauclusienne de l'Areuse jaillit à Saint-Sulpice Elle a deux bassins versants: l'un s'étend du côté des Verrières en direction de la France, l'autre englobe toute la Vallée de La Brévine, deux bassins essentiellement agricoles. L'Areuse a un débit moyen à Boudry de 11.9 m^3/s (OFEG, 2000).

La station de surveillance de la qualité de l'eau se situe sous le viaduc de Boudry, à peu de distance de l'embouchure dans le lac. De façon générale, l'eau de l'Areuse est de bonne qualité. Quelques dépassements de l'objectif de qualité en ammonium, nitrites et carbone organique sont des indices d'une faible pollution.

Entre 1988 et 1995, la source de l'Areuse a également été surveillée. Les résultats de cette période, illustrés pour le phosphore total sur la figure 6, nous permettent de constater que la qualité chimique de l'eau ne se dégrade pas de la source à l'embouchure.

3.3.3. Le Seyon

Le débit moyen, mesuré à Valangin, est de 0.88 m^3/s (OFEG, 2001). Ce faible débit est un des problèmes qui font que la qualité du Seyon est des plus mauvaises. Le Seyon traverse une région, le Val-de-Ruz, qui connaît un développement démographique rapide et dans laquelle une agriculture intensive est pratiquée. Jusqu'en 2000, le bassin versant comptait six stations d'épuration. Entre-temps, deux ont été raccordées à la toute nouvelle station du Haut Val-de-Ruz équipée d'une technologie permettant la nitrification de l'ammonium devenue nécessaire par l'état précaire dans lequel se trouvait l'exutoire.

Nous avons choisi l'ammonium et les nitrites pour illustrer l'état très préoccupant du cours d'eau. Une grande partie de l'ammonium est rejetée par les stations d'épuration. Mais l'agriculture y participe également. Nous avons rencontré des situations à la fin de l'hiver, où en un jour de fonte des neiges un trentième de la charge annuelle en ammonium a été amenée dans le lac à la suite de purinages sur la neige.

La limite entre une eau non polluée et faiblement polluée est constamment dépassée, aussi bien pour l'ammonium que pour les nitrites. Dans un milieu avec une eau parfaitement oxygénée, ces substances hautement toxiques pour la faune aquatique, sont transformées par des bactéries en nitrates. De ce fait, les nitrates sont en constante augmentation jusqu'à l'embouchure dans le lac. Pour l'année 2001, une amélioration est perceptible, un peu plus prononcée pour l'ammonium. Nous observerons de plus près l'évolution dans les années à venir.

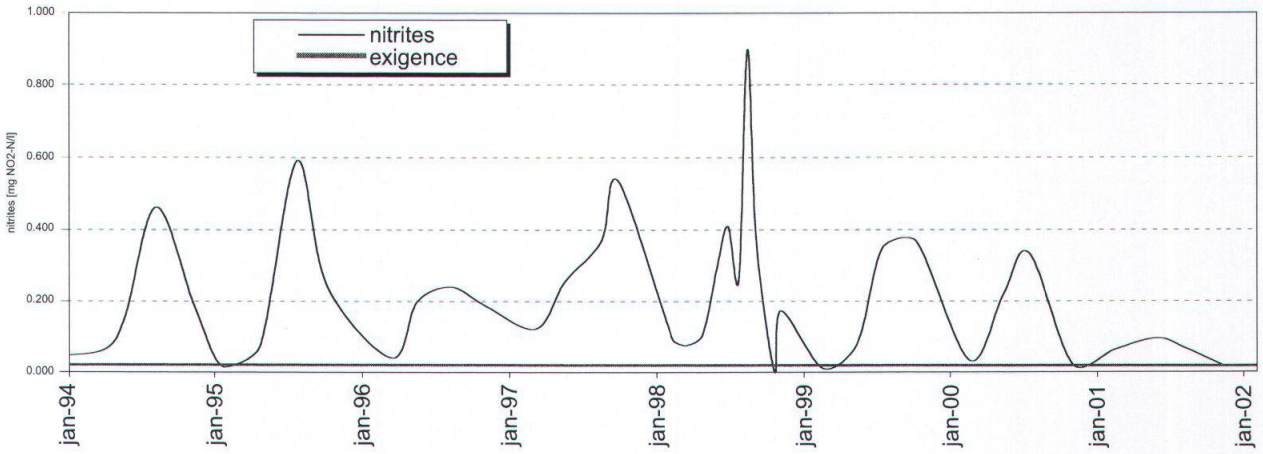


Figure 7: évolution des teneurs en nitrites à la station de Bayerel.

Un autre problème pour le Seyon est l'érosion des terres agricoles. Lors de fortes pluies, des quantités importantes de particules très fines et chargées en phosphore sont emportées par les flots. Pour la rivière, cela représente un enrichissement indésirable en éléments nutritifs, pour l'agriculture une perte de matière fertile. La lutte contre l'érosion devient donc incontournable.

Une approche globale du cours d'eau sera tentée avec l'établissement d'un plan régional d'évacuation des eaux (PREE) prévu dans la législation fédérale (OEaux). Des données de base seront récoltées et l'impact sur le cours d'eau de différentes activités, tels que l'agriculture et l'approvisionnement en eau potable, étudié dans le but de prendre des mesures d'assainissement.

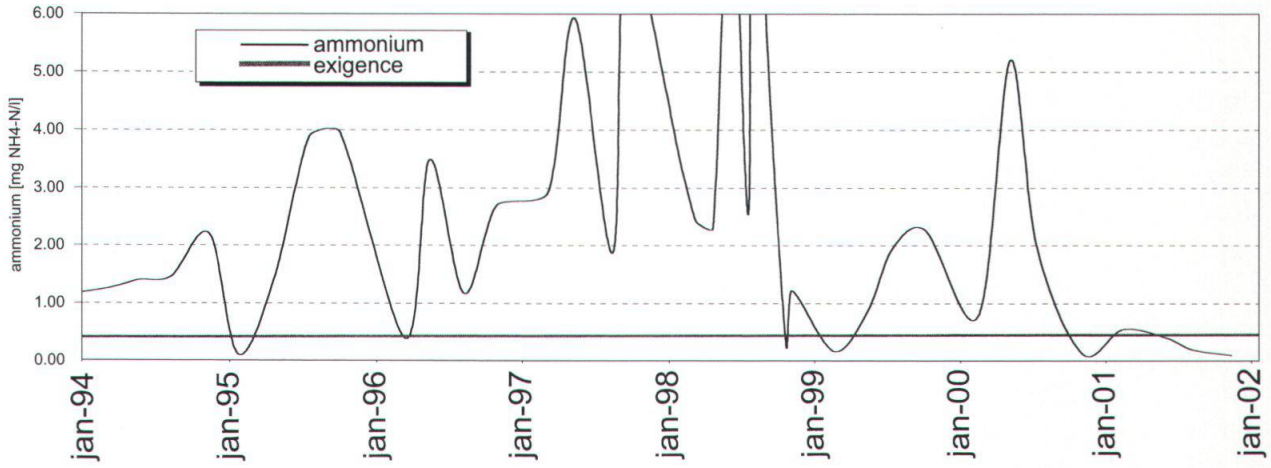


Figure 8: évolution des teneurs en ammonium à la station de Bayerel.

3.3.4. Le Canal de la Thielle

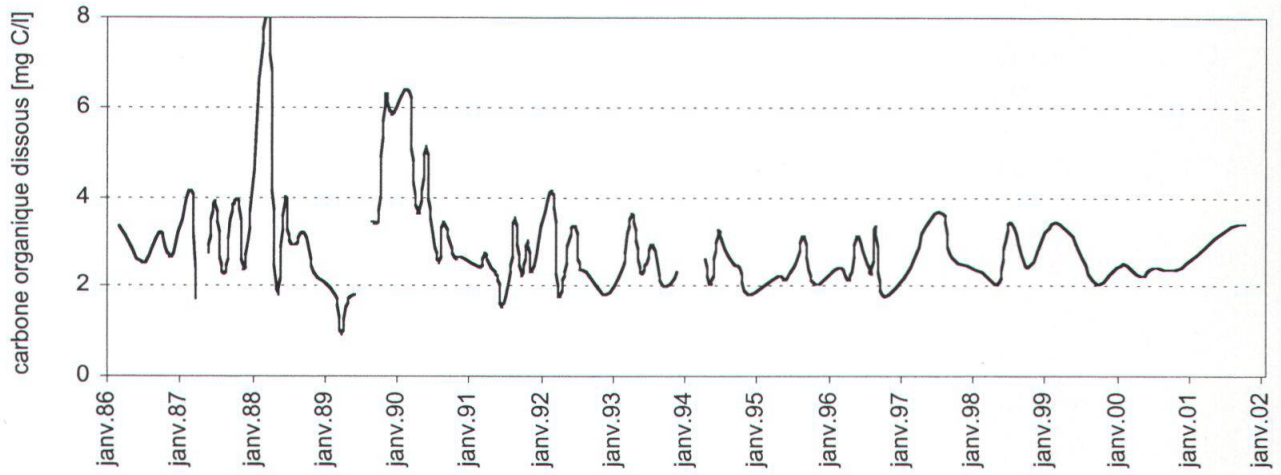


Figure 9: évolution du carbone organique dans le Canal de la Thielle, au pont CFF de Rothaus.

Le débit du canal est mesuré près du pont de Thielle à Gampelen. Son débit moyen est de 54.7 m^3/s (OFEG, 2001). Quelques rares fois par an, le canal de la Thielle coule depuis le lac de Bienne en direction du lac de Neuchâtel. Le niveau des trois lacs et le débit des canaux qui les relient sont réglés artificiellement par l'écluse de Port. Les mesures actuelles peuvent être consultées sur Internet (voir bibliographie).

La qualité de l'eau du Canal de la Thielle est le reflet de l'épilimnion du lac. Le carbone organique varie en fonction de la production de phytoplancton.

L'oxygène dissous suit également une évolution saisonnière, comme l'illustre la figure 10.

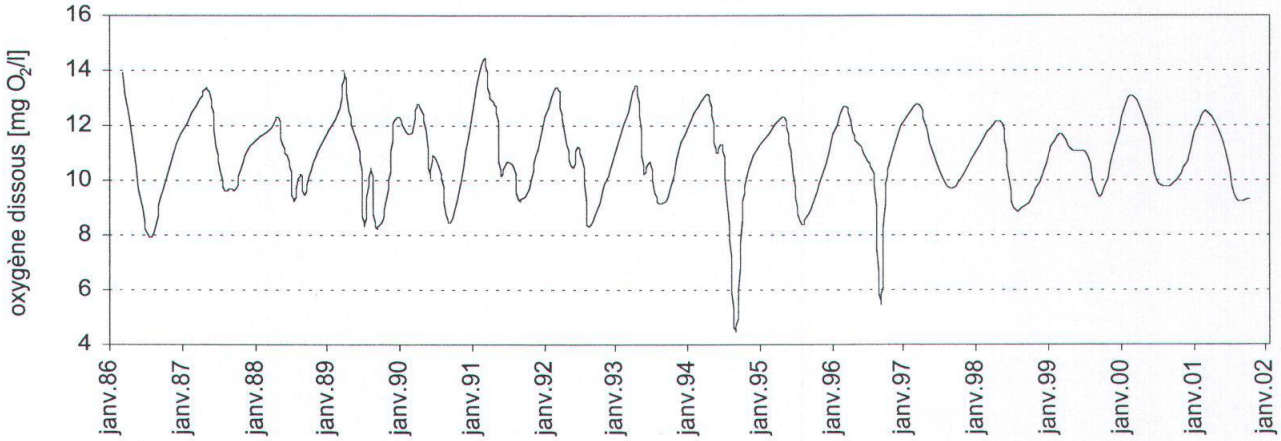


Figure 10: évolution de l'oxygène dissous dans le Canal de la Thielle, au pont CFF de Rothaus.

3.4. Conclusions

Les résultats de la campagne 2001 sont résumés dans l'annexe 2. Selon les résultats, les cours d'eau ont été classés dans 4 catégories, allant de non pollué à fortement pollué. Parmi les cours d'eau surveillés, le Seyon et ses affluents ressortent clairement comme rivières les plus atteintes.

Les principales sources de pollution sont l'agriculture et les rejets d'eaux épurées dans un cours d'eau ne pouvant pas assurer une dilution suffisante.

A l'avenir, les analyses chimiques devront être complétées par des aspects biologiques et écologiques, en tenant compte des activités dans les environs. Seule une approche globale de ce type, considérant tous les impacts, permettra de maintenir ou de rétablir l'équilibre de l'écosystème "rivière".

4. BIBLIOGRAPHIE

INTERNET. http://www.bve.be.ch/wea/messwerte/messwerte_f.html.

OFFICE FEDERAL DES EAUX ET DE LA GÉOLOGIE (OFEG) 2000 et 2001. Annuaire hydrographique de la Suisse.

Ordonnance féférale sur la protection de l'air (OPair) du 16 décembre 1985.

ANNEXE 1

Surveillance de routine des eaux souterraines 2001

Résumé des résultats obtenus en 2001 sur quelques points choisis

	dates	Val-de-Ruz	Puits de Sorgereux / Valangin	Puits Mornod / SIPRE	Source de Seyon sous Le Mont/Villiers	Neuchâtel	Puits des Fèves	Puits no 3 des Gouilles	Sources de la Baume	Locle	Puits de la Porte-des-Chaux	Puits des Goudebas	Val-de-Travers	Puits communal/Bovresse	Puits du Bois-de-Croix	Captage communal de Buttes	District de Boudry	Puits de Treytel	Source des Tannes Bise	Puits intercommunal / Colombier et Boudry
Température	**12/2/01**		9.5	10	7.4		10.4	11.5	10.2		7.7	8.9		8.9	8.9	6.8		12.4	9.9	11
°C	14/5/01		8.3	10.3	6.9		14.3	10.6	9.9		7.8	9.3		n.a.	8.6	7.3		16.4	9.3	11.8
	27/8/01		9.7	13.8	7.8		12.8	11.3	9.9		7.8	9.7		8.9	13.8	8.3		24	9.1	12
	5/11/01		10.6	10.4	6.9		7.6	11.8	10.1		7.8	8.8		10	11.6	7.3		13.6	9.2	10.6
pH	**12/2/01**		7.52	7.29	7.74		7.53	7.42	7.35		7.44	7.44		7.41	7.69	7.65		7.46	7.39	7.42
	14/5/01		7.56	7.39	7.75		7.22	7.12	7.32		7.91	7.46		n.a.	7.52	7.56		7.57	7.44	7.3
	27/8/01		7.4	7.55	7.81		7.43	7.51	7.28		7.52	7.47		7.74	7.28	8.25		7.55	7.52	7.48
	5/11/01		7.49	7.56	7.79		7.49	7.47	7.28		7.6	7.35		7.52	7.39	4.53		7.6	7.45	7.43
Conductivité	**12/2/01**		503	571	308		577	528	537		450	499		461	544	370		471	472	507
S/cm	14/5/01		526	572	332		548	546	563		414	506		n.a.	499	388		469	450	552
	27/8/01		588	590	337		570	554	607		462	524		498	544	408		472	450	569
	5/11/01		617	602	372		600	554	612		486	528		479	547	445		476	457	553
Ammonium	**12/2/01**		0.002	0.002	0.002		0.037	0.028	0.051		0.002	0.017		0.002	0.002	0.002		0.014	0.02	0.018
mg NH_4-N/l	14/5/01		0.035	0.029	0.03		0.035	0.047	0.037		0.06	0.041			0.034	0.03		0.033	0.027	0.028
	27/8/01		0.031	0.023	0.026		0.019	0.017	0.017		0.033	0.037		0.024	0.031	0.032		0.012	0.012	0.012
	5/11/01		0.02	0.037	0.021		0.015	0.015	0.002		0.019	0.039		0.026	0.022	0.023		0.016	0.002	0.013
Nitrites	**12/2/01**		0.002	0.002	0.002		0.016	0.003	0.003		0.002	0.002		0.002	0.002	0.002		0.003	0.003	0.002
mg NO_2-N/l	14/5/01		0.009	0.006	0.006		0.008	0.009	0.007		0.009	0.009			0.008	0.007		0.013	0.006	0.006
	27/8/01		0.003	0.002	0.002		0.003	0.002	0.003		0.004	0.005		0.024	0.002	0.002		0.002	0.002	0.002
	5/11/01		0.004	0.002	0.002		0.002	0.002	0.002		0.003	0.005		0.026	0.002	0.003		0.002	0.002	0.002
Nitrates	**12/2/01**		**27**	15.7	9.7		11.9	13.3	13.6		6.9	10.6		10.4	14.1	4		3	13.3	13.9
mg NO_3-N/l	14/5/01		21.3	13.9	9.1		7.6	12.6	10.8		6.7	10.1			8.2	3.4		2.9	8.1	20.4
	27/8/01		23.6	11	8.3		8.2	10	17.2		7.1	10.8		6.3	5.9	3.8		2.6	8	20.9
	5/11/01		**26.3**	10.1	8		12.4	10.4	13.8		7.4	10.3		7.8	7.6	3.9		2.8	8.6	18.6
Phosphore total	**12/2/01**		0.007	0.002	0.006		0.006	0.008	0.008		0.019	0.076		0.013	0.01	0.019		0.011	0.01	0.005
mg P/l	14/5/01		0.009	0.002	0.004		0.004	0.006	0.009		0.013	0.075			0.007	0.023		0.008	0.006	0.005
	27/8/01		0.011	0.004	0.005		0.01	0.005	0.015		0.014	0.083		0.014	0.011	0.023		0.006	0.008	0.007
	5/11/01		0.007	0.003	0.006		0.007	0.005	0.012		0.12	0.074		0.011	0.01	0.023		0.005	0.007	0.005
Chlorures	**12/2/01**		14.5	7.7	1.5		4.8	5.2	6.2		5.1	17.9		5.1	8.2	6.5		2.9	4.5	8.8
mg/l	14/5/01		9	6.5	1.5		2.6	4.4	4.5		4.8	16.8			5.3	3.8		2.7	2.7	11.6
	27/8/01		12.2	5.7	1.3		3.8	3.9	6.9		4.4	16.1		3.9	4.8	4.3		3.4	2.7	12.4
	5/11/01		15.6	5.3	1.7		4.6	4	5.1		4.5	13.8		3.1	4.7	4.1		3.7	2.8	10.8
Carbone org. dissous	**12/2/01**		**2.3**	0.7	0.8		0.9	0.9	1.5		0.7	1		1	1.2	1.5		0.8	1	1
mg/l	14/5/01		1.1	0.2	0.4		0.6	1.4	1.2		0.8	1			1.1	0.9		0.7	0.7	1.2
	27/8/01		1.4	0.5	0.6		0.5	0.8	0.7		0.3	0.8		0.6	1.4	1		0.4	0.8	1.4
	5/11/01		1.1	0.6	0.8		**2.1**	**3.5**	1.7		0.5	1.1		1	1.2	1.6		0.6	1	**2.8**
Atrazine	**12/2/01**		43	17	nd		nd	nd	5		nd	26		28	11	nd		nd	14	8
ng/l	14/5/01		19	15	nd		nd	2	4		nd	nd		n.a.	4	nd		nd	6	2
	27/8/01		56	nd	nd		nd	3	7		nd	26		23	8	nd		nd	12	2
	5/11/01		67	17	nd		nd	6	5		n.a.	22		20	6	nd		nd	9	2
Atrazine-desethyl	**12/2/01**		41	43	nd		nd	nd	19		nd	65		51	46	nd		nd	57	32
ng/l	14/5/01		59	48	nd		nd	19	35		nd	86		n.a.	51	nd		nd	34	26
	27/8/01		75	nd	nd		nd	15	54		nd	88		46	43	nd		nd	41	2
	5/11/01		86	51	nd		8	21	44		n.a.	63		39	33	nd		nd	49	38
Atrazine-desisopropyl	**12/2/01**		nd	nd	nd		nd	nd	nd		nd	nd		nd	nd	nd		nd	nd	nd
ng/l	14/5/01		nd	nd	nd		nd	nd	nd		nd	**178**		n.a.	nd	nd		nd	nd	nd
	27/8/01		nd	nd	nd		nd	nd	nd		nd	**103**		nd	nd	nd		nd	nd	nd
	5/11/01		nd	nd	nd		nd	nd	nd		nd	93		nd	nd	nd		nd	nd	nd
Germes aérobies à 30°C	**12/2/01**		5	33	530		11	59	20		250	170		1	22	73		48	18	12000
UFC/100ml	14/5/01		180	11	12		8	1	91		41	170			13	25		55	400	720
	27/8/01		1100	1500	520		0	430	19		100	600		11	42	400		85	34	85
	5/11/01		2000	1	320		38	6	18		200	380		230	17	65		3	9	5600
Escherichia coli	**12/2/01**		0	0	0		0	0	4		8	52		0	0	0		0	0	0
UFC/100ml	14/5/01		0	0	0		0	0	6		0	41		n.a.	0	0		0	80	0
	27/8/01		0	0	0		0	0	11		11	80		0	0	36		0	0	0
	5/11/01		0	0	1		0	0	20		11	27		0	0	8		0	0	0
Entérocoques	**12/2/01**		0	0	0		0	0	0		0	60		0	0	1		0	1	0
UFC/100ml	14/5/01		0	0	0		0	0	4		0	5		n.a.	0	0		0	90	0
	27/8/01		0	0	0		0	0	2		3	27		0	1	50		0	0	0
	5/11/01		0	0	0		0	0	1		6	7		1	0	21		0	1	0

Annexe 2 Ordonnance fédérale sur la protection des eaux
Exigences supplémentaires pour les eaux du sous-sol utilisées comme eau potable ou destinées à l'être

paramètres	exigences
Carbone organique dissous	2mg/l
Ammonium	0.1 mg/l
Nitrates	25 mg/l
Pesticides	100 ng/l

les valeurs qui dépassent les exigences de ladite ordonnance sont en rouge

Annexe 2

Surveillance de routine des cours d'eau 2001

Résumé des résultats obtenus en 2001 sur des prélèvements sur 24 h

		2404 Doubs au pont de la Rasse	2422 Seyon à la Rincieure	2423 Seyon, Fenin-Vilars-Saules	2484 Le Morguenet, Engollon	2434 Seyon, au Gor (NE)	R10 Merdasson, Boudry	2457 Areuse, Boudry	2473 Vieille Thielle, Cressier	BI5 Vaux, Le Landeron	2461 La Thielle, Rothaus
Température	19/2/01	5	3	3.4	2	2.3	8.1	6.5	7.9	5.8	5.5
°C	5/6/01	13.1	13	13.3	11.3	13.1	10.8	12.3	17.1	12.8	17
	13/8/01	16.4	15.7	15.7	15	14.5	14.9	15.3	23.7	19.9	23
	19/11/01	6.6	7	6.9	5.4	5.4	7	5.4	7.8	5.1	14.7
pH	19/2/01	8.16	8.06	8.07	8.19	8.44	8.21	8.25	7.8	8.27	8.23
	5/6/01	8.16	8.03	8.11	8.25	8.48	8.14	8.29	7.85	8.34	8.44
	13/8/01	8.44	8.24	8.31	8.39	8.5	8.13	8.37	8.08	8.31	8.38
	19/11/01	8.12	8.12	8.28	8.25	8.32	8.3	8.37	7.88	8.38	8.17
Conductivité	19/2/01	400	523	608	600	577	505	405	623	524	331
µS/cm	5/6/01	399	457	564	544	546	504	392	456	492	342
	13/8/01	417	528	736	584	588	512	429	336	488	277
	19/11/01	469	641	712	596	599	560	475	997	558	321
Oxygène dissous	19/2/01	12.6	12.1	12.1	13	13	11.9	13	7.6	13.9	12.5
mg/l	5/6/01	10.1	12.3	11.8	14.2	9.9	10.9	11	7.4	11.1	11.6
	13/8/01	9.2	12.4	7.3	9.6	10.4	10.6	11.3	9.1	11.6	9.3
	19/11/01	11.3	13.1	11.6	13.1	12.4	11.3	12.4	8.7	12	9.3
Saturation	19/2/01	106.5	98.3	99.3	102.5	100.6	106.5	111.7	67.7	117.3	104.6
%	5/6/01	103.6	128	123.5	141.5	99.7	104.1	108.5	81.4	111	126.9
	13/8/01	102.1	136.8	80.9	104	108.5	111	119.4	113.2	134.7	114.8
	19/11/01	99.5	118	104.2	113	104.1	98.4	103.6	76.9	99.5	97.1
Ammonium	19/2/01	0.03	0.07	0.50	0.04	0.19	0.02	0.03	0.20	0.03	0.01
mg NH_4-N/l	5/6/01	0.04	0.05	0.35	0.03	0.05	0.03	0.01	0.30	0.02	0.05
	13/8/01	0.01	0.09	0.14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.12	0.01	0.03
	19/11/01	0.03	0.07	0.04	0.02	0.07	0.02	0.05	0.31	0.04	0.06
Nitrites	19/2/01	0.008	0.007	0.064	0.005	0.052	0.016	0.008	0.047	0.057	0.004
mg NO_2-N/l	5/6/01	0.017	0.031	0.097	0.022	0.04	0.017	0.011	0.033	0.019	0.011
	13/8/01	0.009	0.034	0.069	0.01	0.009	0.003	0.01	0.029	0.008	0.011
	19/11/01	0.007	0.013	0.02	0.004	0.029	0.004	0.011	0.351	0.006	0.014
Nitrates	19/2/01	1.2	3.2	7.1	6.6	6.6	2.9	1.7	4.3	5	1.4
mg NO_3-N/l	5/6/01	0.8	1.5	6.9	3.5	5.4	2.5	1.1	1.2	3.2	1.3
	13/8/01	1.3	1.6	13.3	2.6	6.4	3.3	1.4	0.6	2.9	0.8
	19/11/01	1.5	2.7	8.9	5.4	6.8	3.2	1.6	6.6	6	0.9
Orthophosphates	19/2/01	0.031	0.027	0.274	0.045	0.178	0.021	0.024	0.015	0.022	0.005
mg P/l	5/6/01	0.002	0.027	0.409	0.082	0.171	0.034	0.016	0.058	0.04	0.002
	13/8/01	0.004	0.064	0.237	0.103	0.163	0.008	0.016	0.063	0.049	0.001
	19/11/01	0.038	0.035	0.08	0.036	0.039	0.022	0.030	0.033	0.012	0.002
Phosphore total	19/2/01	0.053	0.034	0.33	0.06	0.197	0.036	0.037	0.035	0.019	0.015
mg P/l	5/6/01										0.015
	13/8/01	0.04	0.143	0.306	0.116	0.188	0.015	0.034	0.11	0.07	0.012
	19/11/01	0.056	0.05	0.126	0.041	0.05	0.024	0.044	0.063	0.016	0.017
Chlorures	19/2/01	7.1	6.2	17	13.3	17	7.6	4.3	43.1	7.5	10.6
mg/l	5/6/01	4.6	4.4	23.8	10.6	19	6.3	3.4	21.4	8.4	10.2
	13/8/01	7.7	6.3	54.7	15.3	28.4	8.8	3.8	15.5	8.7	10.2
	19/11/01	5.5	6	28.4	11.2	21.5	9.1	3.7	151	8.7	10.8
Carbone org. dissous	19/2/01	2.6	2.4	3.6	2.9	3	1.5	2.9	3.3	2.9	2.7
mg/l	5/6/01	6.2	3.8	5.5	5.1	3.8	2.3	3.1	4.1	4.4	3.1
	13/8/01	3.7	3.7	5.1	4.1	3.9	2.1	3.1	4.5	3.9	3.3
	19/11/01	4.2	2.8	4.1	2.7	2.9	1.6	3.4	5.3	3.6	3.4

				ammonium		nitrites	nitrates	ortho-phosphates	phosphore total	chlorures	carbone organique dissous
				> 10 °C	< 10 °C						
classe 1				< 0.08	< 0.04	< 0.01	< 1.5	< 0.020	< 0.040	< 25	< 2.0
classe 2				< 0.4	< 0.2	< 0.02	< 5.6	< 0.040	< 0.070		< 4.0
classe 3				< 0.8	< 0.4	< 0.05	< 11.0	< 0.080	< 0.150	< 100	< 6.0
classe 4				> 0.8	> 0.4	> 0.05	> 11.0	> 0.0.080	> 0.150		> 6.0