

Étude physico-chimique, bactériologique et biologique de l'Allondon genevoise

Autor(en): **Dethier, Michel / Revaclier, Roger / Wisard, Alexandre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société**

Band (Jahr): **38 (1985)**

Heft 2

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-740469>

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.

ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE, BACTÉRIOLOGIQUE ET BIOLOGIQUE DE L'ALLONDON GENEVOISE

PAR

Michel DETHIER^{1,2}, Roger REVACLIER¹ et Alexandre WISARD³

RÉSUMÉ

La partie genevoise du bassin versant de l'Allondon est, par sa superficie, relativement peu importante mais constitue néanmoins un des sites naturels les plus intéressants du canton. Malheureusement, les analyses physico-chimiques et biologiques montrent clairement que l'état de la rivière se dégrade rapidement depuis quelques années.

Quelques petits affluents cependant sont encore en bon état et pourraient jouer le rôle de réservoirs de faune pour l'Allondon pourvu qu'ils soient rapidement mis sous protection.

SUMMARY

Swiss part of Allondon river's basin is a relatively little part of the superfcy of the entire drainage-basin of the river but represents one of the most interesting natural sites of the canton of Geneva. Unhappily, physico-chemical, bacteriological and biological analysis show clearly that the condition of the river is going bad. Some little tributaries are still in good condition and could be reservoirs of fauna for the main river if they are rapidly protected.

1. INTRODUCTION

L'Allondon prend sa source à 649 m d'altitude (source vaclusienne) dans le Pays de Gex (Département de l'Ain, France), elle devient frontalière à Fabry et entièrement genevoise aux Granges. Elle se jette dans le Rhône en amont de La Plaine, à 354 m d'altitude, la dénivellation totale est donc de 295 m.

Le bassin versant couvre près de 148 km² et, peu avant la frontière suisse, l'Allondon reçoit le Lion, lui-même grossi par deux affluents, les Petit et Grand Journans. Sur le parcours limitrophe, quelque 750 m en amont du pont des Granges, elle reçoit l'Alle-mogne. En territoire genevois enfin, quelques petits ruisseaux lui apportent encore

¹ Institut d'Hygiène I, Service d'Hydrobiologie, 1211 Genève 4.

² Museum d'Histoire naturelle, 1211 Genève 6.

³ Rue du Perron 3, 1204 Genève.

leurs eaux : citons le Nant des Prailles, le Missezon (ou Misseron), le Roulavaz, les Eaux Chaudes de Russin et les Eaux Froides de Dardagny (fig. 1). La plus grande longueur de ce réseau, soit des sources du Journans au Rhône, est d'environ 28 km; l'Allondon à proprement parler n'en a que 17 et son parcours sur territoire genevois est de 6 km seulement.

A ce jour, l'Allondon et ses affluents n'avaient encore fait l'objet que de peu de travaux, citons :

- De 1968 à 1980, le Service d'hydrobiologie a effectué des analyses régulières d'échantillons mensuels prélevés en diverses stations. Les résultats de cette première série d'analyses ont été partiellement publiés dans les rapports annuels de la CIPEL.
- En 1978, l'Association genevoise pour la protection de la Nature (AGPN) a publié une brochure illustrée à l'occasion de la mise sous protection du vallon de l'Allondon.
- En 1980, P. DURAND et A. WISARD effectuaient une petite étude des Eaux Chaudes de Russin en rapport avec un essai de désenvasement grâce à la craie «Nautex».
- En 1983, ces mêmes personnes réalisaient des travaux de diplôme sur la biologie des truites de l'Allondon.
- En 1984 enfin, la Commission cantonale pour la protection des eaux (CCPE) déposait un important rapport dans lequel on trouvera tout le détail des données résumées et analysées dans cette note.

2. DESCRIPTION DES PRINCIPALES STATIONS

L'ensemble des analyses physico-chimiques, bactériologiques et biologiques a été effectué en quatre stations échelonnées de Fabry à l'embouchure de la rivière dans le Rhône. Des prélèvements biologiques ont été effectués occasionnellement en d'autres points de l'Allondon ou de ses affluents (fig. 1).

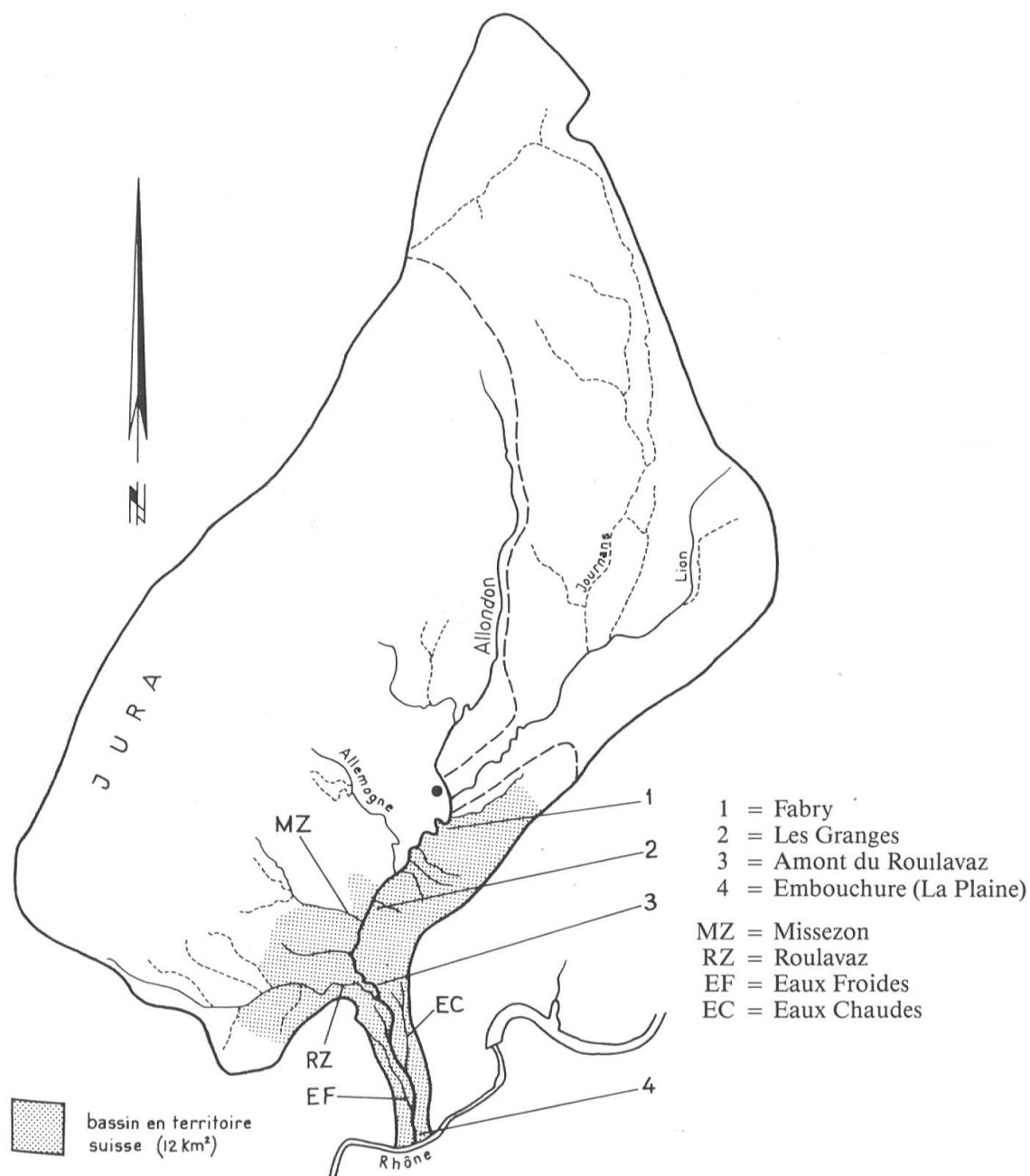
Station 1: Moulin Fabry, coordonnées carte 1/25 000 : 490,031/120,700).

Altitude : 420 m/m, distance à la source : env. 10 km, altitude de la source : env. 649 m (pente 22,9‰).

Faciès lotique en aval du pont, faciès lentique presque sous le pont. Terrains marno-calcaires.

En amont, champs et pâturages; galerie de feuillus, ensoleillement assez faible. Lit de cailloux avec quelques blocs épars et un peu de gravier, fortement envasé en faciès lentique. Algues filamenteuses et bactéries (*Sphaerotilus*).

FIG. 1. — Bassin et réseau hydrographique de l'Allondon. Emplacement des stations étudiées:

**Station 2: Les Granges, (489,075/119,838)**

Altitude: 403 m/m, distance à la station 1: env. 2000 m (pente 8,5‰).

Faciès lotique en aval du pont, faciès lentique très réduit et parfois même inexistant. Terrains marno-calcaires.

En amont, forêts de feuillus formant galerie, d'où ensoleillement assez faible. Lit de blocs et de cailloux, avec du gravier et affleurements de molasse par endroit. Algues filamenteuses, parfois quelques colonies bactériennes et touffes de *Fontinalis antipyretica*.

Station 3: Amont de l'embouchure du Roulavaz, (488,663/117,950)

Altitude: 383 m/m, distance à la station 2: env. 2100 m (pente 9,5‰).

Faciès lotique et lentique. Terrains calcaires.

En amont, champs et forêts de feuillus, rives dégagées, ensoleillement normal. Lit de cailloux et de graviers, assez instable. Quelques rares algues filamenteuses.

Station 4: Aval du pont CFF, peu avant l'embouchure, (489,638/115,125)

Altitude: 354 m/m, distance à la station 3: env. 3500 m (pente 8,3‰).

Faciès lotique; faciès lentique assez réduit, parfois inexistant. Terrains calcaires. En amont, forêt de feuillus formant galerie, d'où ensoleillement faible. Lit de cailloux, avec un peu de gravier. Algues filamenteuses rares, parfois quelques colonies bactériennes.

Les prélèvements biologiques dans les affluents genevois ont été effectués le plus souvent peu avant leur embouchure dans l'Allondon.

3. PRINCIPAUX RÉSULTATS

A. PHYSICO-CHIMIE

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées sur des échantillons instantanés prélevés une fois par mois de janvier à décembre en 1981 et 1982 aux quatre stations décrites ci-dessus. En 1983, 12 campagnes supplémentaires ont été exécutées à Fabry (station 1).

Les méthodes d'analyses sont issues des directives fédérales du 16 mai 1969 et du 15 octobre 1971 et des recommandations provisoires du 29 mai 1974.

Depuis 1972, des **débits instantanés** ont été mesurés mensuellement par le Service lac et cours d'eau du Département des travaux publics à La Plaine près de l'embouchure au Rhône (station 4). Les débits des affluents principaux du cours limitrophe et genevois ne sont pas connus (Allemogne, Missezon et Roulavaz).

L'analyse de l'ensemble des résultats (CCPE, 1984) montre en particulier que:

- 13% des débits sont inférieurs à 1 m³/s.
- 8% des débits sont supérieurs à 10 m³/s.

La médiane de l'ensemble de ces mesures est de 2,64 m³/s et 95% des débits mesurés sont supérieurs à 0,6 m³/s.

Les débits les plus élevés se situent au début du printemps, c'est-à-dire au moment de la fonte des neiges sur la chaîne du Jura; ils diminuent ensuite et l'étiage est atteint et se maintient de juillet à septembre avec des valeurs inférieures à 2 m³/s et même, en

période de sécheresse, à $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Les crues ont lieu au cours de deux périodes: la plus étendue, de novembre à mars et la plus brève en juin, sans doute liée à la pluviosité moyenne de ce mois.

La **température moyenne multiannuelle** (1968-1982) est de $9,9 \text{ }^\circ\text{C}$ à Fabry et de $9,8 \text{ }^\circ\text{C}$ à l'embouchure. La répartition des températures estivales (juin à septembre) est très voisine dans ces deux stations, le maximum dépasse rarement $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Notons enfin que la température a tendance à diminuer entre les stations 1 et 2 et à augmenter entre 2, 3 et 4. L'évolution de la station 1 à la station 2 est due à un parcours ombragé et à des apports d'eaux plus froides venant de l'Allemagne (CCPE, 1984).

La **conductivité** peut varier considérablement. Le maximum absolu mesuré (1971-1982) est de $591 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (à Fabry, le 1 juin 1976) et le minimum absolu de $271 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (à l'embouchure, le 29 juin 1971), pour une moyenne multi-annuelle de $471 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ à Fabry et de $421 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ à l'embouchure. De telles valeurs sont représentatives d'eaux issues de terrains à dominance calcaire.

Les **pH** mesurés dans l'Allondon, faiblement alcalins, sont normaux pour des eaux bien tamponnées grâce à leur teneur en bicarbonates et carbonates.

La **dureté calco-magnésienne** a été mesurée régulièrement de 1968 à 1980. La dureté totale, exprimée en $^\circ\text{F}$, est de $24,9$ à Fabry et de $22,6$ à l'embouchure. Ces valeurs caractérisent des eaux moyennement dures, situation normale pour une rivière issue de terrains calcaires.

La concentration moyenne annuelle en **chlorures** diminue de l'amont vers l'aval; plus rapidement entre les stations 1 et 2. Cette diminution est due principalement à une dilution par des eaux moins chargées, car l'autoépuration a peu d'influence sur cette espèce chimique. On constate que depuis 1968 les concentrations augmentent: en moyenne environ $2 \text{ mg}/1$ de plus dans toute la rivière. Cette augmentation est due principalement à un accroissement de la quantité apportée par des eaux épurées (excrétion humaine = $5\text{-}9 \text{ g}/\text{jour}$); mais les apports dus au salage des routes en hiver ne sont sans doute pas négligeables.

En 1981-1982, la concentration moyenne en **nitrites** à Fabry est de $2,2 \text{ mg N}/1$ et à l'embouchure de $1,7 \text{ mg N}/1$, valeur atteinte dès la station 2. Depuis 1968, les concentrations s'élèvent en particulier à Fabry où jusqu'en 1972, les moyennes sont inférieures à $2 \text{ mg N}/1$, mais où à partir de 1973, elles sont supérieures à cette valeur (maximum $2,8 \text{ mg N}/1$ pour l'année 1976). A l'embouchure, les moyennes dépassent $1,5 \text{ mg N}/1$ dès 1973 et en 1979 atteignent $2,2 \text{ mg N}/1$.

En 1981 et 1982, l'**azote nitreux** n'est absent d'aucun échantillon; les concentrations varient fortement dans le temps et d'une station à l'autre (CCPE, 1984).

En 1981, 1982 et 1983, les concentrations maximales en **ammonium** (NH_4^+) sont, à Fabry, respectivement de 2.076 , 2.134 et $1.116 \text{ mg N}/1$ et la moyenne 1981-1983 est de $0,58 \text{ mg N}/1$, ce qui indique des eaux fortement polluées. Cependant, les teneurs en ammonium diminuent rapidement de l'amont vers l'aval et, à la station 2 déjà, 92% des concentrations sont inférieures à $0,5 \text{ mg N}/1$. A l'embouchure, la situation est pres-

que normalisée et correspond à des eaux faiblement polluées. En 1968-1970 à Fabry, 97% des teneurs étaient inférieures à 0,5 mg N/1. De la période 1968-1970 à la période 1981-1983, les concentrations en ammonium ont augmenté de 72%. A l'embouchure, la qualité ne s'est pas modifiée par rapport à 1968-1970: tous les échantillons sont inférieurs à 0,5 mg N/1 et 85% ne dépassent pas 0,15 mg N/1.

La concentration en **ammoniaque libre**, toxique pour la faune, peut être calculée à partir des concentrations en ammonium, du pH et de la température. A Fabry, six échantillons sur 36 (17%) dépassent 25 $\mu\text{g NH}_3$ /1, concentration qu'il convient de ne pas dépasser dans les eaux salmonicoles (CEE, 1975). Par contre, aux stations aval (2, 3 et 4) les concentrations en ammoniaque libre ne dépassent pas 25 $\mu\text{g NH}_3$ /1, valeur qui n'a été atteinte que par deux fois en 24 prélèvements à la station 2.

«La concentration en **phosphore** est un indicateur de l'effet polluant des activités humaines sur les eaux», (OFDEU, 1975), mais son impact pour la biologie des cours d'eau est moins marqué que dans le cas des eaux stagnantes ou à courant très lent. En 1981-1982, les concentrations diminuent entre les stations 1 et 2 et les stations 3 et 4; de 2 à 3, elles augmentent légèrement (CCPE, 1984). A Fabry, l'évolution des concentrations en phosphore de 1968 à 1983 montre un net accroissement de la charge polluante imposée à la rivière. A l'embouchure également, l'évolution est très régulière et les concentrations passent ici de 0,05 à 0,19 mg P/1 pour le P-total et de 0,03 à 0,17 mg P/1 pour le P-ortho (CCPE, 1984). L'examen de l'évolution des formes du phosphore (P-total, P-ortho et différence entre les deux) montre qu'il s'agit essentiellement d'une augmentation des teneurs en orthophosphates, tant à Fabry qu'à l'embouchure. La différence entre P-total et P-ortho, (fraction du phosphore dosable après hydrolyse seulement), ne varie pas d'une période à l'autre pour une même station (CCPE, 1984).

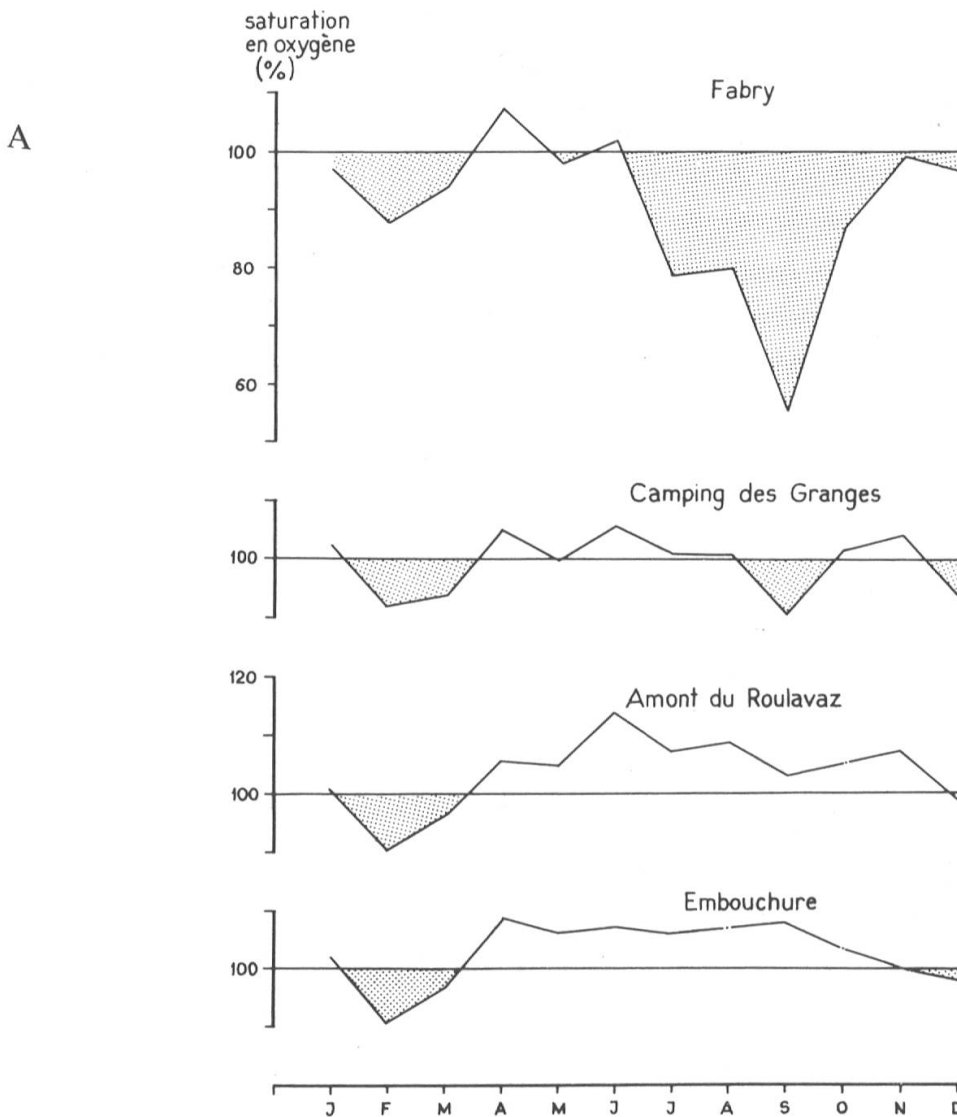
De 1981 à 1983, un seul des 108 échantillons prélevés présente une **concentration en oxygène** inférieure à 6 mg O_2 /1 (5,58 en septembre 1981 à Fabry), valeur limite pour les eaux salmonicoles (VALIQUETTE & *al.*, 1981). En fréquences cumulées, 80% des échantillons sont, à Fabry, supérieurs à 7,9 mg O_2 /1. La situation s'améliore dès la station 2; 80% des échantillons dépassent 10,5 mg O_2 /1 et le minimum mesuré est de 9,1 mg O_2 /1. Ces concentrations augmentent encore légèrement jusqu'à l'embouchure (station 4). Sous l'effet d'une pollution par des substances réductrices ou biodégradables (ammoniaque, matières organiques, etc), le **taux de saturation** en oxygène diminue: on observe une sous-saturation due aux phénomènes d'autoépuration. Par contre, si le lit d'une rivière à courant lent est abondamment colonisé par des plantes aquatiques ou des algues dont l'activité photosynthétique est favorisée par un enrichissement en nutriments (P et N), on observe une sur-saturation: le taux de saturation diurne aura tendance à fortement dépasser 100% (REVA CLIER & DETHIER, 1984). Dans une rivière à courant plus rapide, ces différences s'estompent. En conclusion, une augmentation ou un déficit important des taux de saturation peuvent être considérés comme un signe de déséquilibre dans les phénomènes d'oxygénation des eaux sous l'effet d'une pollution.

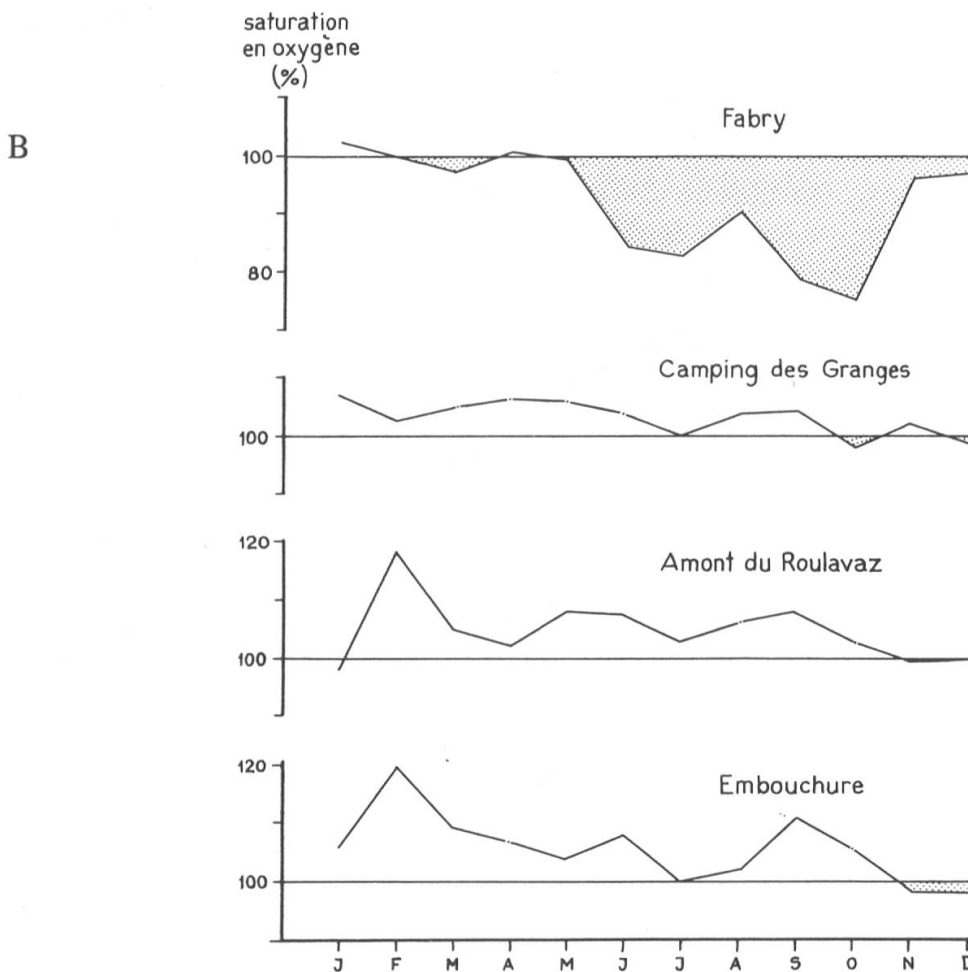
Les figures 2, A et B montrent la variation du taux de saturation au cours des années 1981 et 1982 dans les 4 stations étudiées. On remarque immédiatement qu'une sous-saturation notable apparaît à Fabry du début à la fin de l'étiage, c'est-à-dire de juin à novembre (l'évolution en 1983, non représentée, est voisine de celle observée en 1982). Aux trois autres stations, la saturation n'a jamais été inférieure à 90%. L'amplitude des périodes de sur-saturation (maximum 119% en septembre 1982 à la station 4) reste faible. A Fabry, depuis les premières observations en 1968, le taux moyen de saturation a tendance à diminuer : compris entre 103 et 111% jusqu'en 1975, il chute à 86-101% les années suivantes.

A l'embouchure, il reste presque toujours supérieur ou égal à 100% (CCPE, 1984).

De 1982 à 1983, à Fabry, la **demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO 5j)** de 12 échantillons sur 36 (33%) est supérieure à la teneur instantanée en oxygène dissous dans la rivière; exprimée en taux de consommation par rapport à cette teneur, la

FIG. 2. — Evolution de la saturation des eaux en oxygène de janvier à décembre 1981 (A) et 1982 (B).





DBO est donc supérieure à 100%. De plus, 64% des échantillons ont des DBO qui dépassent 4 mg DBO/l et leur moyenne est supérieure à 5,4 mg/l. Ces valeurs sont le signe d'une eau fortement polluée par des matières biodégradables. Aux trois autres stations, la situation est nettement moins mauvaise, puisque environ 10% seulement des échantillons dépassent 4 mg DBO/l. A la station 2, 62,5% sont inférieurs à 3 mg/l (limite entre faiblement et nettement pollué), à la station 3, 74% et à la station 4, 83%. Cette amélioration est due à la dilution par des affluents moins pollués (l'Allemagne p.ex.) et à l'autoépuration. De Fabry (médiane 5,76 mg/l) à l'embouchure (médiane 1,54 mg/l), l'abattement de la DBO 5j est de 73%. L'amélioration la plus importante intervient dans la partie amont du parcours étudié.

De 1968 à 1974, à Fabry, les DBO 5j, exprimées en taux de consommation, n'ont jamais atteint 100% ; de 1975 à 1983 par contre, le quart des échantillons ont une DBO 5j qui dépasse 100%.

Une comparaison entre les périodes 1968-1970 et 1981-1983 montre que :

- la valeur médiane de la 2^e série a plus que doublé par rapport à celle de la première : 2,6 à 5,8 mg DBO/l.
- en fréquences cumulées, 88% des mesures sont inférieures à 4 mg DBO/l pendant la première période contre 37% durant la seconde.

La charge organique biodégradable injectée dans l'Allondon, mesurée à Fabry, a donc pour le moins doublé en 12 ans ! Par contre à l'embouchure, la même comparaison conduit à des différences peu significatives : médiane 1968-1970 = 1,7 mg/l et médiane 1981-1982 = 1,5 mg/l. En fréquences cumulées, plus de 97% des échantillons de la première période et 85% de la deuxième sont inférieurs à 4 mg/l. La capacité d'autoépuration du secteur aval paraît donc encore suffisante pour absorber la charge imposée en amont.

Les dosages de **carbone organique dissous** (COD) ont été effectués par le laboratoire des Services des eaux (SIG), sur des échantillons décantés, par oxydation au persulfate et UV (appareil Dohrmann). Les concentrations moyennes diminuent de Fabry à l'embouchure : en fréquences cumulées, 26% des échantillons en 1, 47% en 2, 43% en 3 et 65% en 4 sont inférieurs à 2 mg C/l. (valeurs d'habitude rarement dépassées dans des eaux non polluées).

La détermination de la **demande chimique en oxygène** (DCO) par oxydation au dichromate a été effectuée de 1970 à 1980 ; à partir de 1981 elle est remplacée par le dosage du carbone (cf. supra). La comparaison des concentrations moyennes des périodes 1970-1971 et 1979-1980 montre une augmentation de la teneur en matières organiques oxydables par le dichromate significative à Fabry (+ 32%) et moins significative à l'embouchure (+ 9%).

Un appareil permettant le prélèvement d'un **échantillon en continu** sur 24 heures (bouteille Quantum Science Limited, Automatic Liquid Sampler QS 3000) a été immergé à l'embouchure la veille du prélèvement instantané et retiré au moment de celui-ci. Le tableau 1 rassemble les moyennes des 22 échantillons instantanés et continus sur 24 heures, correspondants. La comparaison des deux types de prélèvements ne montre pas de différence significative entre les moyennes. Les échantillons instantanés sont donc suffisants pour décrire la qualité de l'Allondon à l'embouchure et cette qualité varie sans doute peu en 24 heures.

Paramètres	Prélèvements			
	instantanés		continu sur 24 h.	
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
conductivité $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	417	48,5	422	41,5
COD mg C/l	2,23	0,99	2,21	0,89
nitrates mg N/l	1,67	0,44	1,75	0,38
phosphore total mg P/l	0,215	0,087	0,214	0,070
chlorures mg Cl/l	6,0	1,47	6,1	1,58

TABLEAU 1

Comparaison entre prélèvements instantanés (moyennes 1981-1982) et prélèvements continus sur 24 heures à l'embouchure (station 4).

Une campagne d'analyses des **métaux lourds** dans les sédiments a été effectuée en 1982 par l'Institut de Limnogéologie (VIEL & VERNET, 1983). La contamination par le plomb, le mercure et le cadmium est importante dans le secteur amont (en relation avec la STEP de St-Genis) mais faible dans le secteur aval.

La contamination des sédiments et des poissons par les PCB (polychlorobiphenyls) a été recherchée seulement à l'embouchure par le Laboratoire cantonal de chimie (LCC, 1984). Les sédiments présentent une contamination très faible; la contamination des poissons (épinoches, chevesnes) est par contre importante, mais il semble que ceux-ci proviennent du Rhône.

B. BACTÉRIOLOGIE

A l'embouchure, la teneur en **germes totaux** (bactéries saprophytes) est inférieure à 10000 germes/ml dans 54% des échantillons; à Fabry cette teneur est supérieure à ce chiffre dans 100% des cas.

En ce qui concerne les **coliformes**, ces bactéries tests de la pollution d'origine intestinale (hommes et animaux à sang chaud), l'évolution de Fabry à l'embouchure correspond à une diminution parallèle à celle des germes totaux, ainsi que le montre le tableau 2. Donc, à Fabry, 100% des échantillons analysés ont des concentrations supérieures ou égales à 100 coli/ml tandis qu'à l'embouchure, ce pourcentage descend à 55%. La qualité microbiologique des eaux de l'Allondon doit être considérée comme mauvaise jusqu'à l'embouchure et impropre à la baignade. La contamination fécale des eaux de l'Allondon est cependant moins grave que celle des eaux de l'Aire ou du Vengeron, par exemple. Le tableau 2 montre encore que, par rapport à 1968-1970, la qualité sanitaire, déjà mauvaise à cette époque, s'est actuellement encore dégradée à Fabry tandis qu'à l'embouchure la pollution bactérienne ne s'est guère aggravée depuis.

coli/ml \geq	1	10	100	1 000	10 000
1981 - 1982					
1. Fabry	0	0	53	56	11
2. Les Granges	0	17	63	20	0
3. amont Roulavaz	0	25	50	25	0
4. Embouchure	4	42	38	17	0
1968 - 1970					
Fabry	0	0	55	36	9
Embouchure	9	39	39	9	3

TABLEAU 2

Répartition des échantillons (%) en cinq classes de concentration (Coliformes/ml).

C. BIOLOGIE

Les prélèvements biologiques ont été effectués, en 1982, les 8 mars, 28 mai, 25 août et 27 octobre dans les stations décrites plus haut. Nous avons déjà procédé à des prélèvements dans l'Allondon en juillet et novembre 1981 (respectivement les 14-15 juillet et 30 novembre) et nous avons refait un rapide pointage le 12 juin 1983. Dans les petits affluents genevois (Roulavaz, Missezon, Eaux Froides), les prélèvements ont été surtout effectués au printemps et en été 1984; les Eaux Chaudes, par contre, ont été visitées à plusieurs reprises dans le courant des années précédentes. Nous avons procédé, chaque fois que possible, comme pour la Seymaz (REVACLIER & DETHIER, 1984) et les autres rivières genevoises. Trois indices ont été établis (CCPE, 1984); indice biotique (IB) de TUFFERY & VERNEAUX (1967), indice de qualité biologique globale (IQBG) de VERNEAUX & FAESSEL (1976) et macro-index (MI) de PERRET (1977). La concordance entre les trois indices est bonne et nous ne tiendrons compte ici que des IQBG, qui constituent la méthode la plus fine.

Les moyennes des divers indices montrent que la qualité biologique de l'Allondon est assez variable selon les stations: elle évolue de «médiocre» (IQBG = 12 dans la station 1) à «assez bonne» (IQBG = 15,5 dans la station 4). On constate que, dans tous les cas, c'est la station 1 qui est la plus touchée.

En 2, l'autoépuration naturelle apporte déjà une légère amélioration alors qu'en 3, on observe presque toujours une nouvelle détérioration de la situation. Or, dans cette station, les analyses physico-chimiques et bactériologiques ne permettent pas d'invoquer une nouvelle source de pollution. Par contre, nos observations sur le terrain nous ont montré que là, sur une distance de 200 m, le lit de la rivière était particulièrement instable et que chaque crue importante en modifiait sensiblement le cours.

De plus, des poches de vase putride, provenant de l'amont, se forment parfois par endroit. Ces dépôts sont chassés par les crues et peuvent polluer la rivière sur une assez grande distance. En 4, la situation est de nouveau meilleure; c'est là que les valeurs indicielles sont les plus élevées et les plus constantes. Le tableau 3 donne la liste faunistique relevée dans l'Allondon entre 1981 et 1983. Il met bien en évidence les différences de faune entre les stations.

Le fait le plus remarquable qui ressort de nos analyses est la grande amplitude de variation des valeurs indicielles. La figure 3 montre bien ces importantes fluctuations. On constate d'emblée que les écarts les plus grands et les valeurs les plus basses des IQBG s'observent dans les stations 1 et 3. Dans les premier cas, ce sont sans conteste les apports polluants de la STEP de St-Genis qui en sont les principaux responsables. Il ne faut pas non plus négliger le Lion qui se jette dans l'Allondon quelque 500 m en amont de Fabry (station 1) et dont la qualité est médiocre (Rapport du CERN, 1981).

C'est au cours de l'été, en période d'étiage, que les écarts entre stations sont les plus grands et que l'influence de la pollution, surtout à Fabry, est la plus sensible. Des comparaisons avec les prélèvements effectués en 1981 et 1983 semblent indiquer que la

rivière a de plus en plus de mal à rétablir un équilibre de haut niveau et que la tendance générale soit plutôt «à la baisse».

A l'origine, la faune des macroinvertébrés de l'Allondon devait être à peu près la même sur tout le parcours suisse et compter, de manière constante et dans chaque station, des unités systématiques de haut niveau, c'est-à-dire caractéristiques des eaux propres (Plécoptères, Heptageniidae, Trichoptères à fourreau,...). Les très importantes fluctuations que nous avons constatées ne sont absolument pas normales pour une rivière de ce type et traduisent au contraire un état de profond déséquilibre chronique. S'il persiste, on verra sans doute apparaître, dans quelques années, un nouvel état d'équilibre mais qui se situera malheureusement à un degré de qualité beaucoup plus médiocre.

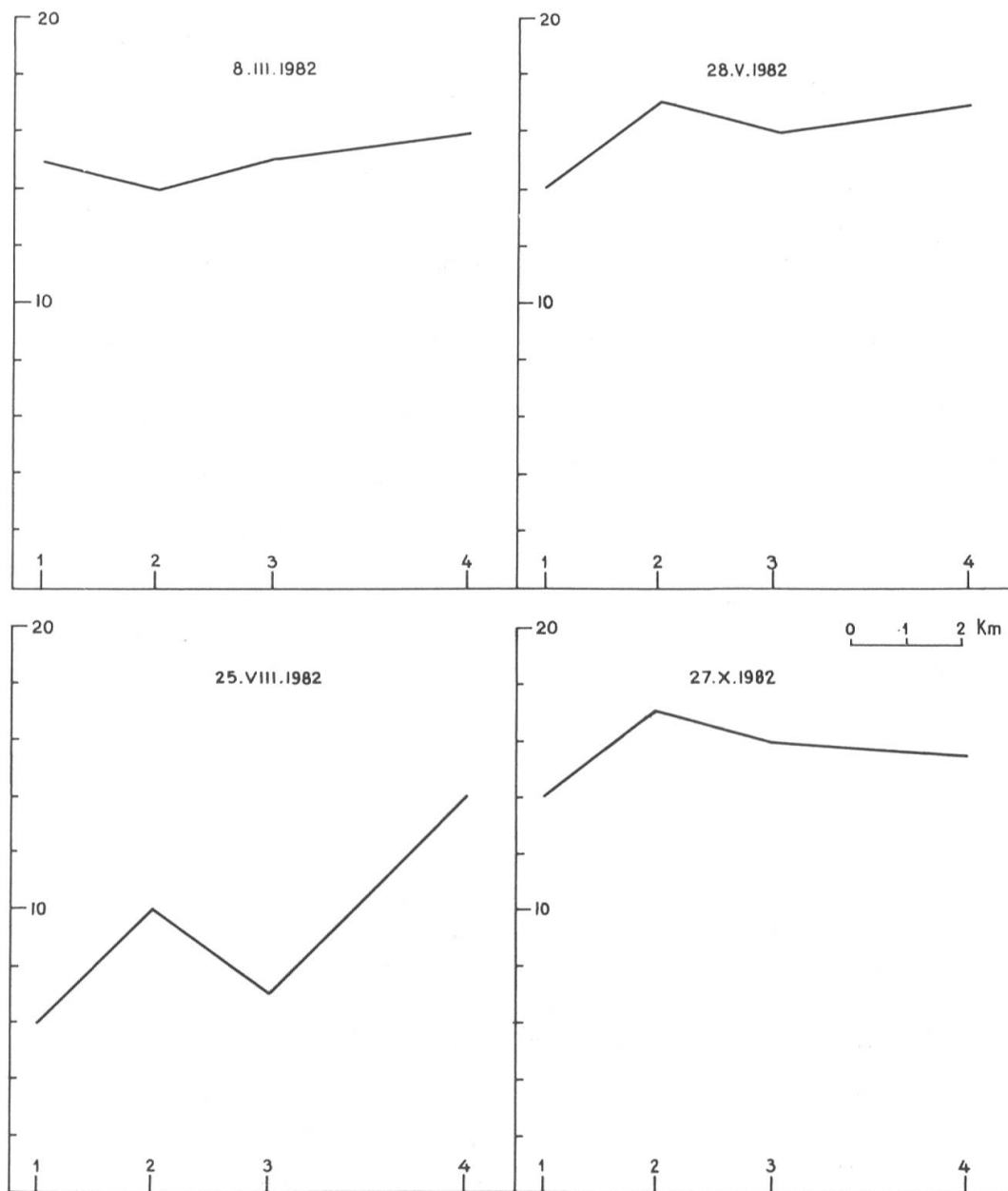


FIG. 3. — Indices de qualité biologique globale (IQBG) de l'Allondon en 1982.

Organismes		Stations			
		1	2	3	4
PLECOPTERES					
Nemouridae	<i>Nemoura cf. cinerea</i> RETZ.	(x)		(x)	(x)
	<i>Protonemura sp.</i>		(x)	(x)	
	<i>Amphinemura sp.</i>		(x)		
Leuctridae	<i>Leuctra sp.</i>		(x)	(x)	(x)
Taeniopterygidae	<i>Brachyptera risi</i> MORTON			(x)	(x)
Perlidae	<i>Perla marginata</i> PZ.		(x)		
Chloroperlidae	<i>Chloroperla sp.</i>			(x)	
Perlodidae (?)					(x)
EPHEMEROPTERES					
Heptageniidae	<i>Ecdyonurus venosus</i> F.	(x)		(x)	x
	<i>Ecdyonurus lateralis</i> CURT.			(x)	x
	<i>Ecdyonurus helveticus</i> ETN.	(x)	(x)	(x)	(x)
	<i>Ecdyonurus gridellii</i> (GRANDI)				(x)
	<i>Ecdyonurus dispar</i> (CURT.)	(x)			(x)
	<i>Epeorus sylvicola</i> PICT.	x	x	(x)	●
	<i>Rhithrogena iridina</i> (KOL.)		(x)		(x)
	<i>Rhithrogena semicolorata</i> CURT.		(x)	(x)	(x)
Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia lauta</i> ETN.	(x)		(x)	(x)
	<i>Paraleptophlebia submarginata</i> STEPH.			(x)	
	<i>Habroleptoides modesta</i> HAG.	(x)		(x)	(x)
Ephemerellidae	<i>Ephemerella ignita</i> PODA	(x)	(x)	(●)	(●)
Baëtidae	<i>Baëtis rhodani</i> PICT.	●	●	●	●
	<i>Baëtis fuscatus</i> L.	(x)			x
	<i>Baëtis alpinus</i> PICT.	(x)		x	x
	<i>Centroptilum luteolum</i> MULL.	(x)			
Siphonuridae	<i>Siphonurus aestivalis</i> ETN.	(x)		(x)	
Ephemeridae	<i>Ephemera danica</i> MULL.	(x)			
TRICHOPTERES					
Hydropsychidae	<i>Hydropsyche sp.</i>	x	x	●	x
Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila sp.</i>	(x)	(x)	x	x
Odontoceridae	<i>Odontocerum albicorne</i> SCOP.		x	(x)	

TABLEAU 3

Liste faunistique (prélèvements de 1981, 1982 et 1983).

Explication des signes

	occasionel (dans moins de 50% des relevés)	constant (dans plus de 50% des relevés)	
présent	(x)	x	moins de 10 ind./rel.
abondant	(●)	●	moins de 50 ind./rel.
très abondant	(●)	●	plus de 50 ind./rel.

		1	2	3	4
Psychomyiidae	<i>gen. sp.</i>				(x)
Sericostomatidae	<i>Notidobia ciliaris</i> L.		(x)		
Limnephilidae	<i>Limnephilinae gen. sp.</i>	(x)	(x)	(x)	(x)
COLEOPTERES					
Elmidae	<i>Elmis aenea</i> P. MULL.		(x)		
	<i>Esolus parallelepipedus</i> P. MULL.	(x)			(x)
	<i>Riolus subviolaceus</i> P. MULL.	(x)			
	<i>Limnius perrisi</i> DUF.		(x)	(x)	
	<i>Limnius volkmari</i> PANZ.	(x)			(x)
Hydraenidae	<i>Hydraena bohemica</i> HRBACEK				(x)
	<i>Haenydra gracilis</i> GERM.		(x)		
	<i>Haenydra truncata</i> REY		(x)	(x)	(x)
Dytiscidae	<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.)			(x)	
	<i>gen. sp.</i>			(x)	
CRUSTACES					
Gammaridae	<i>Gammarus pulex</i> L.	●	●	x	(x)
	<i>Gammarus fossarum</i> KOCH		x	●	●
MOLLUSQUES					
Sphaeriidae	<i>Pisidium sp.</i>			(x)	
Ancylidae	<i>Ancylus fluviatilis</i> MULL.	●	(x)	(x)	
Lymnaeidae	<i>Lymnaea peregra</i> MULL.	x	(x)		
DIPTERES					
Chironomidae		●	●	●	●
Simuliidae		(●)	(x)	●	●
Tipulidae + Limoniidae		(x)		(x)	(x)
Psychodidae		(x)	(x)	x	
Empididae				(x)	(x)
Stratomyiidae				(x)	
Athericidae					(x)
PLATHELMINTHES					
Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum cf. lacteum</i> (MULL.)				(x)
Planariidae	<i>Polycelis gr. tenuis-nigra</i>		x	(x)	(x)
HIRUDINEES					
Erpobdellidae	<i>Trocheta bykowskii</i> (GEDR.)	(x)	(x)		(x)
Glossiphonidae	<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)		(x)	(x)	
OLIGOCHETES					
		●	●	●	●
NEMATHELMINTHES					
				(x)	

Organismes		Stations			
		MZ	RZ	EF	EC
PLECOPTERES					
Nemouridae	<i>Nemoura cf. cinerea</i> RETZ.	x	x	x	x
	<i>Protonemura sp.</i>	x	x	x	
Leuctridae	<i>Leuctra sp.</i>	x	x	●	x
Taeniopterygidae	<i>Brachyptera risi</i> MORTON		x	x	
Chloroperlidae	<i>Chloroperla sp.</i>			x	
EPHEMEROPTERES					
Heptageniidae	<i>Ecdyonurus venosus</i> F.			x	x
	<i>Epeorus sylvicola</i> PICT.		x	x	x
	<i>Rhithrogena iridina</i> (KOL.)		x	x	x
Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia lauta</i> ETN.	x	x	x	x
	<i>Habroleptoides modesta</i> HAG.			x	x
	<i>Paraleptophlebia submarginata</i> STEPH.				x
Ephemerellidae	<i>Ephemerella ignita</i> PODA	●	●	x	●
Baëtidae	<i>Baëtis rhodani</i> PICT.		x	x	●
	<i>Baëtis melanonyx</i> PICT.	x			
Ephemeridae	<i>Ephemera danica</i> MULL.				x
TRICHOPTERES					
Hydropsychidae	<i>Hydropsyche sp.</i>	x	x	x	x
Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila sp.</i>	x	x	x	x
Odontoceridae	<i>Odontocerum albicorne</i> SCOP.	x		x	x
Psychomyiidae	<i>Tinodes sp.</i>	x		x	x
Sericostomatidae	<i>gen. sp.</i>			x	
Limnephilidae	<i>Limnephilinae</i>		x	x	x
Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia sp.</i>		x		
Glossosomatidae	<i>Glossosoma sp.</i>			x	
	<i>Agapetinae</i>			x	
Philopotamidae	<i>Wormaldia sp.</i>			x	
	<i>Philopotamus sp.</i>				x
COLEOPTERES					
Elmidae	<i>Elmis aenea</i> MULL.			x	x
	<i>Riolus subviolaceus</i> MULL.			x	
	<i>Limnius volkmari</i> PANZ.		x		x

TABLEAU 4

Faune des affluents genevois de l'Allondon (prélèvements de mai-juin 1984).

		MZ	RZ	EF	EC
Hydraenidae	<i>Hydraena sp.</i>				x
Helophoridae	<i>Helophorus sp.</i>	x			
CRUSTACES					
Gammaridae	<i>Gammarus fossarum</i> KOCH	●	●	●	●
MOLLUSQUES					
Ancylidae	<i>Ancylus fluviatilis</i> MULL.	x			
Lymnaeidae	<i>Lymnaea peregra</i> MULL.		x	x	x
DIPTERES					
Chironomidae		●	●	x	●
Simuliidae		●	●	x	x
Limoniidae		x	x	x	
Empididae		x			
Athericidae			x		
MEGALOPTERES					
Sialidae	<i>Sialis fuliginosa</i> PICT.				x
OLIGOCHETES					
		x		x	x
NEMATHELMINTHES					
		x	x		

MZ = Missezon ; RZ = Roulavaz ; EF = Eaux Froides ; EC = Eaux Chaudes .

Autres conventions : voir tableau 3.

Ainsi que nous l'avons déjà signalé, les petits affluents n'ont pas encore fait l'objet d'études très approfondies mais les quelques résultats obtenus montrent cependant que la qualité biologique de ces eaux est encore bonne et on constate qu'en dépit de leur petite taille, ces cours d'eau abritent une faune riche et bien diversifiée au sein de laquelle il faut relever la présence de nombreux organismes caractéristiques des eaux propres (larves de Plécoptères, de Trichoptères à fourreau, d'Ephéméroptères Heptageniidae, ..., tableau 4).

Il semble en outre que la faune benthique de ces ruisseaux soit plus stable que celle de l'Allondon et que ses fluctuations soient seulement influencées par le rythme des saisons.

Si, à ce jour, ces ruisseaux ont été épargnés par des pollutions importantes et/ou chroniques, (à l'exception du Roulavaz qui reçoit les rejets de la STEP de St Jean de Gonville) ils n'en connaissent pas moins certains problèmes. Dans les Eaux Chaudes par exemple, qui servent de ruisseau d'élevage pour les truitelles, on a établi plusieurs petits barrages destinés à rehausser le niveau de l'eau. Le tableau 5 montre bien que la

situation est sensiblement moins bonne en amont de ces ouvrages qu'en aval. De plus, la présence de ces barrages entraîne un envasement du lit assez considérable par endroits. DURAND & WISARD (1980) ont testé l'efficacité du «Nautex» (carbonate de calcium) lors d'essais de désenvasement, malheureusement sans grands résultats.

Il faut signaler en outre d'importants prélèvements de faune benthique par les pêcheurs (Trichoptères Limnephilidae, Ephéméroptères Heptageniidae): ne trouvant plus assez d'appâts pour leur ligne dans l'Allondon, ils se fournissent en abondance

Organismes	Stations	
	amont	aval
PLECOPTERES		
Leuctridae <i>Leuctra sp.</i>	x	•
EPHEMEROPTERES		
Heptageniidae <i>Ecdyonurus venosus</i> F.		x
Ephemerellidae <i>Ephemerella ignita</i> PODA		•
Baëtidae <i>Baëtis rhodani</i> PICT.		x
<i>Centroptilum luteolum</i> MULL.	x	
TRICHOPTERES		
Limnephilidae <i>gen. sp.</i>	•	
Polycentropodidae <i>gen. sp.</i>		x
Hydroptilidae <i>gen. sp.</i>		•
COLEOPTERES		
Haliplidae <i>Haliplus lineaticollis</i> MARSH.		x
MEGALOPTERES		
Sialidae <i>Sialis fuliginosa</i> PICT.	x	x
CRUSTACES		
Gammaridae <i>Gammarus fossarum</i> KOCH	x	•
MOLLUSQUES		
Physidae <i>Physa acuta</i> DRAP.		x
DIPTERES		
Chironomidae	x	x
OLIGOCHETES	x	x
Unités taxonomiques	7	12
IQBG	12	15

Mêmes conventions que pour les tableaux 3 et 4.

TABLEAU 5

Faune observée en amont et en aval d'un barrage sur les Eaux Chaudes de Russin (juillet 1981).

depuis quelque temps dans les petits affluents (en particulier dans le Roulavaz). Ces ponctions pourraient à la longue constituer un grave préjudice aux biocénoses benthiques.

Ces ruisseaux semblent constituer pour l'Allondon, non seulement des apports d'eau propre (relativement modestes), mais aussi et surtout des réservoirs de macro-invertébrés benthiques. Une étude approfondie serait cependant nécessaire pour bien mettre en évidence et quantifier la recolonisation de l'Allondon après une pollution aiguë par des éléments provenant des affluents, soit par dérive (Gammare, larves d'insectes, ...), soit grâce à des Insectes ailés venant déposer leurs œufs dans la rivière.

L'Allondon présente, de part ses eaux à l'origine froides, rapides, claires et bien oxygénées, tous les caractères d'une rivière à Salmonidés. Malheureusement, les pollutions de plus en plus fréquentes compromettent gravement cette vocation et des rempoissonnements artificiels importants doivent être opérés chaque année pour satisfaire les demandes des pêcheurs (AGPN, 1978). Malgré cela, MAHNERT (1981) dénombrait encore récemment 12 espèces de poissons dans cette rivière (la plupart vraisemblablement cantonnés dans le cours inférieur).

Ces aspects sont largement évoqués ailleurs (CCPE, 1984, rapport du Service des forêts, de la faune et de la protection de la nature) et il est inutile de s'y attarder ici. Néanmoins, il est intéressant de relever quelques faits concernant la nutrition des truites fario dans l'Allondon mis en évidence par WISARD (1983). Cette rivière présentant grosso modo un degré de pollution décroissant d'amont en aval (cf. supra), il est intéressant d'en observer les influences sur les possibilités alimentaires du poisson et donc sur sa croissance.

Les habitudes alimentaires de la truite de l'Allondon ont été mises en évidence grâce à l'analyse des estomacs de 145 individus, répartis sur trois secteurs :

1^{er} secteur: Du pont de Fabry à l'embouchure de l'Allemogne dans l'Allondon.

Ce secteur le plus en amont est caractérisé par une importante charge organique et la croissance du poisson est rapide: 24 cm en 2 ans.

2^e secteur: De la jonction avec l'Allemogne au pont des Granges.

La charge organique demeure importante, quoique diluée par l'apport d'eaux de qualité de l'Allemogne. La croissance est sensiblement la même que sur le premier secteur: 24 cm en 2 ans.

3^e secteur: De la falaise des Feuilletières (face à Dardagny) au pont de Russin.

Ce secteur est éloigné de la source principale de pollution (St Genis). L'auto-épuration permet une amélioration sensible de la qualité de l'eau. La croissance du poisson est plus lente que sur les deux secteurs situés en amont: 24 cm en 3 ans.

L'étude des contenus stomacaux des truites des deux premiers secteurs, montre que les invertébrés polluo-sensibles se rencontrent dans les estomacs des poissons de manière occasionnelle mais surtout au printemps, lors de la fonte des neiges et en période de fort débit. Ces observations nous incitent à croire que ces organismes dérivent soit de la partie supérieure de la rivière, (amont des rejets de la STEP), soit de ses affluents (voir tableaux 4 et 5). Il serait donc très intéressant et utile d'étudier de manière approfondie et quantitative ces apports de faune dans le cours genevois de l'Allondon.

4. CONCLUSIONS

D'une manière générale, la charge polluante de l'Allondon genevoise (DBO, azote, phosphore, ...) diminue de Fabry à l'embouchure. La diminution est importante entre Fabry (station 1) et le camping des Granges (station 2) et cet abattement de la charge doit être attribué à la fois à une dilution par des eaux moins chargées provenant principalement de l'Allemagne et aux phénomènes d'autoépuration. De la station 2 à l'amont de l'embouchure du Roulavaz (station 3), soit le secteur des Granges aux Bailleurs, la qualité des eaux varie peu et l'amélioration est très faible (apports ponctuels ou diffus compensant l'autoépuration?). De la station 3 à l'embouchure, la qualité s'améliore à nouveau plus notablement. Les analyses biologiques recourent largement les résultats physico-chimiques, y compris le ralentissement (voire même ici le léger fléchissement) dans l'amélioration observé aux Bailleurs.

Le tableau 6 fait la synthèse des appréciations de qualité découlant des Recommandations fédérales de 1982: l'Allondon peut être qualifiée de nettement polluée sur tout son parcours limitrophe et près de la moitié de son parcours genevois (soit de Fabry à l'aval des Bailleurs) et de faiblement polluée sur le reste de son cours.

Station	COD	Ammonium	DBO 5j.	(P-total)	(P-ortho)
1 Fabry	3	4 (2)	4 (2)	3-4 (2)	3-4 (2)
2 Camping des Granges	2-3	3	2-3	3	3-4
3 Amont du Roulavaz	2-3	2-3	2-3	3	3-4
4 Embouchure	2-3	2 (2)	2-3 (1)	3 (1)	3 (1)

TABLEAU 6

Appréciation des valeurs moyennes et paramètres chimiques en 1981-1982 et 1968-1970 (entre parenthèses) selon la grille des Recommandations fédérales (1982) et OPFE (1984).

*Echelle d'appréciation: 1 = eau non polluée
2 = eau faiblement polluée
3 = eau nettement polluée
4 = eau fortement polluée*

L'effet de ces pollutions sur la vie dans l'Allondon varie très fortement d'une période à l'autre, en fonction du débit et de la dilution : l'énorme amplitude des fluctuations de tous les indices considérés, en particulier à Fabry, constitue sans doute le fait le plus marquant de la biologie de cette rivière.

En période d'étiage, des conditions précaires pour la survie des Poissons (en particuliers les Salmonidés) peuvent apparaître, surtout dans le secteur amont.

Par rapport à la période 1968-1970, la qualité physico-chimique et bactériologique de l'Allondon s'est altérée de manière importante, surtout dans la partie amont : les concentrations en chlorures, nitrates, ammonium, ammoniac libre, orthophosphates et DBO augmentent considérablement et les concentrations en oxygène, bien que pouvant être considérées comme acceptables, s'affaiblissent et de longues périodes de sous-saturation apparaissent à Fabry durant l'étiage. La contamination bactérienne a elle aussi fortement augmenté.

Nous ne possédons pas de renseignements concernant les indices biotiques dans l'Allondon avant 1981, aucun travail n'ayant été fait dans ce sens alors. Nous avons cependant tout lieu de penser que la qualité biologique des eaux n'a pu que suivre leur dégradation physico-chimique. Quelques prélèvements dans les petits affluents nous ont permis de constater leur bonne qualité biologique et nous avons de bonnes raisons de croire qu'ils représentent un important réservoir de faune pour l'Allondon et qu'après une pollution aiguë ou une période d'étiage marqué, la rivière est assez rapidement (pour l'instant !) recolonisée par des organismes provenant de ses affluents (dérive ou vol des Insectes adultes). Il conviendrait donc de veiller à la sauvegarde de ces ruisseaux.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leur reconnaissance aux membres du Service d'Hydrobiologie qui ont apporté leur aide dans la réalisation de ce travail : Melles A. Lavy et S. Allaz (Bactériologie), Mrs J.-C. Gardey (Chimie) et M. Hurni (assistance sur le terrain et dactylographie du manuscrit).

Ils remercient également les spécialistes qui les ont aidés dans les déterminations : Mrs. C. Vaucher (Genève, Gastéropodes et Hirudinées), M. Brancucci (Bâle, Coléoptères) et M. Sartori (Lausanne, Ephéméroptères).

L'Office fédéral de la protection de l'environnement a subventionné les analyses.

BIBLIOGRAPHIE

A. Articles et mémoires

- Association Genevoise pour la Protection de la Nature (1978): le Vallon de l'Allondon, nature et protection (56 pp).
- MAHNERT, V. (1981). Les poissons des petits cours d'eau du canton de Genève (Suisse). Arch. Sc. Genève. 34(2), 113-124.
- PERRET, P. (1977). Zustand der Schweizerischen Fließgewässer in den Jahren 1974-1975 (Projekt Mapos). E.A.W.A.G. und Eidg. Amt für Umweltschutz, Bern.
- REVACLIER, R. & DETHIER, M. (1984). Etude physico-chimique, bactériologique et biologique de la Seymaz. Arch. Sc. Genève 37(1), 3-20.
- TUFFERY, G. & VERNEAUX J. (1967). Méthode de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Exploitation codifiée des inventaires de la faune de fond. Trav.Sect.Tech.P. et P. C.E.R.A.F.E.R., Paris.
- VALIQUETTE L., P. BERON et F. BRIERE (1981): Proposition d'une grille de critères de qualité de l'eau en fonction de ses usages. Tribune du CEBEDEAU, 447(34), 59-65.
- VERNEAUX, J. & FAESSEL B. (1976). Note préliminaire à la proposition de nouvelles méthodes de détermination de la qualité des eaux courantes (I.Q.B.G.). Div. Qualité Eaux, Pêche et Pisciculture, C.T.G.R.E.F., Paris.
- VIEL, M. & VERNET, J.-P. (1983). Contamination par les métaux lourds des sédiments des affluents suisses du Léman et des rivières du canton de Genève, In: Rapport Commission internationale pour la protection des eaux du Léman, campagne 1982, 111-133.
- WISARD, A. 1983. Biologie de la population de truites du parcours limitrophe de l'Allondon, Trav. diplôme Univ. Genève, 69 pp.

B. Rapports et textes officiels

- Commission des Communautés européennes (1975): Propositions techniques pour une Directive de la C.C.E. Travaux 16.17.9.
- Conseil Fédéral: Ordonnance sur le déversement des eaux usées du 8 décembre 1975.
- Département fédéral de l'intérieur (1982): Recommandations concernant l'analyse des eaux superficielles en Suisse, 130 pp.
- DURAND, P. & WISARD, A. (1980). Ruisseau des Eaux Chaudes: essai de désenvasement grâce au Nautex. Rapport dactylographié, 11 pp.
- Laboratoire Cantonal de Chimie (Institut d'Hygiène) (1984): PCB. Rapport dactylographié, 4 pp.
- Office fédéral de la protection de l'environnement (1984). Epuration des eaux usées et qualité des eaux de surface: situation au 1^{er} janvier 1983. *Les Cahiers de l'Environnement* N° 20.
- Service cantonal d'Hydrobiologie (1981): Rapport sur l'étude de pollution de la rivière «Le Lion». (Expertise effectuée en août-septembre 1981 à la demande du CERN).
- Service Régional de l'Aménagement des Eaux. Rhône-Alpes (1979): Etudes hydrobiologiques de l'Allondon et du Lion (rapport), 7 pp.

